

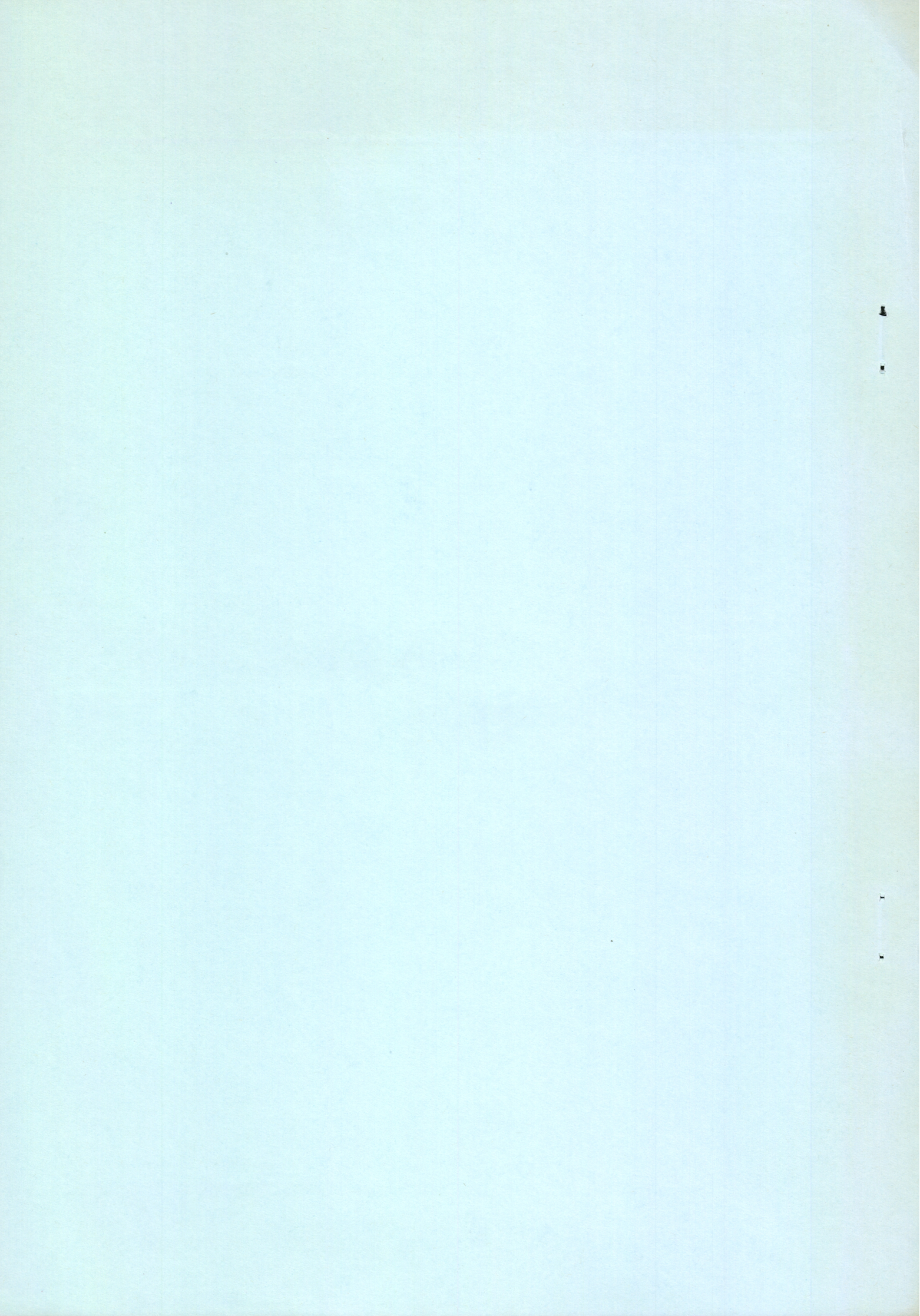
METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian tutkimusosasto

4/1977

HARVENNUSPUUN KASVATUKSEN JA KORJUUN ONGELMIA

MATTI KÄRKKÄINEN

Helsinki 1977-03-25



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusosasto
Puuntuotoksen tutkimussuunta

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen työohjelmassa vuodelle 1977 on mainittu, että metsäteknologian tutkimusosastolla tehdään tutkimustarpeen kartoitus harvennusmetsien puunkorjuuseen liittyvistä ongelmista eri tieteenalojen kannalta. Käsillä oleva moniste on ensimmäinen luonnos tällaisiksi selvityksiksi. Erityisenä tavoitteena on ollut tarkastella, missä määrin ongelmista voidaan muodostaa selkeä yhteistyöprojekti.

Toivon, että eri tieteenalojen kehittämistä vastuussa olevat henkilöt ja muut asiasta kiinnostuneet voisivat ottaa kantaa esitettyihin ongelmiin ja niitten tutkimustarpeeseen. Näiden lausuntojen perusteella voidaan tehdä lopullinen versio.

Konekirjoitustyöstä on metsäteknologian tutkimusosastolla vastannut Aune Rytkönen. Kiitän avusta.

Helsinki 1977-03-24

Matti Kärkkäinen

1. JOHDANTO

Vastuuntuntoisessa metsätaloudessa puunkorjuuta ei koskaan voida tarkastella erillisenä ilmiönä, vaan on otettava huomioon puunkorjuun vaikutus muuhun metsätalouteen. Erityisen tärkeä tällainen lähestymistapa on harvennusemetsien puunkorjuussa. Selvää on, että puun korjuu vaikuttaa jäljelle jäävään metsään ja toisaalta metsä vaikuttaa puunkorjuuseen jo perustamisestaan alkaen. Tämän vuoksi on tarpeellista tarkastella harvennusemetsien puunkorjuun ongelmia monipuolisesti aina metsikön perustamisesta tai itse asiassa jo edellisen puusukupolven korjuusta alkaen, ja päättyä metsikön päätehakkuuseen.

Ei kuitenkaan riitä, että tarkastellaan olemassa olevia oloja ja eri tekijöitten keskinäisiä vaikutuksia nykyhetkellä. Mahdollisuuksien mukaan tulisi ottaa huomioon yhteiskunnan ja teknologian kehittyminen. Esimerkiksi tällä hetkellä perustettava metsikkö joutuneen harvennuksen kohteeksi vasta ensi vuosituhanen puolella, ja näin ollen metsikön suunnittelussa tulisi lähteä usean vuosikymmenen kuluttua vallitsevista vaatimuksista ja vaikutussuhteista. Esimerkiksi jos oletetaan, että harvennusteknologia edellyttää tuolloin riviharvennusta, nyt perustettava metsikkö täytyy istuttaa tai kylvää riveihin järkevän työskentelyn mahdollistamiseksi.

