



PUUNKORJUU TURVEMAALLA

Metsähallituksen aikaisemman kokeilutoiminnan tuloksia

2/1997

Tore Högnäs

Suometsien ja muiden heikosti kantavien maiden puunkorjuussa on edelleen suuria ongelmia. Monella alueella tällaisten kohteiden määrä tulee metsien rakenteen vuoksi lähivuosina lisääntymään. Samanaikaisesti ympäristö- ja laatuasiat on hoidettava entistä paremmin. Tämän vuoksi onkin tullut esityksiä aiheeseen liittyvien kokeilujen käynnistämiseksi.

Metsähallituksen kehittämisjaostossa toteutettiin 1980-luvun puolivälissä laaja turvemaiden puunkorjuuseen liittyvä tutkimuskokonaisuus. Käytyjen keskustelujen perusteella näyttää kuitenkin siltä, ettei aikaisemman kokeilutoiminnan tuloksia kaikilta osin tunneta. Sen vuoksi on katsottu aiheelliseksi tehdä asiasta yhteenveto ja sen pohjalta arvioida uusien tutkimusten käynnistämisen tarvetta ja mahdollista suuntaamista.



Postiosoite:
PL 8016
96101 Rovaniemi

Käyntiosoite:
Hallituskatu 3
96100 Rovaniemi

Pubelin
(016) 329 4661

Telefax
(016) 314 982

Laajan ojitustoiminnan ansiosta ensiharvennusvaiheessa olevien kasvatushakkuiden määrä lisääntyi nopeasti 1980-luvulla. Metsähallituksen maiden osalta puhuttiin reilusti yli 10 000 hehtaarin turvemaiden kasvatushakkuutarpeesta vuosittain /1/. Puumääränä se merkitsi noin puolta miljoonaa kuutiometriä. Kasvatushakkuiden lisäksi turvemailla oli myös huomattava uudistushakkuiden tarve. Yleisesti oltiin varsin huolestuneita mahdollisuuksista näin laajamittaiseen toimintaan turvemailla.

Viime vuosikymmenen alussa käytössä ollut metsäkuljetuskalusto ei ollut erityisen sopiva turvemaalle. Perinteinen toimintamalli, jossa puut hakattiin ja liputettiin syksyllä talvella tapahtuvaa ajoa varten ei voinut enää olla yksinomainen ratkaisu. Siihen määrät olivat liian suuret ja lisäksi oli muutenkin tarvetta siirtyä enemmän ympärivuotiseen puunkorjukseen. Kaluston lisäksi ongelmana oli myös miten operoida pehmeällä, oja täynnä olevilla alueilla, joilla kasvaa nuori, vaurioille altis puusto. Huolestuneisuutta lisäsivät eräät havainnot huonosta korjuujäljestä sekä yleensä käyty vilkas keskustelu kasvatushakkuiden korjuuvaurioista /2/.

Edellä kuvatun tilanteen vuoksi Metsähallituksen kehittämisaoston erääksi painopistealueeksi tuli vuodesta 1983 alkaen turvemaiden puunkorjuu. Toiminta jatkui laajana aina vuoteen 1987 asti. Kehittämisaoston toimintaperiaatteen mukaisesti painotettiin nimenomaan käytännön kokeiluja. Kehittämisaostolla oli oma konekalusto ja osa tiedoista saatiin käytännön urakoinnin kautta.

Kokeilutoiminnan tavoitteena oli löytää sopivat toimintamallit turvemaiden puunkorjukseen. Tavoitteenasettelun ja toisaalta puunkorjuun sen hetkisen tilan pohjalta turvemaiden puunkorjuu-ongelma jäsennettiin koe-toiminnan pohjaksi seuraavaan muotoon (ks. kuva 1):

1. *Onko turvemaiden puunkuljetusongelma ratkaistavissa rakenteeltaan sopivilla yleiskoneilla tai sopivan varustuksen avulla?*
2. *Voidaanko turvemaiden puunkuljetuksissa käyttää telamaastureita tai muuta erikoiskalustoa?*
3. *Miten puunkorjuu tulisi suunnitella ja toteuttaa turvemailla?*

Toiminta painottui maastokuljetuksen selvittämiseen, eikä puutavaran valmistusvaiheeseen kovin paljon panostettu. Varsinkin Metsähallituksessa oli siihen aikaan ilman muuta selvä, että turvemaat hakataan miestyönä. Miestyöhakkuun käyttöön turvemailla ei liittynyt suuria ongelmia.

Yleiskoneiden ominaisuuksissa eroja

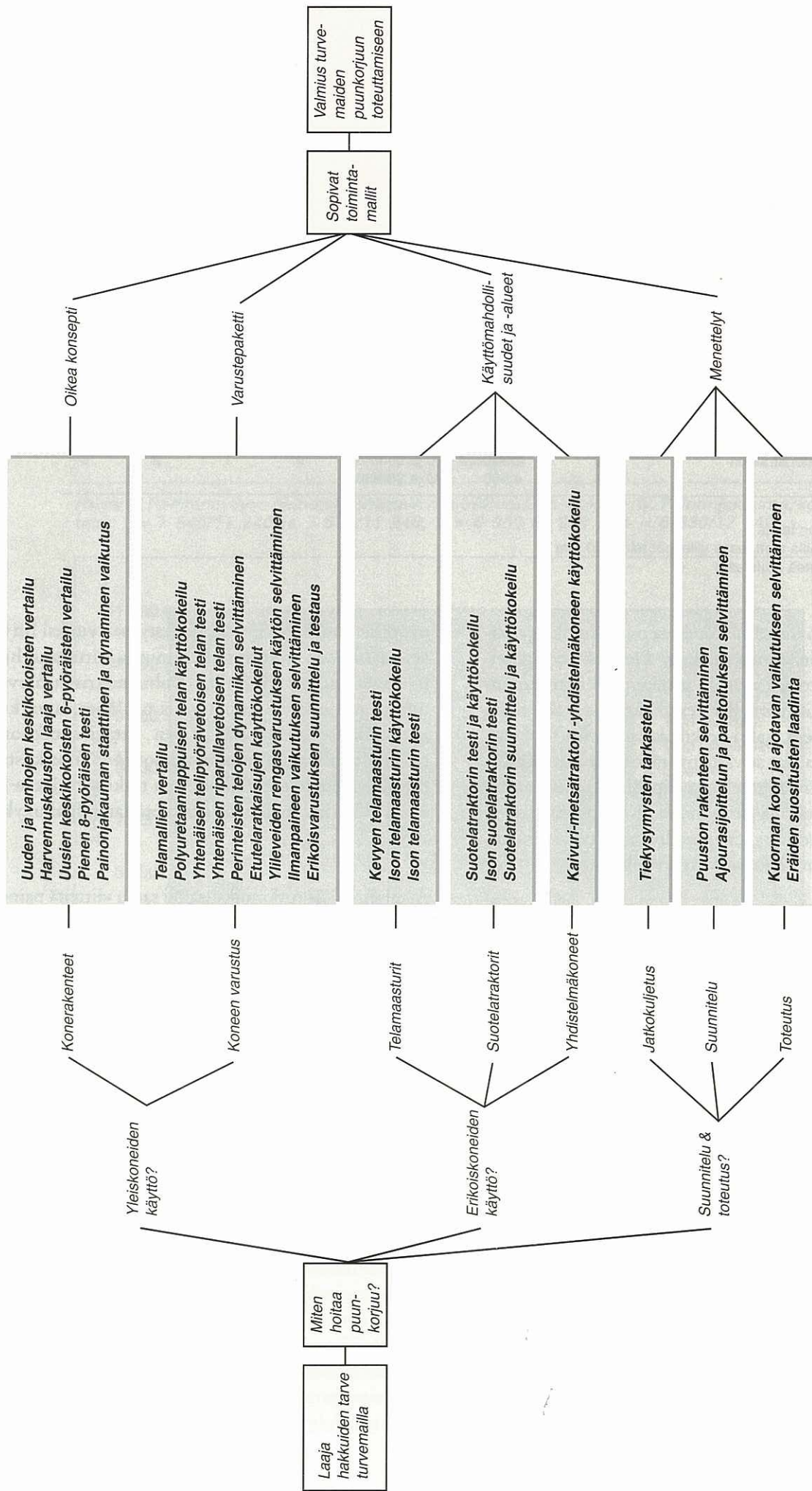
Yleiskoneiden käyttöä perusteltiin työllistämisen helpoudella ja alhaisilla yksikkökustannuksilla.