Aika metsikön perustamisesta sen ensimmäiseen harvennukseen on kuitenkin Suomen oloissa niin pitkä, ettei käytännössä voida esittää täsmällisiä vaatimuksia tulevaisuuden epävarmuuden vuoksi. Sen vuoksi käytännössä joudutaan käsittelemään paljolti nykyhetken vaatimuksia ja ottamaan erikseen huomioon yleisen kehityksen aiheuttamat muutokset.

2. HAKKUUALUEEN RAIVAUS

2.1. Luonnontaimien hyväksikäyttö

Uutta puusukupolvea perustettaessa joudutaan avohakkuualueiden ollessa kyseessä tekemään päätöksiä soveliaasta hakkuualueen raivauksesta. Tällöin joudutaan pohtimaan mm. luonnontaimien

hyväksikäytön mahdollisuuksia. Jossakin määrin selvityksiä on asiasta tehty, mutta ilmeistä on, että huomattava tutkimusresurssien ohjaaminen tähän kysymykseen on paikallaan.

On ensinnäkin luultavaa, ettei käytännöllisiä päätöksentekotilanteita varten ole riittävästi tehty selvityksiä kuusentaimien ja kuusen alikasvoksen käyttömahdollisuuksista. Tällä hetkellä ei ole olemassa tutkimukseen perustuvia ohjeita siitä, milloin erilaiset kuuset voidaan jättää täydentämään taimistoa. Joissakin oppikirjoissa tai vastaavissa esityksissä on mainittu sateenvarjokuusien haitallisuus, mutta näitä äärimmäistapauksia lukuunottamatta kysymystä on edes yleiseltä kannalta tarkasteltu vain vähän.

Erityisen mielenkiintoinen kysymys on kuusen kelvollisuus avohakkuualueilla. Käytännössä tehdyt havainnot viittaavat siihen, että huomattava määrä luonnontaimista tuhoutuu auringon paahenteessa. Toisaalta on kuitenkin havaintoja, että erityisesti harvemman metsän alle syntyneet taimet saattavat olla elinvoimaisia ja kehittyä oleellisesti nopeammin kuin istutettu puusto. Tutkimuksin pitäisi voida myös selvittää, millä tavalla tulisi erilaisissa olosuhteissa suhtautua yksittäisiin kuusipuihin, joiden pituus on esimerkiksi 1...4 metriä. Tiettävästi selvityksiä ei myöskään ole siitä, kuinka erilaiset taimet todellisuudessa kärsivät siellä täällä olevista yksittäisistä etukasvuisista puista.

On myös korostettava, ettei nykyaikaista tutkimusta voida tehdä pelkästään ilmoittamalla tuloksina eri vaikuttavien tekijöiden eri vaikutussuunnat. Tiedoksi ei riitä esimerkiksi se, että joissakin olosuhteissa raivaamaton puusto vaikeuttaa istutettujen taimien kehitystä. Taloudellisessa toiminnassa olisi riittävästi tutkittava myös sitä, mikä vaikutus raivaamattomuudella on kokonaistalouteen, jolloin hyötypuolelle voidaan laskea raivauskustannusten säästyminen ja jäljelle jätettyjen puitten kasvu. Siinä määrin kun työvoimapula alkaa ilmetä nykyistä enemmän, kaikki työvoimaa säästävät toimet kannattaa tarkoin tutkia.

Erityisen vähän tutkimustoimintaa on tehty luontaisesti syntyneiden männyntaimien kelpoisuudesta. On myönnettävä, että tällä hetkellä voimassa oleva metsänhoidollinen käytäntö on

paljolti perustelematonta, itse asiassa jopa ristiriidassa harvojen tehtyjen tutkimusten kanssa. Esimerkiksi VAARTAJA on väitöskirjassaan voinut todeta männyntaimien yllättävän hyvän toipumisen, mutta tähän ei ole kiinnitetty riittävää huomiota. On aivan ilmeistä, että on huomattava tutkimustarve erityisesti näiden kysymysten uudelleen arvioimisessa.

Viime aikoina on virinnyt tutkimustoiminta nuoren koivun kasvatuskelpoisuudesta. Luultavaa on, että jo käynnissä olevat tutkimukset antavat riittävän vastauksen tähän ongelmaan.

Sen sijaan lepän, haavan yms. jättäminen hakkuualueelle on likimain tutkimaton kysymys. Joitakin selvityksiä on tehty esimerkiksi verhopuuston vaikutuksesta, mutta kokonaisvaltaista selvitystä esimerkiksi vesomisen minimoinnin ja istutettavan puuston selviytymisen kannalta ei ole tehty. Yleiset suunta-
viivat ovat epäilemättä tiedossa, mutta taloudelliset analyysit hakkuualueen raivauksen lykkäämismahdollisuuksista eri tapauksissa ovat myös tältä osin puutteelliset ja kaipaavat huomattavaa tutkimuspanosta.

2.2. Raivauksen työmenetelmät

Metsätyötieteellistä tutkimusta erilaisista raivausmenetelmistä on jossakin määrin tehty, mutta ei riittävästi käytännön tarpeita ajatellen. Luotettavia selvityksiä ei ole esimerkiksi siitä, missä määrin kannattaisi yleisesti siirtyä avohakkuualueen raivaukseen ennen varsinaista puunkorjuuta. Tästä kysymyksestä on tosin olemassa eräs Metsätehon selvitys, mutta tällöin on keskitytty olosuhteisiin, jotka ovat otollisia monitoimikoneiden käytön kannalta. Tietävästi selvityksiä ei ole sellaisista oloista, jolloin sovelletaan vähemmän koneellistettuja puunkorjuumenetelmiä. Kun on riittävästi viitteitä siitä, että raivaus kannattaisi suorittaa yleisemminkin jo ennen varsinaista puunkorjuuta, tällaisiin tutkimuksiin pitäisi osoittaa riittävät resurssit kysymyksen monipuoliseksi selvittämiseksi.

Tutkimustoimintaa tarvitaan myös raivauksen ja maanmuokkauksen yhdistämismahdollisuuksista. Käytännössä sovelletaan tällä hetkellä jo runsaasti menetelmää, jolloin avohakkuun jälkeen

kaikkiin keinoihin vesomisen estämiseksi kannattaa kiinnittää ainakin tutkimuksellista huomiota.

Edelleen tarvitaan työtieteellistä ja biologista tutkimusta mahdollisuudesta vaikuttaa vesomiseen kemikaalein raivaussahan käytön yhteydessä. Tästä kysymyksestä on tehty joitakin selvityksiä, mutta laitteiden kehittyessä uusia tarvitaan. Myös uusien aineiden kokeilu on paikallaan mm. luonnonsuojelullisista syistä.

3. METSIKÖN PERUSTAMINEN

3.1. Luontainen ja keinollinen uudistaminen sekä puulajin valinta

Luontaisen uudistamisen menetelmiä on tutkittu vuosikymmeniä, ja ilmeistä on, että ainakin pääperiaatteet ovat tunnettuja. Sen sijaan on joitakin erityiskysymyksiä, joihin kannattaa edelleen kiinnittää tutkimuksellista huomiota. Tietoa puuttuu mm. siitä, kuinka tulisi suhtautua kuivien kankaiden kuusikoiden kasvattamiseen lyhyellä tähtäyksellä. Tällaisia kuusikoita on syntynyt selville mäntymaille runsaasti Etelä-Suomessa ja taloudellinen ongelma on, kuinka niitä tulisi käsitellä. Nykyisin voimassa oleva metsänhoidollinen käytäntö perustuu paljolti käsityksiin optimaalisesta metsästä, mutta riittävää huomiota ei ole kiinnitetty taloudellisiin tekijöihin. Tutkimuksen tuomaa tietoa eri vaihtoehtojen kannattavuudesta tarvitaan nykyisen käytännön uudelleen arvioimiseksi ja mahdolliseksi uudistamiseksi.

Edellinen kysymys liittyy läheisesti puulajin valintaan. On yleinen ongelma, kuinka tulisi suhtautua metsänhoidollisesti väärään puulajiin, jonka kehitysvaihe on kuitenkin sellainen, että se houkuttelee jatkamaan metsikön kasvatusta. Alikasvoskuusien lisäksi tällaisia tapauksia on muitakin.

Luontaisen ja keinollisen uudistamisen suhteista kaivataan tietoa myös työtieteelliseltä kannalta. Puuttuu selvityksiä siitä, kuinka paljon kustannuksiin vaikuttaa pienikuvioisuus uudistusalueilla. Nykykäytännön mukaan muutaman aarin suuruiset,

luontaisesti uudistuneet alueet liitetään helposti laajempiin keinollisesti uudistettaviin kokonaisuuksiin, ja perusteluna on näpertelyn välttäminen. Tutkimuksiin perustuvaa tietoa todellisesta vaikutuksesta kustannuksiin ei kuitenkaan ole, ja tämän vuoksi asiaan tulisi kiinnittää huomiota.

Edellä esitetyt seikat liittyvät myös puulajin valintaan. Useissa tapauksissa luontaisesti syntynyt puuainees on epätoivottavaa puulajia ja tarvitaan edelleen uusia tutkimuksia siitä, kuinka tulisi suhtautua metsänhoidollisesti väärään puulajiin. Tämä kysymys on edellä jo usein mainittu.

3.2. Istutus- ja kylvötiheys

Vaikka istutus- ja kylvötiheydestä on tehty sekä koti- että ulkomaisia tutkimuksia runsaasti, on monia avoimia kysymyksiä, joihin toivotaan tutkimuksiin perustuvia vastauksia. Esimerkiksi uudet, pienikokoisiin taimiin perustuvat istutusmenetelmät mahdollistavat tavanomaista nopeamman työskentelyn. Toisaalta pienistä taimista aiheutuu tavanomaista suurempi kuolleisuus ja epäonnistumisen riski erityisesti heinittyvillä alueilla. Tietoa tarvitaan mm. siitä, missä määrin on perusteltua lisätä hehtaarille istutettavien taimien määrää tällaisissa oloissa. Riittäviä tutkimuksia ei ole tehty myöskään taimien kuolleisuusriskistä. Nykyiset suositukset sopivasta taimimäärästä hehtaaria kohti perustuvat paljolti olettamuksiin kuolleisuudesta. Ilmeistä on, että tutkimusten perusteella joudutaan kuolleisuusriski liittämään mitattaviin ympäristötekijöihin, kuten koivun ja haavan esiintymiseen, heinittymiseen, maasto-olosuhteisiin ja maaperään. Kun tällaista tutkimuksellista tietoa puuttuu, joudutaan paljolti toimimaan tarkistamattomien olettamusten varassa. Ilmeistä on, että tutkimuspanokset näihin kysymyksiin saattaisivat olla sangen edullisia.

Toisaalta puuttuu selvityksiä myös siitä, missä määrin istutettavien taimien määrää voidaan vähentää käyttämällä erityisen kelvollisia taimia. Myöskään luonnontaimien määrästä erilaisissa olosuhteissa ei ole riittäviä selvityksiä, ja näin ollen ei tiedetä, millainen tulee metsikön todellinen tiheys olemaan

raivaus- ja harvennusvaiheessa. Luontainen vaihtelu on epäilemättä suurta, mutta mahdollista on, että nykyistä täsmällisempään tietoon on mahdollista päästä tutkimuksen avulla.

3.3. Istutus- ja kylvötuloksen parantaminen

Kylvön renessanssiin on kiinnitetty viime vuosina huomiota, ja on kehitetty eräitä suojakylvömenetelmiä, jotka parantavat taimettumista ja lisäävät kylvön onnistumista. Tällaista tutkimustoimintaa on perusteltua jatkaa ja tehostaa. Tiedetään esimerkiksi, että eräin kemikaalein voidaan torjua eräillä maa-lajeilla esiintyviä routavaurioita, sammalta jne. Näihin moderneihin keinoihin tulisi kiinnittää riittävää huomiota tutkimuksessa. Sama koskee myös istutettavia taimia.

Istutus- ja kylvötulosta voidaan parantaa myös muilla menetelmillä, joihin on toistaiseksi kiinnitetty vain vähän tutkimuksellista huomiota. On esimerkiksi kokonaan tutkimaton kysymys, missä määrin kannattaa simuloida usein luonnossa esiintyvää puiden ryhmittymistä. Saattaa olla, että esimerkiksi voimakkaasti ruohottuvilla alueilla tällaisten menetelmien kokeilu olisi vähintäänkin paikallaan.

Istutus- ja kylvötuloksen parantamiseen liittyvät myös monet metsätyötieteelliset tutkimukset. On nimittäin luultavaa, että työtavoilla voidaan jossakin määrin vaikuttaa lopputulokseen. Tähän viittaavat ne tutkimukset, joissa on havaittu esimerkiksi istutusmiehistön pysyvä vaikutus metsikön kehitykseen.