Viime vuosikymmenen alussa koneiden paino ja pintapaineet olivat suuret ja lisäksi koneiden painonjakumassa, voimansiirrossa ja geometriassa oli puutteita. Tämän vuoksi pyrittiin vertailevien kokeiden kautta löytämään sopivimmat mallit sekä edistämään alan tuotekehitystä. Kokeita järjestettiin useita.

Syksyllä 1983 järjestettiin kolmen keskikokoisen metsätraktorin vertailu Vaalassa /3/. Traktorit olivat etutlastolla varustettu perinteinen 6-pyöräinen, uudehko 8-pyöräinen ja uuden suuntauksen mukainen 6-pyöräinen. Kokeessa mitattiin raidesyvyyyksiä turvemaaleimikon rinnakkaisilla ajourilla ja pellolle suunnitelluilla koeradoilla. Selvästi parhaaksi osoittautui uusi 6-pyöräinen traktori. Menestyksen syinä olivat alhainen kokonaispaino, leveät renkaat sekä ennen kaikkea kevyt, alumiinista tehty keula.

Uusi kone menestyi paljon paremmin kuin voitiin odottaa, mistä seurasi erilaisia spekulatioita. Pintapainelaskelmien kautta voitiin todeta, että kuusipyöräisissä koneissa pintapaineet ovat vielä kohtuullisilla kuormilla suurimmat keulassa. Näin ollen koneen etuakselille kohdistuva massa on raiteenmuodostuksen kannalta keskeisessä asemassa. Turvemailla asian merkitys vielä korostuu tyhjänä- ja kuormattuna-ajon suuren osuuden ja usein pieniksi jäävien kuitupuukuormien vuoksi. Kahdeksanpyöräisissä koneissa pintapaine edessä on kyllä pienempi, mutta keulan massa on vastaavasti suurempi. Voidaan olettaa, että pintapaineen lisäksi myös pelkällä massalla on merkitystä raiteenmuodostuksen kannalta.

Vaalan kokeen tuloksien perusteella suorastaan vaadittiin perusteellista, myös koneiden lumessakulkuominaisuudet käsittävää vertailua. Kehittämisaosto, Metsäntutkimuslaitos ja Veitsiluoto Oy päättivät sen vuoksi yhdessä järjestää laajat vertailevat kokeet sekä talvi- että kesäolosuhteissa /4,5/. Mukaan saatiin lähes koko markkinoilla oleva harvennushakkuukalusto. Koneiden ominaisuuksia turvemailla tutkittiin Iissä elo- ja syyskuussa 1984. Kokeeseen osallistui yhteensä 15 konetta. Koe suoritettiin vertaamalla koneiden raiteenmuodostusta rämeelle ja pellolle suunnitelluilla radoilla. Taulukossa 1 koneet on pyritty asentamaan paremmuusjärjestykseen eri koepaikkojen mittaustulosten perusteella.



Kuva 1. Turvemaiden puunkorjuun kehittämisprosessi 1983 - 1987 Metsähallituksen kehittämisjaostossa.

Taulukko 1. Raiteenmuodostuskuvaajien perusteella arvioitu koneiden paremmuusjärjestys.

Konetyyppi	Pyöräluku, kpl	Omapaino, kg	Renkaan/telan leveys, mm etu/taka	Järjestys raiteiden syvyyden mukaan			
				Pelto, lohko 1 50 m ³	Pelto, lohko 2 10 m ³ *	Pelto, lohko 3 30 m ³	Räme 15 m ³
Pieni metsätraktori	8	6 900	500/500**)	3	3	1	4
Keskikokoinen metsätraktori	6	10 000	600/700	6	1	3	3
- " -	6	10 000	600/600	7	5	6	4
- " -	8	12 500	600/600	8	3	4	8
- " -	8	10 400	600/600	10	5	5	7
- " - ***)	8	13 300	587/589	11		7	6
- " -	6	12 200	600/600	12	8	9	
- " -	6	10 800	600/600	12	7	8	10
- " -	6	12 500	587/559			11	11
Pieni telamaasturi		1 500	650/300	1			
Iso telamaasturi		3 300	600/500	2			1
- " -		3 300	500/330	4			
Suotelatraktori		12 900	650/850	4		1	1
Maataloustraktori	8	7 300	600 ja 500/500	8	1	9	8
- " -	6	4 500	190 ja 360/360				

*) ilman teloja

**) teloilla ajettaessa yllilevät telat 760 mm

***) kiinteä etutelasto

Keskikokoisten metsätraktoreiden osalta tulokset tukiivat aikaisemmin saatuja tuloksia. Pienellä 8-pyöräisellä kuormatraktorilla päästiin pienempään raiteenmuodostukseen kuin parhailla keskikokoisilla. Kokeisiin osallistuivat pieni, kaksi keskikokoista ja iso telakone. Näiden jäljet olivat selvästi pyöräkoneita pienemmät. Yllättävän vähin jäljin selvisi nelipyörävetoinen maataloustraktori vetävällä peräkärjellä. Kaksipyörävetoisen maataloustraktorin raiteenmuodostuksesta ei saatu kuvaa sen huonon liikkumiskyvyn vuoksi.

Vertailut vauhdittivat tehokkaasti tuotekehittelyä ja kohta markkinoille ilmestyi pari uutta, noin kymmenen tonnia painavaa 6-pyöräistä traktoria 600 mm:n renkasvarustuksella. Tämän konseptin koneille järjestettiin lähinnä valmistajien toivomuksesta laaja vertailu Parkanossa kesäkuussa 1985 /6/. Raiteenmuodostusta tutkittiin rämeelle sijoitetulla radalla ja pellolla. Pelto-kohteessa tutkittiin erityisesti kaarteiden, peruutuksen ja teloitta-ajon vaikutusta raiteenmuodostukseen. Vertailuun liittyi myös tuotoskoe.