3.4. Rivien käyttö

Tutkimustoimintaa on Suomessa ja muissa Pohjoismaissa tehty riittämättömästi myös rivien käytöstä taimien istutuksessa tai siementen kylvössä. Jossakin määrin on olemassa biologisia tutkimuksia asiasta, mutta esimerkiksi työntutkimuksissa on kiinnitetty vasta puutteellista huomiota rivien käytön edullisuuteen. Tätä nykyä ei ole käytettävissä tutkimuksia, joissa olisi perusteellisesti tutkittu rivien käytöstä aiheutuvat ajanmenekkisäästöt tai ylimääräinen ajanmenekki. On nimittäin

huomattava, ettei keskieurooppalaisia kokemuksia voida ilman muuta yleistää Suomeen, missä mm. maaston laatu asettaa useilla paikoilla rajoituksia rivien järkevälle käytölle.

Jossakin määrin tuotostutkimuksia on tehty sopivasta taimien tiheydestä rivien suunnassa ja toisaalta rivien välisestä etäisyydestä, mutta Suomen olosuhteista tällaista tietoa on niukalti. Tutkimuksellista tietoa siis kaivataan. Kun kasvu- ja tuotostutkimusten tulokset saadaan hitaasti käyttöön luonnollisista syistä johtuen, riittävää huomiota tulisi kiinnittää kirjallisuudesta saatavien tietojen hyödyntämiseen ja teoreettisten mallien luomiseen.

Tutkimustoiminta on ollut riittämätön myös puuaineen ominaisuuksien tutkimisessa. Pohjoismaissa on tutkittu sangen vähän rivien vaikutusta puuaineen laatuun. Saksalaisten tutkimusten perusteella tiedetään, että mm. oksaisuutta pystytään säätelemään pelkällä taimien etäisyydellä rivien suunnassa sangen paljon rivien välisestä etäisyydestä riippumatta. Nämä tutkimukset antavat arvokkaita viitteitä suomalaisiin tutkimuksiin, joiden aloittamista on pidettävä kiireellisenä. Suomen olosuhteisiin ei saksalaisia kokemuksia ei voida ilman muuta yleistää jo rodullisista syistä johtuen.

Oksaisuuden lisäksi rivien käytön yhteydessä on selvitettävä myös muita puuaineen ominaisuuksia, jotka liittyvät metsikön hygieniaan. On nimittäin tunnettua, että eräät lahottajasienet pääsevät etenemään puusta toiseen juuriyhteyksien välityksellä. On myös Suomen olosuhteissa selvitettävä, missä määrin tällainen vaara on todellinen ja aiheuttaa esimerkiksi puulajeittaista valintaa. Mahdollista esimerkiksi on, että rivien käyttö on vähemmän suositeltavaa kuuselle kuin männylle, koska kuusi on herkempi saamaan maannouseman kuin mänty. Joka tapauksessa näistä kysymyksistä tarvitaan runsaasti lisätutkimuksia.

3.5. Luonnontaimia lisäävät toimet istutus- ja kylvöalueilla

Tunnettua on, että tehokkaat maanpintaa rikkovat toimet, mm. auraus, lisäävät luonnontaimien määrää istutus- ja kylvöalueilla.

Tästä on sekä haittaa että hyötyä. Erityisesti heikkolaatuisen siemenestä syntyneen koivun voi olettaa aiheuttavan vaikeuksia tulevaisuudessa. Jo tässä vaiheessa kannattaa riittävästi tutkimuksellista huomiota kiinnittää näihin kysymyksiin ja selvittää erilaisia toimia, joilla tarvittaessa voidaan vähentää luonnontaimien syntymistä, tai tarvittaessa edistää niiden syntymistä. Tutkimustoiminta on toistaiseksi ollut puutteellista myös näiden luonnontaimien merkityksen arvioimisessa.

Kun otetaan huomioon istutus- ja kylvötyön kalleus, kannattaa edelleen selvittää mahdollisuuksia lisätä metsäpuiden siemen satoa tämän ylimääräisen taimiaineksen tuottamisessa. Saattaa olla, että modernit hormonaaliset keinot kukkimisen säätelyssä ovat tutkimisen arvoisia asioita luonnontaimien lisäämiseen pyrittäessä.

3.6. Istutus- ja kylvökoneet

Erilaisia koneellistamisvaihtoehtoja on tutkittu myös Suomessa jo vuosikymmeniä. Toistaiseksi kuitenkin ei ole pystytty kehittämään maastokelpoista istutus- tai kylvökoneita. Joitakin lupaavia yrityksiä on kuitenkin tehty, ja tutkimuksen tulisi jatkuvasti seurata tilannetta ja kehittää komponentteja. Lisäksi kaivataan teoreettisia selvityksiä siitä, onko istutuskoneiden kehittäminen lainkaan mahdollista lähivuosina. Eräät lausunnot nimittäin viittaavat siihen, että on mahdotonta päästä istutuskoneella sellaisiin nopeuksiin, jotka mahdollistaisivat järkevän käytön lähivuosina. Tällaiset teoreettiset, hyvin perustellut tutkimuksiin perustuvat laskelmat olisivat erittäin toivottavia, ettei turhaan uhrattaisi voimavaroja eri paikoissa istutuskoneiden kehittelyyn ja rakentamiseen.

Kylvökoneiden osalta tilanne lienee toinen. Tutkimuksellista tietoa tarvitaan kuitenkin erilaisista rakenneperiaatteista ja myös biologista tutkimusta soveliaimman siemenen sijoittelutavan löytämiseksi. Tällä hetkellä on tekeillä erityisesti soiden hyväksikäyttöön liittyviä tutkimuksia, mutta ongelmat kaipaavat myös yleisempää selvittelyä.

3.7. Työvoimakysymykset ja organisointi

Metsikön perustaminen tehdään perinteellisesti keväällä tai syksyllä. Jossakin määrin metsänviljelykautta on pystytty pidentämään uusien taimimateriaalien avulla. Työvoimasta on kuitenkin usein pulaa kiireisimpänä metsänviljelykautena. Tämän vuoksi on perusteltua kehittää sellaisia tutkimuksia, joissa pyritään löytämään ratkaisuja työvoiman monikäyttöön. Useissa tapauksissa nämä kysymykset ovat hoidettavissa käytännön työelämän omin toimenpitein, mutta tutkimusta kaivataan eräistä yleisemmistä periaatteista. Tutkimuksellista tietoa puuttuu mm. siitä, missä määrin voidaan käyttää tilapäistä koululais- ja opiskelijatyövoimaa, mikä on heidän työtehonsa ja millainen on työtulos. Edelleen tutkimuksia kaivataan myös töiden soveliaasta organisoinnista. Joitakin käytännöllisiä kokeita on tiettävästi tehty itseohjautuvista ryhmistä, mutta tutkimuksellista tietoa ei tiettävästi ole. Kun metsänviljelyalueet ovat usein huonojen yhteyksien päässä, pienenalaisia ja vaikeasti hallittavia työnjohdon kannalta, erityisesti juuri itseohjautuvien ryhmien kehittämiseen ja tutkimiseen tulisi olla riittävää kiinnostusta. Saavutettavissa olevat säästöt ovat sitä suuruusluokkaa, että melkoiset tutkimuspanokset ovat perusteltuja jo silloin, kun onnistumisen todennäköisyys on pieni. On sitä paitsi luultavaa, että tutkimuksin pystytään kehittämään todella käyttökelpoisia organisaatiomuotoja.

Työvoimakysymyksiin liittyvät myös ne tutkimukset, joilla pyritään ennakoimaan eri aikoina käytettävissä olevan työvoiman kehitys. Metsänviljelykausi on eräs pullonkaula, ja riittävää huomiota tulisi kiinnittää sen työvoimakehityksen arvioimiseen. Tiettävästi tekeillä onkin selvityksiä näistä kysymyksistä.

4. TAIMISTON PERKAAMINEN JA HARVENNUS

4.1. Taimiston ikä perkausvaiheessa

Käytännön metsätaloutta varten on annettu erilaisia ohjeita, missä iässä taimisto pitäisi perata ja tarvittaessa harventaa.

Osittain nämä ohjeet perustuvat tutkimuksiin, mutta melkoinen osa ohjeista pohjautuu olettamuksiin ja rationaalisiin yleistyksiin.

Olellainen kysymys taimiston perkausta ajatellen on se, kuinka voitaisiin minimoida eri ikävaiheissa tulevien käsittelykustannusten summa. Tutkimustietoa puuttuu mm. siitä, mikä on erilaisten laiminlyöntien taloudellinen merkitys, ja missä määrin nämä laiminlyönnit kompensoituvat säästyneinä kustannuksina. Ennen taloudellisten laskelmien tekemistä tarvitaan runsaasti tietoa erilaisten käsittelyjen ja käsittelemättä jättämisen vaikutuksesta taimien kasvuun, kuolleisuuteen ja metsikön yleiseen tilaan. Näyttää erityisesti siltä, että puutteellisesti on selvitetty juuri erilaisten laiminlyöntien vaikutus.

Ilmeistä myös on, että tutkimustietoa tarvitaan perkausiin lisäksi myös erilaisista mitattavista tunnuksista, joita voidaan käyttää arvioitaessa perkaustarvetta. Vaikuttaa mahdolliselta, että pituus- ja paksuuskasvun tunnuksista voidaan kehittää sellaisia indikaattoreita, joita voidaan käyttää hyväksi arvioinnissa. Mahdollisesti myös muut tunnuksiset voivat tulla kysymykseen. Joka tapauksessa on luultavaa, että tutkimustoiminta näistä kysymyksistä on kannattavaa oikeiden toimenpiteiden mahdollistamiseksi käytännön metsätaloudessa.

4.2. Vuodenaika

Teknisesti perkaus ja taimikon harvennus voidaan suorittaa eri vuodenaikoina. Tutkimukseen perustuvaa tietoa puuttuu mm. siitä, kuinka paljon lumi haittaa erilaisissa olosuhteissa perkausta. Joitakin alustavia selvityksiä on kyllä tehty, mutta perusteellista tutkimusta kaivataan mm. palkkaperusteita varten. Samalla tulee ottaa huomioon työn laatu eri olosuhteissa.

Myös metsäeläintieteellisiä tutkimuksia vuodenajan vaikutuksesta lähinnä taimikon hygieniaan on kyllä tehty, mutta tutkimukseen perustuvaa tietoa puuttuu edelleen. Suomessa on paljolti tukeuduttu ruotsalaisiin asiaa koskeviin tutkimuksiin, mutta yleis-

tettävyys ei ole täydellinen erilaisista olosuhteista johtuen. Ilmeistä on, että ainakin kontrollitutkimukset ovat tarpeen.

4.3. Taimikon tiheys perkauksen jälkeen ja puulajivalinnat

Metsätyötieteessä huomiota on kiinnitetty perkausajan menekin riippuvuuteen poistettavien yksilöiden lukumäärästä ja myös taimikon tiheydestä perkauksen jälkeen. Samoin tutkimuksia on tehty sopivasta taimikon tiheydestä biologiselta kannalta. Erilaisen tutkimustiedon yhdistäminen perustelluksi menettelyohjeeksi on kuitenkin jäänyt heikoksi. Edelleen tarvitaan tietoa siitä, kuinka kokonaistalouden kannalta tulisi menetellä mahdollisimman edulliseen tulokseen pyrittäessä. Saattaa myös olla, että tällaisten taloudellisten laskelmien perusteet ovat vielä siinä määrin heikosti tutkittuja, että tutkimustoiminnan suuntaaminen myös perusteisiin on paikallaan.

Taimikon tiheydestä päätettäessä joudutaan ottamaan kantaa myös puulajeihin. Hypoteesina on esitetty, että havupuutaimikoissa määräsuuruinen lehtipuusekoitus saattaisi olla biologisesti edullinen lähinnä eräiden tuhohyönteisten torjunnan kannalta. Näistä kysymyksistä kuitenkin puuttuu tutkimuksellista tietoa runsaasti. Tämän vuoksi annetut menettelytapaohjeet on jouduttu perustamaan enemmänkin mielipiteisiin kuin todelliseen tietoon. Metsäeläintieteellisten tutkimusten lisäksi puulajisekoituksen vaikutuksia kannattaa tutkia myös monelta muulta kannalta. Tietoa kaivataan mm. sekataimikkojen kasvusta ja tuotoksesta sekä vaikutuksesta puuaineen laatuun. Mm. laatu-koivun kasvattamisen ongelma on toistaiseksi saanut liian vähäistä huomiota tutkimuksessa.

4.4. Susipuukysymys ja karsinta

Jo raivauksen yhteydessä on edellä mainittu, että tutkimukseen perustuvaa tietoa on vain vähän istutettavia taimia vanhempien taimien menestymisestä ja kehittymisestä. Tämä liittyy läheisesti etukasvuisten susipuiden ongelmaan. Tutkimusta kaivataan mm. siitä, missä määrin muita nopeammin kehittyvien puiden epäedulliset ominaisuudet voidaan kompensoida karsinnalla. Susi-

puiden karsinta on sellainen kysymys, johon tarvitaan kasvu- ja tuotosopillisen tutkimuksen lisäksi myös puutieteellistä tutkimusta. Kun kysymyksessä ovat merkittävät taloudelliset arvot, olettaa sopii, että tällaisen tutkimuksen edullisuus olisi korkeaa luokkaa.