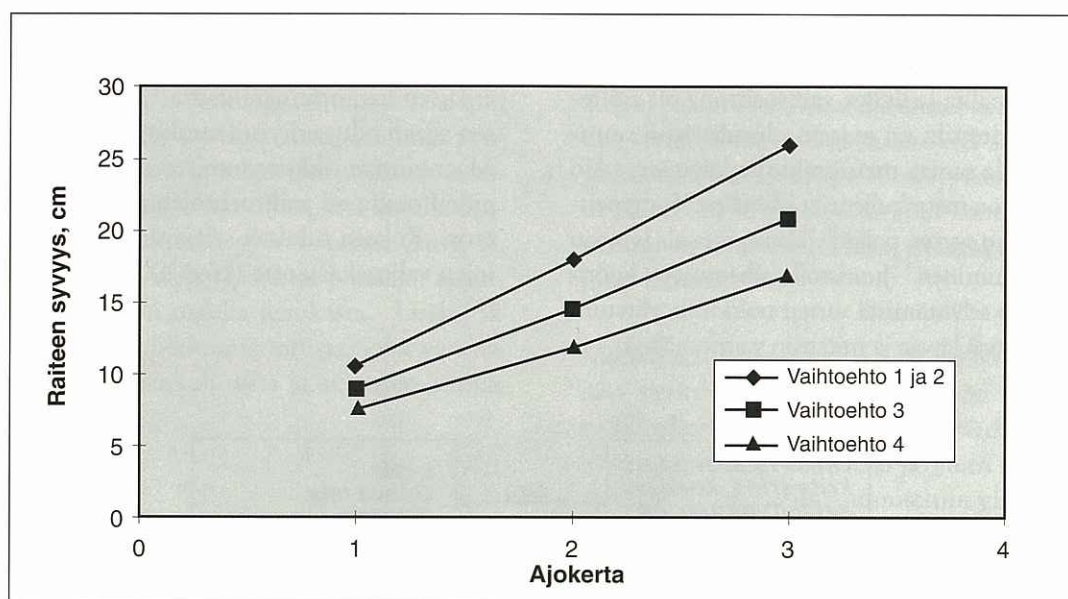
Tutkittavina olleet kolme konetta olivat mitoitukseltaan ja rakenteeltaan lähes samanlaisia. Vain painonjakamassa, keskinivelen sijainnissa ja telirakenteissa oli pieniä eroja. Raiteenmuodostus oli kaikilla koneilla samaa luokkaa ja havaitut erot olivat selitettävissä em. rakenne-eroilla. Myös tuotoksen osalta koneet olivat tasavertaisia.

Tutkimukset keskittyivät alussa keskikokoisten pyörätraktorien ominaisuuksien selvittämiseen. Pienen 8-

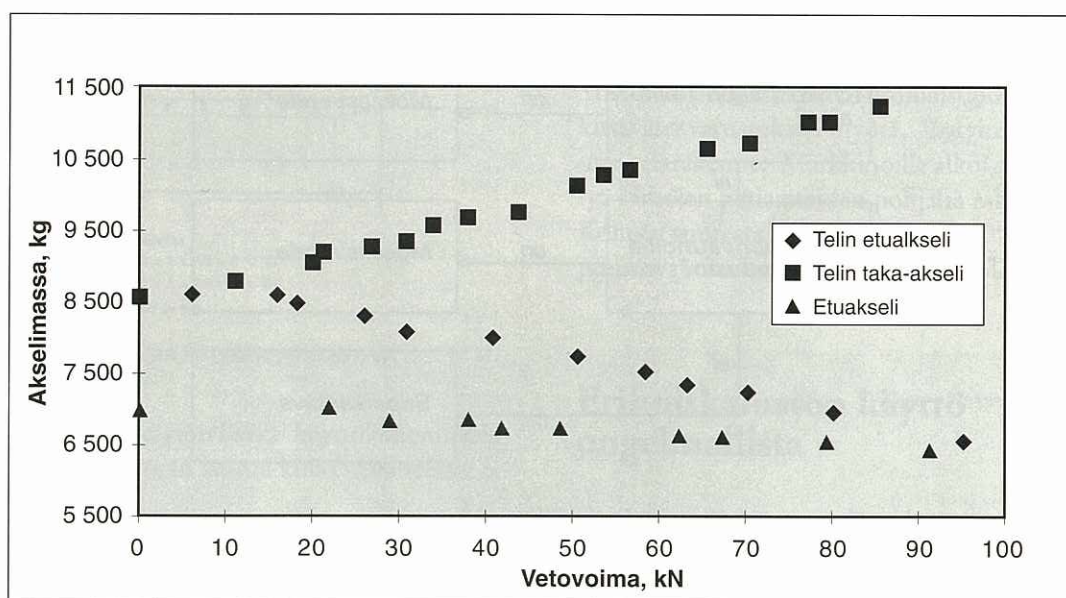
pyöräisen traktorin hyvän menestyksen vuoksi Iin kokeissa /4,5/ se otettiin tarkemmin tutkittavaksi huhti-toukokuussa 1985 /7/. Kolmemetrinen harvennusuun ajossa koneen tuotos oli lähes sama kuin keskikokoisella traktorilla. Sen lumessakulkuominaisuudet olivat kuitenkin huonot /4/. Tuntikustannus jäi vähän alle keskikokoisen traktorin, joten konetta pidettiin omalla käyttöalueellaan kilpailukykyisenä.

Aikaisemmissa tutkimuksissa oli saatu viitteitä painonjakauman vaikutuksesta raiteenmuodostukseen. Asian selvittämiseksi kehittämisjaosto ja Metsäntutkimuslaitos tutkivat kesällä 1986 Ranualla 6-pyöräisen metsätraktorin painonjakaumaa ja sen vaikutusta raiteenmuodostukseen turvemaalla /8/. Tutkimusradat sijaitsivat turvemaan pellolla, jonka ominaisuuksia selvitettiin tarkasti etukäteen. Tutkimustraktorin painonjakaumaa muutettiin sijoittamalla 1 200 kg painoja eri tavalla koneeseen.

Tulosten perusteella painonjakaumalla oli vaikutusta raiteenmuodostukseen (kuva 2). Raiteenmuodostus kasvoi selvästi etupainoisuuden lisääntyessä. Kuusipyöräisessä traktorissa etuakselin pyörien kosketuspinta maahan on taka-akselin vastaavaa pienempi, joten keulan pintapaine lisääntyy kuormituksen kasvaessa nopeammin. Etupainoisuuden lisääntyessä etuakseli saattaa murtaa ja muokata turvemaan pintamaata enemmän, jolloin myös taka-akselin pyörien raiteenmuodostus voi lisääntyä.



Kuva 2. Raiteensyvyys painojakaumittain regressiomallin mukaan /8/. Painonjakauma, kg etu/ taka 1 = 7 540/11 240 ja 7 530/11 240, 3 = 6 850/11 920 ja 4 = 6 330/12 440.



Kuva 3. Traktorin akselimassat painonjakauman funktiona /8/.

Tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota vetovoiman kasvun aiheuttamiin akselimassojen muutoksiin (kuva 3). Ajotilanteessa keula kevenee, jolloin raiteenmuodostus periaatteessa vähenee. Samanaikaisesti painoa siirtyy taka-akselille, joka lisää raiteenmuodostusta. Painonjakauma telissä muuttuu kuitenkin niin, että sen etumainen pyörä nousee, jolla ilmeisesti taas on kulkuvastusta ja raiteenmuodostusta vähentävä vaikutus.

Telin geometrian, mitoituksen ja voimansiirtotavan vaikutuksesta raiteenmuodostukseen saatiin useassa selvityksessä viitteitä /6/. Erillisiin, telin ominaisuuksia koskeviin tutkimuksiin ei kuitenkaan ryhdytty.