Susipuiden ongelmaan liittyy läheisesti myös eri puulajien erilaisen kasvurytmin tasoittaminen karsinnalla ja muilla toimilla. Tunnettua on, että koivu on nopeakasvuinen havupuihin verrattuna nuorella iällä ja saavuttaa herkästi niitä suuremman pituuden. Tästä aiheutuu havupuiden latvojen piiskausta ja kehityksen hidastumista. Tutkimustietoa tarvitaan siitä, missä määrin haittavaikutuksia voidaan eliminoida karsinnalla, joka mahdollistaa lähelläkin olevien havupuuyksilöiden latvasilmun kehityksen ja normaalin vuosikasvun. Tutkimuksin olisi selvitettävä mm. mahdollisten kasvutappioiden määrä. Olennaiset kasvutappiot eivät kuitenkaan vaikuta todennäköisiltä, koska taimistovaiheessa valoa ja ravinteita on yleensä riittävästi.

4.5. Puuyksilöiden valinta

Taimikon perkauksessa ja harvennuksessa joudutaan ratkaisemaan, mitkä puuyksilöt poistetaan ja mitkä jätetään kasvamaan. Edellä on jo mainittu eräänlainen puulajivalinta. Tämän lisäksi joudutaan tekemään jatkuvia ratkaisuja puuyksilöiden välillä. Käytännöllisenä toimenä asia vaikuttaa yksinkertaiselta, mutta todellisuudessa tilanne on monimutkainen. Esimerkiksi tällä hetkellä käytettävät ohjeet jäljelle jätettävistä taimista perustuvat enemmänkin rationaalisiin yleistyksiin kuin selkeisiin tutkimuksiin. Tutkimuksia kaivataan mm. siitä, missä määrin hyvään kasvuun liittyvää oksaisuutta kannattaa suosia ja missä määrin huomiota kannattaa kiinnittää yleiseen laatuun. Puuyksilöitä valittaessa joudutaan kiinnittämään huomiota myös tavoiteltuun metsikön puiden sijaintiin. Selvittämättömiä kysymyksiä ovat mm. tarpeellisuus pyrkiä tasaisiin välimatkoihin. Tutkimuksin kannattaa selvittää mm. se, missä määrin kannattaa hyväkasvuisista, lähekkäin kasvavista yksilöistä muodostaa myöhempiin harvennuksiin ja jopa päätehakkuuseen saakka säilyviä ryhmiä. - Käytännön metsätaloudessa sovellettavissa ohjeissa

on usein sallittu tällaisten ryhmien luominen aukkojen viereen, mutta yleisemmin ongelmaa ei liene ainakaan tutkimuksissa käsitelty.

4.6. Menetelmät

4.6.1. Ihmistyövaltaiset mekaaniset menetelmät

Perattavia taimistoja on Suomessa niin runsaasti, että työ-
kustannuksiin kannattaa kiinnittää myös tutkimuksissa vaka-
vaa huomiota. On tärkeätä, että tutkimuksin selvitetään
edullisimmat työmenetelmät ja laitteet, koska tutkimattomuus-
desta epäilemättä aiheutuu tarpeettomia kustannuksia käytän-
nön metsätaloudelle.

Ihmistyövaltaisia, vesurin tai raivaussahan käyttöön perus-
tuvia menetelmiä on myös Suomessa tutkittu. Eräät uudet
laitteet ovat kuitenkin vielä jääneet tutkimuksen ulkopuolelle.
Tutkimustietoa tarvitaan mm. teräketjulla varustetun raivaus-
sahan käyttömahdollisuuksista. Edelleen tutkimuksia kannattaa
suunnata työmenetelmien kehittämiseen kustannusten alentami-
seksi. Kannattaa mm. selvittää, missä määrin homogeenisessa
taimistossa voidaan käyttää riviharvennuksen tapaisia perkaus-
menetelmiä, joissa puuyksilöiden kohdalla ei tehdä valintaa,
vaan toiminta on luonteeltaan sokeaa.

Edellä kuvattuja tutkimuksia ei kuitenkaan tehdä pelkästään
metsätyötieteelliseltä kannalta, jossa pyritään
vaikuttamaan perkauskustannuksiin. Samassa yhteydessä tarvitaan
myös kasvu- ja tuotostutkimusta myös hyvin periaatteelliselta
kannalta. On nimittäin aiheellista selvittää, missä määrin
puuyksilöiden valinnalla voidaan saavuttaa todellista hyötyä
metsikön kehityksen kannalta, ja missä määrin päästään saman-
laiseen tai likimain samanlaiseen tulokseen luopumalla ulko-
näköön perustuvasta valinnasta ja siirtymällä pelkästään
taimen sijainnin perusteella tapahtuvaan perkaukseen. Joitakin
selvityksiä on tehty, mutta Suomeen sovellettavissa olevaa
tutkimustietoa on puutteellisesti. Kun tiedetään perkauksen
suuret kustannukset ja odotettavissa olevat työmäärät sekä

mahdollinen vaikutus kasvuun, tällaisten tutkimusten edullisuus vaikuttaa korkealta.

4.6.2. Koneelliset mekaaniset menetelmät

Suomessa ei toistaiseksi ole kokeiltu pitkälle koneellistettuja perkausmenetelmiä. Voidaan ajatella useita menetelmiä, joista tehokkaimmat perustuvat käytävien tekemiseen. Uusimpien traktoreiden ilmestyttyä markkinoille on myös tullut teknisiä edellytyksiä tällaisten tutkimusten ja kokeilujen suorittamiseen. Olisikin aiheellista aloittaa kokeilut, joissa perkausta ja harvennusta kaipaavaan taimikkoon tehdään pientraktoriin kiinnitetyin leikkurein yhdensuuntaisia käytäviä. - Selvää on, että tällaiset tutkimukset täytyy tehdä sekä metsätyöteelliseltä että tuotto-opilliselta kannalta. Lisäksi riittävää huomiota on kiinnitettävä myös hyönteisvaurioiden yms. mahdollisuuteen, mikäli samanaikaisesti perkauksissa poistettavaa puuta ei oteta talteen.