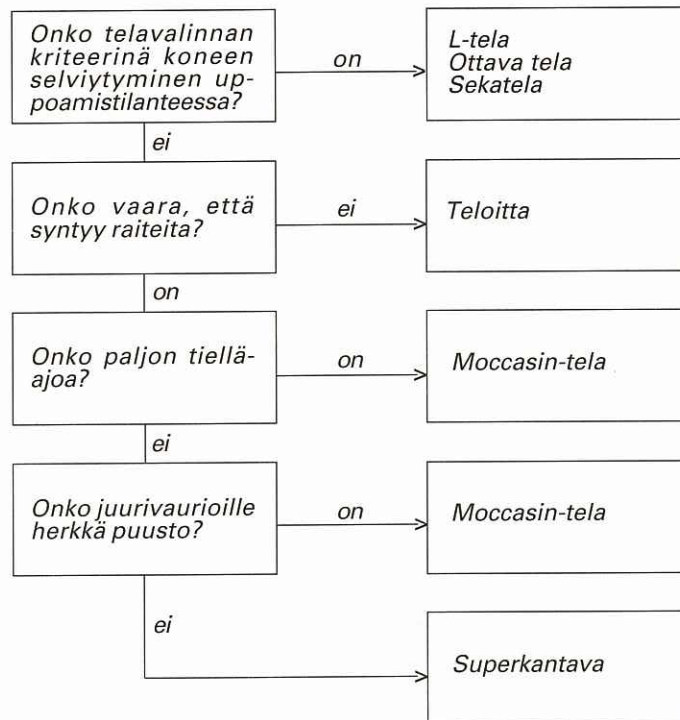
Perinteiset telat rikkovat maanpintaa ja kasvattavat koneen kulkuvastusta

Nähtiin, että yleiskoneen ominaisuuksia turvemaalla on mahdollista parantaa sopivalla varustuksella. Vaihtoehto oli lisäksi kuljetuskustannuksia ajatellen kiehtova, minkä vuoksi siihen panostettiin runsaasti.

Teloja on perinteisesti käytetty metsätraktoreiden teli-pyörissä koneen lumessakulkuominaisuuksien parantamiseksi. Myös sulan maan aikana niitä käytetään parantamaan koneen liikkumiskykyä heikosti kantavalla maalla. Kehittämisjaosto järjesti syyskesällä 1984 laa-

jan kokeen, jossa verrattiin eri telamallien ominaisuuksia sulan maan olosuhteissa /9,10/. Kokeeseen valittiin viisi yleistä telamallia ja lisäksi vaihtoehtona oli ajo teloitta. Koe suoritettiin eri maasto-olosuhteisiin suunnitelluilla radoilla samaa metsätraktoria käyttäen. Ajo tapahtui käytännön metsäkuljetusta jäljitellen. Syntyneistä raiteista mitattiin syvyys, poikkileikkauspinta-ala ja maan pinnan rikkoontuminen. Juuristolle aiheutuvien kuori- ja puuvaurioiden selvittämistä varten traktorilla ylitettiin mäntyriuista tehtyjä lavoja ja mitattiin vauriomääriä.

Telojen väliset erot olivat yleisesti ottaen pienet. Turve- maalla ajettaessa eroja syntyi lähinnä eri vaihtoehtojen erilaisen kantopinnan kautta. Telamaton tiheydellä ei sen sijaan ollut erityistä merkitystä syntyviin raiteisiin. Maanpinnan rikkoontumisen sekä kuori- ja puuvaurioiden osalta eri vaihtoehtojen välillä oli jonkin verran eroa. Kokeen tulokset selviävät parhaiten oheisesta telojen valintakaaviosta (kuva 4).



Kuva 4. Telojen valinta kesäolosuhteissa /9/.

Edellä mainitussa kokeessa ollut polyuretaanitela oli myös kehittämisjaoston käyttökokeilussa /11/. Tulosten mukaan telaa ei voida pitää kovin onnistuneena ratkaisuna. Perinteisiä teloja parempi se oli lähinnä kovi- en maiden juuristovaurioiden osalta. Nämä ovat kuitenkin olosuhteita, joissa voidaan usein ajaa kokonaan ilman teloja. Telan selvimmät haitat olivat kyseenalainen kestävyys, liukkaus ja pieni kantopinnan lisä.

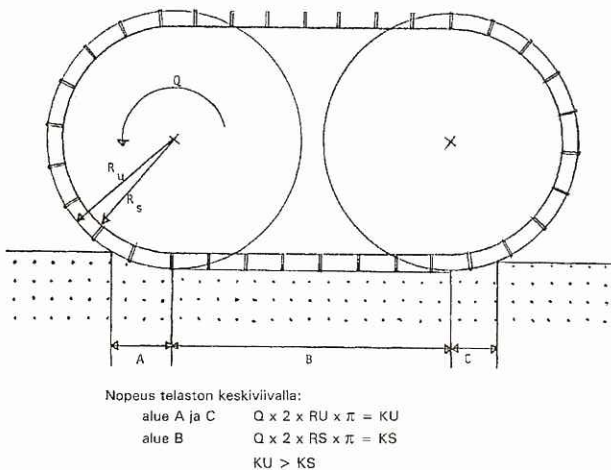
Metsätraktorin renkaan päälle laitettavilla teloilla on useita heikkouksia: ne lisäävät maaston vaurioitumista, kasvattavat koneen liikkumisvastusta ja voimansiirron kitkaa ja lisäksi ne nostavat koneyksikön kokonaispainoa. Sen vuoksi pyrittiin löytämään uusia, parempia telaratkaisuja. Mielenkiintoiselta vaikutti ruotsalaisen metsäkonekehittäjä Lars Bruunin ratkaisu, jossa metsätraktorin teleissa käytettiin yhtenäistä kumitelaa /12/.

Tela pidettiin aina päällä ja telipyörinä käytettiin kuorma-auton paripyöriä. Tela pysyi päällä telan keskellä olevan, paripyörien välissä kulkevan harjan avulla. Koneetta tutkittiin Filipstadissa Ruotsissa lokakuussa 1985.

Kumitelan rakenteen ansiosta vauriot jäivät pienemmiksi kuin vastaavankokoisilla tavallisilla teloilla varustetuilla metsätraktoreilla. Ongelmana oli lähinnä telan kestävyys. Telasto oli myös liian kapea turvemaita ajatellen, mutta olisi ollut levennettävissä.

Myös kotimaisella konevalmistajalla oli vastaavanlainen ratkaisu, jota kehittämisjaosto tutki syksyllä 1986. Tässä ratkaisussa telassa oli ripoja ja veto järjestetty telan päällä olevan rullan avulla. Telipyörät oli asennettu heilurikiinnityksellä, jolloin tela pysyi koko ajan kireänä. Kokemukset olivat samantapaiset kuin Bruunin kehittämällä telalla.

Pyörien päälle asennettavien telojen käytön ongelmat näyttivät kiteytyvän niiden heikkoihin dynaamisiin ominaisuuksiin /13,14/. Perinteisessä telassa telalapot ovat kaarevia ja nivelöity toisiinsa alempana kuin pyörän pinta, jolloin pyörän ja telan vierintäsaiteet muodostuvat erilaisiksi. Tämä johtaa siihen, että kovalla alustalla tela laahaa ja pehmeällä pyörät sutivat (kuva 5). Mikäli telalapuissa on vielä ripoja tai piikkejä, maanpinnan ”muokkaus” on todella tehokasta. Lisäksi ilmiö kasvattaa koneen liikkumisvastusta, joka vuorostaan nostaa polttoaineenkulutusta ja aiheuttaa turhaa koneen kulumista.



Kuva 5. Perinteisen telan käyttäytyminen /9/.

Telissä olevien telojen käytön lisäksi käyttökokemuksia hankittiin myös apupyörän kautta kulkevasta telasta ja yhden pyörän telasta.

Varsinaisia rengastestejä ei tehty. Kirjallisuustutkimuksena selvitettiin ylileveistä (vähintään 1000 mm) renkaista ja paripyörärakenteista saadut kokemukset Pohjois-Amerikassa /15/. Ylileveän rengasvarustuksen paremmuus heikosti kantavalla maalla näytti olevan kiistaton: lähes kaikissa tutkimuksissa traktorin selviytyminen oli parantunut, tuotos noussut ja maastovauriot vähentyneet ylileveän rengasvarustuksen myötä. Lisäksi polttoaineen kulutus oli vähentynyt. Tehdyn arvion mukaan ylileveä rengasvarustus ei kuitenkaan näyttänyt kovin lupaavalta vaihtoehdolta pohjoismaisessa kuormaa kantavassa traktorissa käytettynä. Ylileveä rengasvarustus kasvattaa koneen leveyttä ja hankaloittaa sen käyttöä harvennushakkuissa.