4.6.3. Kemiallisten aineiden käyttö

Luonnonsuojelullisten syiden vuoksi on tarkoituksenmukaista kehittää lehvästörüiskutuksia siten, että käytettävät tehoainemäärät ovat mahdollisimman vähäisiä. Tämä edellyttää monipuolista tutkimustoimintaa ja mahdollisesti laitekehittelyä. Lehvästörüiskutusmenetelmien lisäksi on tutkittava ihmistyövaltaisempia menetelmiä, joita on jo tutkittukin. Vaahdon käyttö on jo saanut huomiota osakseen. Menetelmiä tulisi tutkimuksen keinoin kehittää edelleen siihen suuntaan, että luonnonsuojelun taholta tulevat vaatimukset tulevat mahdollisuuksien mukaan täytetyiksi.

On paikallaan kehittää myös puukohtaisia kemiallisia menetelmiä, jolloin päästään tehoainemäärissä pinta-alayksikköä kohti alhaiseen kulutukseen. Aiemmin on jo raivauksen yhteydessä mainittu raivaussahaan liitettyjen ruiskutuslaitteiden kokeilu ja kehittäminen. Tällaisia tutkimuksia on jo jossakin määrin tehty, mutta käytännön metsätalouden tarpeita ajatellen nykyisen tietämyksen tasoon ei voida tyytyä. Ilmeistä on, että

tämänkaltaisten tutkimuksien edullisuus on korkeaa luokkaa ainakin luonnonsuojelullisia näkökohtia painotettaessa.

Tutkimuksilla on pyrittävä edelleen selvittämään myös uusien kemiallisten aineiden käyttömahdollisuuksia. Tämän kaltaiset tutkimukset voidaan käsittää pysyviksi kokeilutehtäviksi.

4.7. Poistetun puun talteenotto

Taimiston perkaamisen ja harvennuksen yhteydessä joudutaan eräissä tapauksissa poistamaan myös tilavuuden kannalta melkoisia määriä puuta. Tämän puuaineksen talteenotto on herättänyt kiinnostusta sekä teollisuuden piirissä että myös hyönteisvahinkojen välttämisen kannalta. Metsätyötieteellisiä tutkimuksia on toistaiseksi tehty varsin vähän, ja menetelmät ovat olleet ihmistyövaltaisia. Mikäli pystytään kehittämään käytäväperkaukseen sopivia laitteita ja menetelmiä, poistetun puun talteenotto on tärkeä tutkimuskohde. Mahdolliseen hyväksikäyttöön tulisi kuitenkin varautua jo hyvissä ajoin mm. selvittämällä perkauksissa poistettavan puun ominaisuuksia teollisen hyväksikäytön kannalta. Työtieteellinen ongelma on myös tältä osin puuntutkimuksellinen.

Perkauksissa poistetun puun talteenottoa kannattaa tarkastella myös patologiselta kannalta erityisesti silloin, kun kysymyksessä on myöhästynyt perkaus. Tällöin nimittäin hyönteisvahinkojen todennäköisyys on jo suuri. Suomessa on pyritty hyödyntämään erityisesti Ruotsissa tehtyjä tutkimuksia, mutta ainakin kontrollitutkimukset ovat tarpeellisia myös Suomessa.

Edellä on jo useaan otteeseen mainittu käytäväperkauksen periaate. Saattaa olla, että esim. Pallarin vesakkoharvesteria muistuttavien pienempien koneiden käyttö ei ole ainoa mahdollisuus. On ainakin teoreettisesti aiheellista selvittää, missä määrin voidaan käyttää pitkäulotteisia kuormaimia sopivin laittein varustettuna perkaukseen. Tällaisten koneyksiköiden hinta on kieltämättä korkea, mutta erityisesti poistettua puuta talteenottamatta myös tuottavuus voi olla sitä luokkaa, että pidemmän päälle tällainen perkaus olisi

kannattavaa ihmistyövaltaiseen menetelmään verrattuna. Tämänkaltaisia kysymyksiä on ainakin aiheellista selvittää tutkimuksen keinoin.

4.8. Lannoituskysymykset

Käytännön mittakaavassa taimistojen lannoituksia tehdään varsin vähän, eikä tällaisiin lannoituksiin ilmeisesti ole myöskään taloudellisia perusteita muulloin kuin poikkeustapauksissa. On kuitenkin aiheellista selvittää tutkimuksin ainakin näiden poikkeustapauksien esiintyminen ja syy. Erityisesti suotaimistoissa on paikoitellen sattunut takaiskuja, joiden selvittäminen mm. lannoitustutkimuksin on paikallaan. Eräitä tällaisia tutkimuksia onkin jo saatu käyntiin. Lisäksi on aiheellista selvittää mm. metsänparannuslain tuntemien peruslannoitusten taloudellisia perusteita ja kansantaloudellisia näkökohtia. On nimittäin ilmeistä, että hallintopäätöksiin aikaansaadut peruslannoitukset perustuvat vain vähäiseltä osalta tutkituun tietoon. Metsätalouden tarkoituksenmukaiseksi kehittämiseksi on aiheellista tarkastella tätäkin kysymystä ennakkoluulottomasti ja monipuoliselta kannalta.

Lannoituskysymyksien lisäksi on tarkasteltava myös erilaisten toimien vaikutusta metsänravinnetilanteeseen. Esimerkiksi jos perkauksissa poistettavan puunkäyttö sellaisenaan lisääntyy, tämä merkitsee ravinnetappioita, joiden laajuus ja laatu on aiheellista selvittää. Edelleen on aiheellista tutkia myös sellaisia työtieteellisiä menetelmiä, jotka sallivat mahdollisuuksien mukaan neulasista ja kuoresta koostuvan seulontajätteen levittämisen takaisin metsään, esimerkiksi kokopuuhaketuksen yhteydessä. Tällaiset tutkimusteemat ovat perusteltuja ja mielenkiintoisia myös puuta käyttävän teollisuuden kannalta, koska mainitut komponentit katsotaan yleensä prosesseissa haitallisiksi kenties polttoa lukuunottamatta.

4.9. Työvoimakysymykset ja organisointi

Raivauksen yhteydessä on jo mainittu tarve tutkia työvoimakysymyksiä ja töiden organisointia. Samat huomautukset koskevat myös taimiston perkaamista ja harvennusta. Niitä ei enää toisteta tässä yhteydessä.

4.10. Lainsäädännölliset kysymykset

Edellä on jo mainittu peruslannoitukseen liittyvien kysymysten selvittely. Tämänkaltaiset mm. metsänparannuslakiin liittyvät tutkimukset vaativat tuekseen myös metsänomistajien käyttäytymistä koskevia tutkimuksia. On ilmeisesti aiheellista selvittää, missä määrin lainsäädännön tarkoittamat tavoitteet on erilaisin hallinnollisin toimin saavutettu.