Erään konevalmistajan vilpin vuoksi uusien keskikokoisten 6-pyöräisten traktoreiden vertailussa /6/ jouduttiin erikseen selvittämään ilmanpaineiden vaikutusta raiteenmuodostukseen /16/. Selvitys koski eturenkai-

den ilmanpaineita. Tulosten mukaan näyttää siltä, että ajettaessa matalailmatilaisilla renkailla tasaisen pehmeällä, ei palautuvalla alustalla eturenkaiden ilmanpaineiden verraten suuretkaan muutokset eivät kovin selvästi vaikuta metsätraktorin raidesyvyyteen. Pienin kokeiltu paine (80 kPa) oli yllättävän kantava, eikä kovemmalla alustalla renkaan kasaanpainumista voinut juuri havaita.

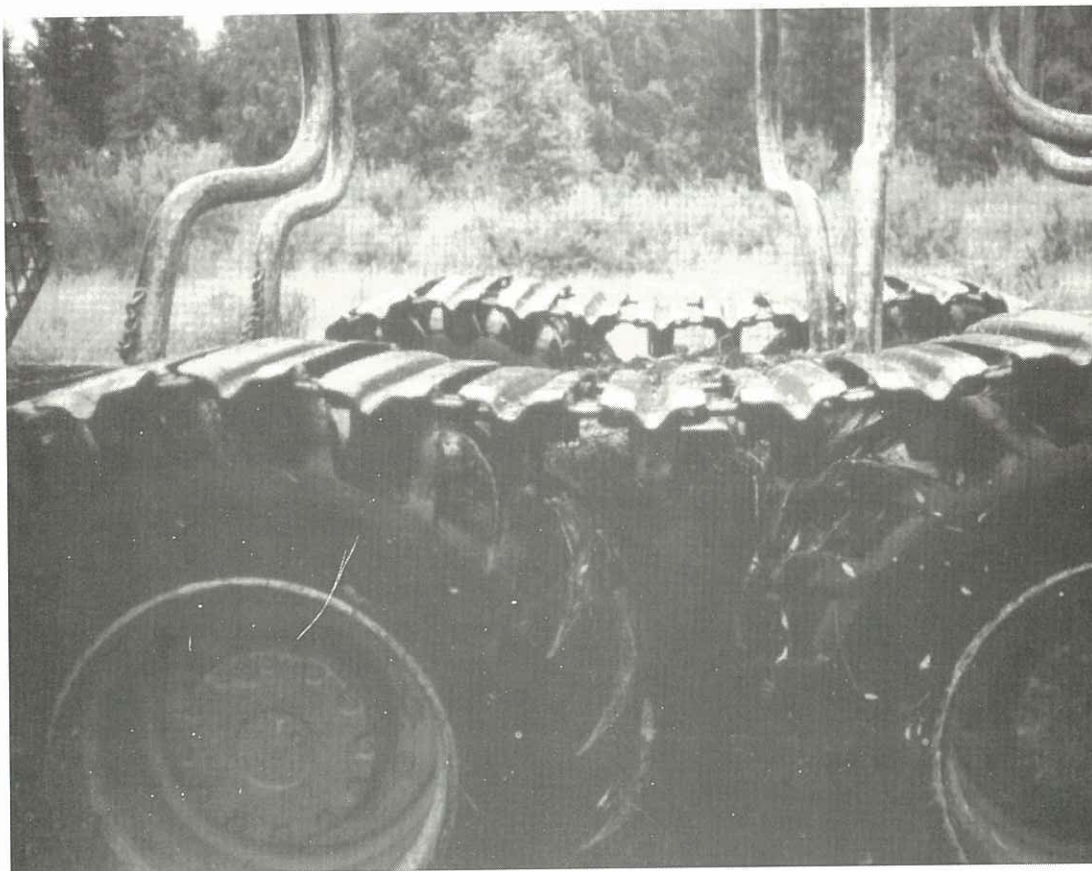
Metsätraktorin varustelua koskevien tutkimusten pohjalta pyrittiin löytämään käytännön varustepaketti 6-pyöräiselle metsätraktorille /17/. Päädyttiin ratkaisuun, jossa asennettiin taakse telat ja eteen levikepyörät (kuvat 6 ja 7). Varustus suunniteltiin yhdessä paikallisen konepajan kanssa. Telan laput olivat suoria ja tela pysyi päällä lappujen päissä olevien ohjauspalojen avulla. Levikepyörässä käytettiin maatalustraktorin rengasta. Varustellun koneen ominaisuuksia tutkittiin raide-, ajonopeus ja vauriomittauksin Ranualla ja Vuolijoella syksyllä 1986.

Traktorin pehmeän maan ominaisuudet paranivat merkittävästi varustuksen myötä. Erityisen onnistunut oli uusi telarakenne. Markkinoille alkoi sen jälkeen ilmestyä samojen periaatteiden pohjalta rakennettuja teloja. Koneen suuresta leveydestä (n. 2 920 mm) huolimatta puustovauriot harvennushakkuissa olivat pienet.

Erikoiskaluston käyttö ongelmallista

Ajatus erikoiskaluston käytöstä perustui siihen, että turvemaita voisi olla koneen järkevänkokoisella työskentelyalueella niin paljon, että konetta pystytään työllistämään sulan maan aikana pääsääntöisesti turvemaiden ja muiden heikosti kantavien maiden puunkuljetuksissa. Tiedettiin, että erityisesti tela-alustaisten koneiden raiteenmuodostus on pientä, joten erikoiskaluston tutkimisessa painopiste oli enemmän koneiden käytön taloudellisten edellytysten selvittämisessä.

Jo kokeilujen alkuvaiheessa tehtiin linjanveto, että keveitä telamaastureita ja muuta pienkalustoa ei kannata ruveta laajemmin tutkimaan. Tutkimuksessa oli todettu, että kuljetuskustannukset muodostuvat pienillä telamaastureilla huomattavan korkeiksi /18/. Kun myös puutavaran valmistus tulee pienen rungonkoon ja poistuman vuoksi /19/ turvemaidella kalliiksi katsottiin, että edellytykset pienkaluston käytölle ovat heikot. Lisäksi korjuuvauriot olivat pienellä telamaasturilla odotettua suuremmat /18/.



Kuva 6. Kehittämisjaoston ja paikallisen konepajan suunnittelema maastoystävällinen tela /17/.
Telan leveys 900 mm.



Kuva 7. Kehittämisjaoston ja paikallisen konepajan suunnittelema levikepyörävarustus /17/.
Renkaan leveys 240 mm.

Isot telamaasturit tuntuivat jo kiinnostavilta, minkä vuoksi kehittämisjaostolle hankittiin vuonna 1984 noin 4,5 tonnia painava telamaasturi perävedolla. Pienen käytön jälkeen huomattiin, että kone oli suunniteltu liian kapeaksi. Vaikka ajouralla olevia kantoja lyhennettiin, se kaatui toistuvasti. Konea lähetettiin takaisin valmistajalle levennettäväksi 30 senttimetrillä /20/. Lisäksi siihen tehtiin eräitä muita parannuksia.

Alkupalvesta 1985 konetta tutkittiin perusteellisesti Rovaniemellä /21/. Kuljetuskustannusten osalta kone oli noin 30 - 50 % kalliimpi vaihtoehto kuin tavallinen pitkäpuomilla varustettu keskikokoinen metsätraktori. Kantavissa oloissa korjuuvauriot arvioitiin olleen vähintään samaa luokkaa kuin keskikokoisella pyörätraktorilla. Pienten pintapaineiden vuoksi korjuujälki heikosti kantavalla maalla arvioitiin telamaasturilla paremmaksi kuin keskikokoisella pyörätraktorilla.

Koneeseen tehtiin vielä talvella 1986 joukko muutoksia sen tuottavuuden parantamiseksi. Koneen tuotostaso saatiin jonkin verran nousemaan, mutta kustannusten osalta se jäi edelleen selvästi kalliimmaksi vaihtoehdoksi kuin keskikokoinen pyörätraktori /22/. Vuoden 1987 lopussa kone myytiin.

Markkinoille ilmestyi kehittämisjaostolle hankittua isoa telamaasturia kehittyneempi kone, jota kehittämisjaosto testasi käytännön työmaolosuhteissa keväät-kesällä 1985 /23/. Kuljetuskustannus oli 38 % korkeampi kuin keskikokoisella pyörätraktorilla. Vaurioinventointia ei tehty, mutta arvion mukaan runkovaurioiden määrä oli sama kuin keskikokoisella pyörätraktorilla.

Isojen telamaastureiden lisäksi kiinnostuksen kohteina olivat keskikokoisen pyörätraktorin painoluokkaa olevat suotelatraktorit. Näiden potentiaalinen tuotostaso oli hyvä ja niissä oli mahdollista käyttää silloisten hakkuumenetelmien ja ajouravälin edellyttämää pitkäpuomikuormainta. Syksyllä 1984 kehittämisjaosto kokeili Rovaniemellä tällaisen koneen prototyyppeä /24/. Kone oli rakennettu maataloustraktorin pohjalta ja painoi 12,9 tonnia. Telat olivat kangasvahvisteista kumia ja niissä oli teräksiset poikkirivat. Suotelatraktorin rinnalla tutkittiin uutta 6-pyöräistä keskikokoista metsätraktoria.

Suotelatraktorin tuntituotos oli yleensä suolla kysymyksen tulevissa olosuhteissa noin 70 % vertailutraktorin tuotoksesta. Kone oli kuitenkin halvempi kuin keskikokoinen pyöräkone, jolloin suotelatraktorin yksikkökustannus oli noin 18 % korkeampi kuin vertailutraktorin. Suotelatraktorin raidesyvyys oli selvästi pienempi kuin keskikokoisella pyörätraktorilla. Puustovauri-

oiden määrä oli kummallakin koneella tavanomainen. Telojen kanssa oli ongelmia.

Suotelatraktorit kiinnostivat päättäjiä ja eräs valmistajan kone kiersi jonkin aikaa turvemaan leimikkojen ajossa Pohjanmaalla. Koneesta ilmestyi myös isompi versio, jota seurattiin Rovaniemellä.

Kokeilukäytössä olleet suotelatraktorit eivät olleet rakenteeltaan kovin edistyksellisiä, minkä vuoksi kehittämisjaosto ja valmistaja yhdessä suunnittelivat uuden, metsäkuljetuskaluston vaatimukset paremmin täyttävän traktorin. Uusi suotelatraktori painoi 12,5 tonnia ja sen telarakenteet olivat samantapaiset kuin aikaisemmin tutkitussa versiossa. Koneyksikkö saatiin kehittämisjaoston käyttöön elokuussa 1985 ja sitä seurattiin jatkuvasti käytännön työssä ja sen lisäksi siitä tehtiin kaksi erillistä aikatutkimusta /25/. Koneen tuotostaso oli olosuhteissa, joissa telastoa ei tarvinnut varoa vähintään keskikokoisten pyörätraktoreiden luokkaa.

Koneen telaston kestävyys kanssa oli suuria ongelmia ja syksyllä 1987 siihen asennettiin terästelat. Muutostöiden jälkeisen koneen käyttökokeilun sekä seurannan perusteella voitiin todeta, että koneen käyttövarmuus käytännön toimintaa ajatellen oli edelleen huono /26/. Myöhemmin telasto muutettiin ketjuvetoiseksi, jolloin koneen käyttöaste hiukan parani. Kone myytiin syksyllä 1988.

Varsin erikoinen maastokuljetusratkaisu oli puuntuotantopuolelta tarjottu yhdistelmätraktori, jolla oli tarkoitus kesällä kaivaa tai perata metsäojia ja talvella kuljettaa puuta suometsissä. Kyseessä oli 8-pyöräinen, runko-ohjattu iso traktorikaivuri, jossa kauha vaihdettiin puutavaran ajossa puutavarakouraan. Puutavaran ajossa koneeseen kytkettiin vedettävä peräajoneuvo, jossa paljaan maan aikana oli telipyörät ja lumen aikana jalakset. Kone ei kestänyt puutavaran kuljetuksessa ja lisäksi korjuuvauriot olivat suuret. Koneen tuotostaso oli noin 80 % tavallisen keskikokoisen metsätraktorin tuotoksesta, minkä vuoksi sen käyttö tuli myös tätä selvästi kalliimmaksi /27, 28/.

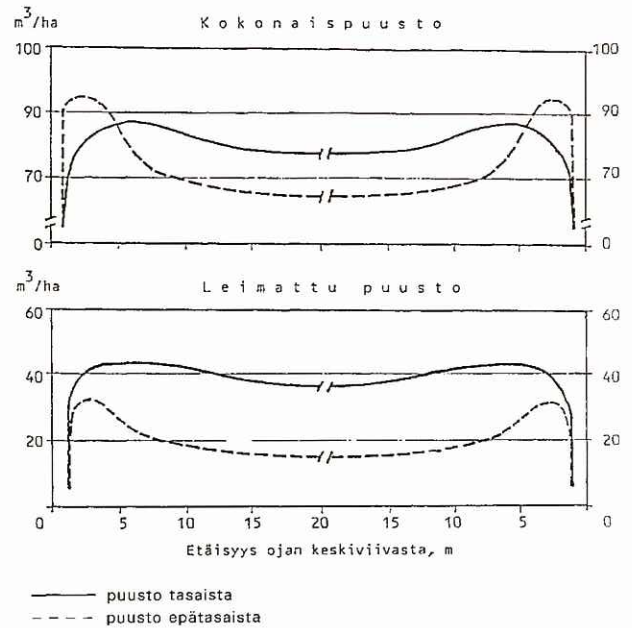
Sopivan kaluston lisäksi oikea korjuun toteutustapa

Lähtökohtana pidettiin, että turvemaiden puunkorjuuta ei voida ratkaista pelkästään sopivan kaluston avulla. Turvemaalla tarvitaan tiettyjä kangasmaasta poikkeavia menettelyjä korjuun mahdollistamiseksi ja hyvän työjäljen saavuttamiseksi.

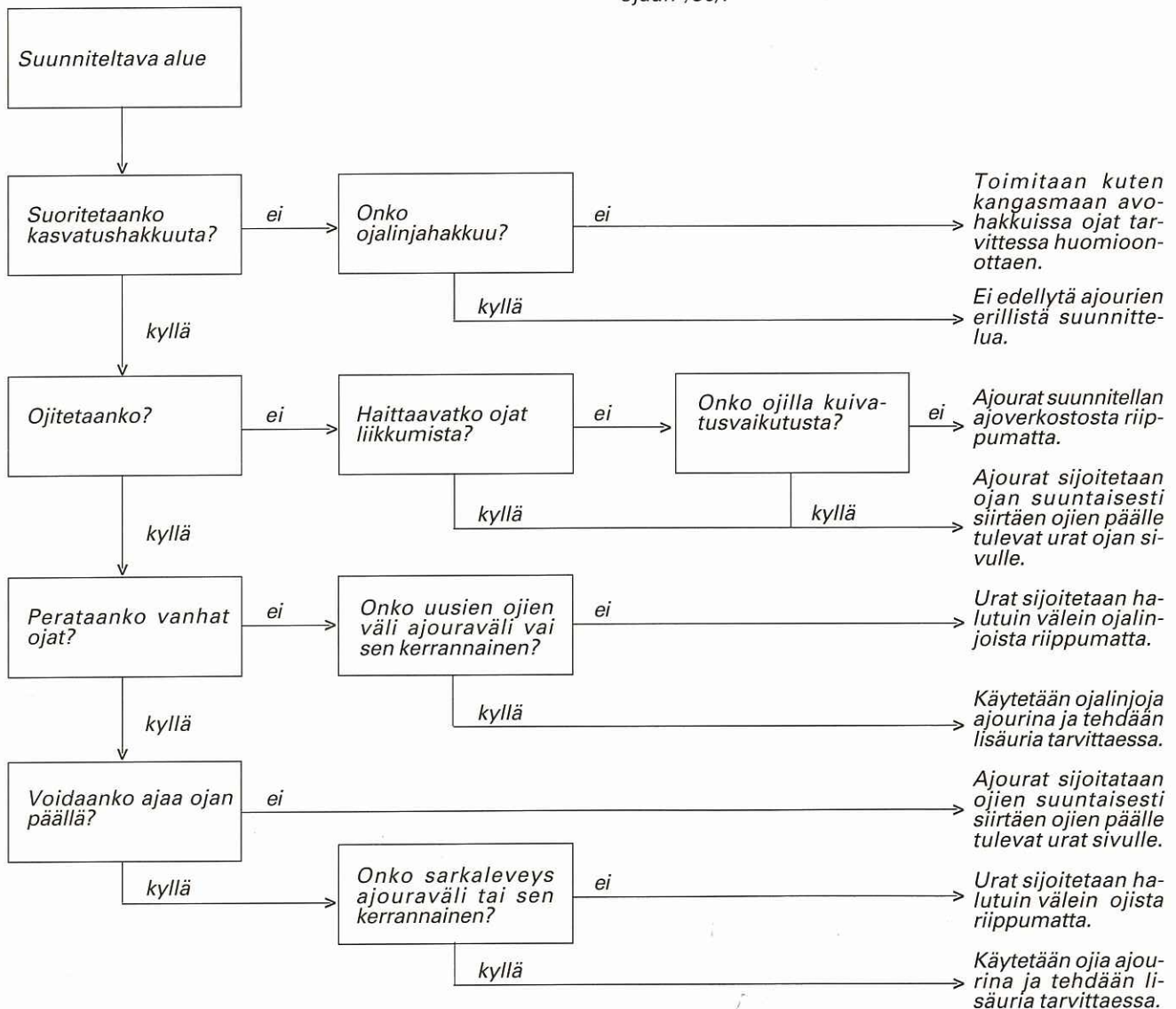
Turvemaiden tiekysymyksiä pohdittiin jonkin verran, mutta mitään varsinaista tutkimusta aiheesta ei erikseen tehty /29,30/.

Ojitusalueiden nuorten kasvatusmetsien vaihtelua koskevan tutkimuksen mukaan ojitusalueiden puustot ovat epätasaisia ja niissä esiintyy jonkin verran aukkoisuutta /19/. Puustossa esiintyy myös systemaattista vaihtelua (kuva 8). Tutkimuksen perusteella kiinnitettiin huomiota siihen, että vähäpuustoiset alueet tulee aikasempaa selvemmin rajata käsittelyn ulkopuolelle /31/.

Ajourasuunnitteluun ja palstoitukseen kiinnitettiin paljon huomiota. Käytännön leimikkoaineistojen perusteella kiteytyi päätösmalli ajouran sijoittelua varten (kuva 9)/31/.



Kuva 8. Puuston kuutiomäärän riippuvuus etäisyydestä ojaan /30/.

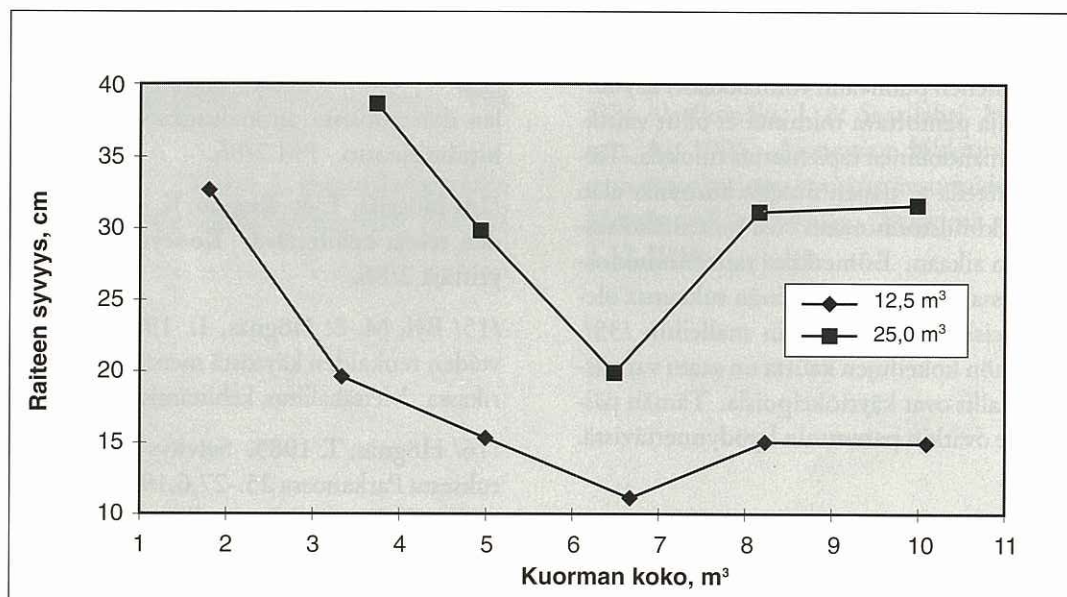


Kuva 9. Päätösmalli ajourien sijoittelutavan määrittämistä varten /31/.

Toteutuksen osalta selvitettiin kuorman koon vaikutusta metsätraktorin raidesyvytyteen /32/. Koe suoritettiin Rovaniemellä elokuussa 1985 mittaamalla keskikokoisien 6-pyöräisen traktorin raiteenmuodostusta erikokoisilla kuormilla avohakatulla rämeellä. Kuormassa oli kolmemetristä kuitupuuta. Mittausten pohjalta tehtyjen laskelmien mukaan matalimmat raiteet saavutettiin noin 7 m³:n kuormalla. Optimikuorma oli odotettua

suurempi ja sen perusteella pääteltiin, että kolmemetristä kuitupuuta ajettaessa kuorman kokoa on harvoin syytä rajoittaa raiteenmuodostuksen vähentämiseksi (kuva 10).

Varsinaisen tutkimustoiminnan ohella pyrittiin myös laatimaan ohjeita turvemaiden puunkorjuun suunnitteluun ja toteutukseen /31, 33/.



Kuva 10. Raiteen syvyyden riippuvuus kuorman koosta kuljetetun puumäärän ollessa 12,5 m³ ja 25,0 m³ /32/. Kuva on piirretty tasoitettujen raiteenmuodostuskuvaajien perustella.

Laajoja konevertailuja ei tarpeen

Kehittämisjaoston turvemaiden puunkorjuuta koskeva kokeilutoiminta oli hyvin laajaa ja tulokset ovat suurelta osin edelleen hyödynnettävissä. Samanlaisiin mittaviin kokeiluihin tuskin tässä vaiheessa kannata mennä. Tällaisiin olisi myös todennäköisesti vaikea saada samanlaista konevalmistajien tukea kuin 1980-luvun puolivälissä.

Pyörätraktoreiden pehmeän maan ominaisuuksiin vaikuttaa jonkin verran osittainen siirtyminen 600 mm:n rengasleveydestä 700 mm:n leveyteen. Vaikutus ei kuitenkaan voi olla kovin merkittävä ottaen huomioon, että käytettävä kalusto lienee samalla keskimäärin jonkin verran ”lihonut”. Laajassa vertailussa vuonna 1985 saatiin jonkin verran tietoa 700 mm:n rengasleveyden vaikutuksesta /4,5/. Uusien teknisten ratkaisujen myötä pyörätraktoreiden voimansiirto on ilmeisesti saatu maastoystävällisemmäksi. Muutos ei liene ratkaiseva ja uuden tekniikan vaikutusta pystyträneen selvittämään pienellä kokeella.

Tela-alustaisten koneiden osalta telamateriaalit ovat todennäköisesti kehittyneet ja koneiden käyttöaste parantunut. Tämä voidaan selvittää pienen seurantatutkimuksen avulla.

Pyöräkoneissa käytettäviä teloja tutkittiin paljon, eikä uusia tutkimuksia kannattane käynnistää. Tällä hetkellä ei edes hyödynnetä kaikkea sitä tietämystä, mikä aiheesta löytyy.

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 telamaastureita, moottorikelkkoja jne. Kehittämistyössä tulisi näin olleen painottaa innovaatioita, joilla korjuun talous pysyy kurissa /vrt. 34/.

On selvää, että turvemaiden puunkorjuun ongelmia ei pystytä ratkaisemaan vain sopivan konekaluston avulla. Toinen keskeinen elementti on oikea toimintamalli korjuun suunnittelussa ja toteutuksessa. Tältä osin 1980-luvun näkemykset tuntuvat vanhentuneilta. Ym-

päristönäkökulma on vahvistunut ja metsien käsittely muuttunut, joten asian uudelleen selvittäminen ja ohjeistaminen saattaisi olla tarpeen.

Suurin tutkimustarve tulee välillisesti turvemailla hakkattavan puuston kautta. Ensiharvennuspuun korjuu on kallista ja uusien menetelmien ja kaluston kehittämiseen tulisi panostaa. Turvemaita ajatellen erityisen kiinnostava konehakkuvaihtoehto on metsätraktoriin kytkettävä hakkuulaite.

Viime vuosikymmenen puolivälin voimakkaasti käytännön konekokeiluja painottava toiminta ei ollut välttämättä tehokkain mahdollinen tapa tuottaa tuloksia. Tieteellisemmällä otteella ja paneutumalla kunnolla alan aikaisempaan tutkimustoimintaan olisi todennäköisesti saatu enemmän aikaan. Esimerkiksi raiteenmuodostuksen tutkimisessa olisi voitu enemmän tukeutua olemassa oleviin yleisiin matemaattisiin malleihin /35/. Toisaalta käytännön kokeilujen kautta on saatu varmistusta sille, että mallit ovat käyttökelpoisia. Tämän päivän tilanteessa ne ovatkin paremmin hyödynnettävissä.

Lähteet:

- /1/ Metsähallituksen soiden metsätalousprojekti 1982-1993. 1994. Metsähallitus. Moniste.
- /2/ Högnäs, T. 1982. Korjuujälki eräissä 1980-1982 toteutetuissa kasvatushakkuuleimikoissa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 135.
- /3/ - " - 1983. Ponsse S 15 -metsätraktorin suokelpoisuus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 186.
- /4/ Siren, M, & Ala-Ilomäki, J. & Högnäs, T. 1987. Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus. Folia Forestalia 692.
- /5/ - " - 1985. Erilaisen puutavaran maastokuljetuskaluston suokelpoisuus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 212.
- /6/ Högnäs T. 1985. Eräiden uusien metsätraktoreiden suokelpoisuus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 216.
- /7/ Hänninen, T. 1987. Norcar -metsätraktorin käyttö harvennuspuun kuljetuksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 243.
- /8/ Ala-Ilomäki, J. & Högnäs, T. 1987. Painonjakaman vaikutus kuusipyöräisen kuormatraktorin raiteenmuodostukseen turvemailla. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 246.
- /9/ Kumpuniemi, P. 1985. Metsätraktorin telan vaikutus korjuuvaurioihin. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 143.
- /10/ - " - 1985. Metsätraktorin telat vertailussa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 6/85.
- /11/ Högnäs, T. 1986. Kokemuksia Gislaved Moccasin -telasta. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 9/86.
- /12/ - " - 1985. Bruun Two Compact -metsätraktori. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 220.
- /13/ - " - 1986. Havaintoja metsätraktorin telan dynaamisista ominaisuuksista. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 7/86.
- /14/ Högnäs, T. & Rieppo, K. 1986. Metsätraktoreiden teloja kehitettävä. Koneyrittäjien Liitto. Koneyrittäjä 2/86.
- /15/ Byl, M. & Högnäs, T. 1985. Kokemuksia ylileveiden renkaiden käytöstä metsäkoneissa Pohjois-Amerikassa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 225.
- /16/ Högnäs, T. 1985. Selvitys ilmanpaineiden vaikutuksesta Parkanossa 25.-27.6.1985 järjestetyssä suokelpoisuuskokeessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 11/85.
- /17/ Vilkkö, J. 1986. Metsätraktorin suokelpoisuuden parantaminen. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 237.
- /18/ Fredriksson, T. 1984. Terri 1000 D i närtransport. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 140.
- /19/ Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusmetsissä. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 11/84.
- /20/ Högnäs, T. 1984. Jermu -telamaasturin käyttö 1984. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 13/84.
- /21/ - " - 1986. Harvennuspuutavaran kuljetus Jermu -telamaasturilla. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 230.
- /22/ Hänninen, T. 1987. Muutostöiden vaikutus Jermu -telamaasturin käyttöominaisuuksiin. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 240.
- /23/ Hänninen, T. & Kumpare, T. 1986. Farmi Trac -telamaasturi harvennuspuun kuljetuksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 232.
- /24/ Högnäs, T. 1984. Meri Trackmo -metsätraktori. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 204.
- /25/ Högnäs, T. 1986. Meri Trackmo 100 -metsätraktori. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 228.

- /26/ Hänninen, T. & Mustonen, J. 1988. Kokemuksia Meri Trackmo 100 -suotelatraktorista. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tiedote 3/1988.
- /27/ Högnäs, T. 1983. Kokemuksia Finncombi Ky:n yhdistelmätraktorista puutavaran maastokuljetuksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 11/83.
- /28/ - " - 1984. Puutavaran maastokuljetus F 20 -yhdistelmätraktorilla. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 3/84.
- /29/ - " - 1983. Turvemaiden kulku- ja kuljetuskysymykset. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 10/83.
- /30/ Pohjola, T. 1984. Tiestön ja maastokuljetuksen optimointi. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 11/84.
- /31/ Högnäs, T. 1985. Ojitusalueiden puunkorjuu. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 13/85.
- /32/ - " - 1985. Kuorman koon vaikutus metsätraktorin raidesyvyyteen. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 217.
- /33/ - " - 1984. Puunkorjuu turvemaiden kasvatusmetsissä.
- /34/ Ahonen, H. 1996. Keinuva pyörä - pyöränriipustus uusiksi. Yhtyneet kuvalehdet Oy. Tekniikan Maa-ilma 19/1996.
- /35/ Ala-Ilomäki, J. & Saarilahti, M. & Rummukainen, A. 1996. Ajoneuvon liikkumismallien soveltuvuus puunkorjuun ympäristövaurioiden ennustamiseen. Metsäntutkimuslaitos. Esitelmä tutkimuspäivällä 3.12.1996.