Tarvitaan myös muunlaista lainsäädäntöön liittyvää tutkimusta. On esimerkiksi aiheellista selvittää, missä määrin olisi kansantaloudelliselta kannalta aiheellista harkita metsänhoitopakkoa myös taimistohoidon osalta. Tällaiset tutkimukset vaativat pohjaksi tutkimuksia erilaisten laiminlyöntien seurausvaikutuksista. Näihin on jo aiemmin viitattu. Kun tällaiset tutkimukset saadaan valmiiksi, on aiheellista jatkaa kysymyksen selvittämistä taloudellisin tutkimuksin, joissa tilannetta tarkastellaan kansantaloudelliselta kannalta. Tällöin voidaan johtopäätökset tehdä myös tarvittavasta lainsäädännöstä ja mahdollisista muutoksista.

Saattaa myös olla, että myös eräät muut lainsäädäntöön ja ihmisten käyttäytymiseen liittyvät tutkimukset ovat perusteltuja. On mm. aiheellista selvittää, onko nykyisin käytössä oleva vakiintuneen taimiston raja sopiva ajatellen vakuustalletusten maksamista metsänomistajalle. On aiheellista selvittää, pitäisikö vakiintuneen taimiston raja nostaa myöhempään ikävaiheeseen, jolloin voidaan huolehtia mm. perkauksen asianmukaisesta suorittamisesta. Edelleen selvitettäviä lainsäädännöllisiä kysymyksiä ovat inflaation huomioon ottaminen vakuustalletuksissa, metsänomistajien suhtautuminen erilaisiin

vaihtoehtoisiin rahoitusjärjestelmiin ja muun kuin rahavakuuden käyttökelpoisuus. Edelleen tutkimusta tarvitaan myös nykyisin sovellettavien järjestelmien hyödyllisyydestä. Kannattaa mm. tutkia, millaisia lainsäädännöllisiä edellytyksiä olisi siirtyä tilakohtaiseen metsätiliin.

5. ENSIHARVENNUS

5.1. Puuston ikä ensiharvennusvaiheessa

Käytännön metsätaloudessa sovellettavat ohjeet sopivasta ensiharvennusiästä perustuvat paljolti epätyytyttävään tietoon. Tutkimusta kaivataan mm. siitä, missä määrin taimiston perkausta ja harvennusta voidaan lykätä ensiharvennusvaiheeseen, jolloin puu otetaan talteen jo perinteellisiäkin hakkuumenetelmiä käytettäessä. Edelleen on tutkittava, voidaanko ensiharvennus välttää tai lykätä myöhempään ajankohtaan sopivasti suoritettulla taimiston perkauksella. Taloudellisia tutkimuksia tarvitaan siitä, onko taloudellisempaa tehdä kaksi perkausta ja myöhäinen ensiharvennus vai yksi perkaus ja varhainen ensiharvennus. Kysymykset ovat paljolti kasvu- ja tuotosopillisia, mutta kustannusten huomioon ottamisen vuoksi myös metsätyötieteellisiä ja ekonomisia.

Tutkimuksia tarvitaan myös sopivien ensiharvennusindikaattoreiden löytämiseksi. Ilmeistä nimittäin on, että käytännön metsätaloudessa tarvitaan mitattavia suureita, joiden perusteella voidaan päätellä sopivin ensiharvennusvaihe. Suomalaisia tutkimuksia asiasta ei ole. Luultavaa on, että tällöin joudutaan kiinnittämään huomiota pituus- ja paksuuskasvun lisäksi myös metsikön runkolukuun ja kasvupaikan puuntuotto-kykyyn. - Tällaiset tutkimukset olisivat epäilemättä hyödyllisiä myös siinä tapauksessa, että lainsäädännöllisin toimin pyritään ohjaamaan myös metsänomistajan käyttäytymistä. - Kun on ilmeistä, että yhteiskunnan kontrolli metsänomistajiin lisääntyy, sopivin tutkimuksin on tilanteeseen varauduttava hyvissä ajoin.

5.2. Vuodenaika

Kuten taimiston perkaamisen yhteydessä jo on mainittu, teknisesti monet toimet ovat mahdollisia vuodenaikasta riippumatta. Sopivinta ensiharvennusaikaa on kuitenkin tutkittava sekä metsätyötieteelliseltä että myös hyönteistieteelliseltä kannalta. Ilmeistä nimittäin on, että puunkorjuun tuottavuus riippuu ensiharvennuspuustossa melkoisesti vuodenaikasta. Samoin on ilmeistä, että hyönteistuhoihin voidaan vaikuttaa sopivalla hakkuuajankohdan valinnalla. Kummastakin kysymyksestä on tehty tutkimuksia, mutta kysymyksiä ei voida katsoa selvitetyksi riittäväällä perusteellisuudella.

Vuodenaikan tutkiminen on paikallaan myös puuston vaurioitumisen kannalta. Kun taimiston perkaamisessa järeät koneet tulevat kysymykseen vain poikkeuksellisesti, ensiharvennusemetsien puunkorjuussa ne ovat metsäkuljetuksessa jo yleisiä. Tämän vuoksi on perusteltua jatkaa vaurioitumistutkimuksia. Huomattava tutkimustarve on mm. aiheutettujen vaurioiden suojaaminen sopivin kemikaalein. Tässä asiassa on jo saatu aikaan tutkimustoimintaa, mutta tuloksia ei vielä ole käytettävissä.

5.3. Jäävän puuston tiheys

Kansainvälisesti eniten tutkittuja harvennusemetsäkysymyksiä lienee juuri jäävän puuston tiheys ja sen vaikutus kasvuun sekä puun ominaisuuksiin. Valtavasta tutkimustoiminnasta huolimatta selvitettäviä kysymyksiä on vielä runsaasti. Sitä paitsi kotimainen tutkimustoiminta on vielä nuorta, ja monet tärkeät näkökohdat selvinnevät vasta käynnissä olevien kokeiden avulla. - Tietyistä tärkeimmät koealasarjat on jo perustettu.

Pelkästään kasvu- ja tuotosopillisesti kysymystä ei kuitenkaan voida tarkastella. Siinä määrin kun Suomessa pyritään laatu- puun kasvattamiseen, on puuntutkimuksellista mielenkiintoa erilaisiin puuston tiheyttä koskeviin tutkimuksiin. Toistai-

seksi Suomessa on tehty vähän, jos lainkaan, tutkimuksia metsäntiheyden vaikutuksesta puun erilaisiin ominaisuuksiin. Ulkomaisten tutkimusten perusteella tiedetään vaikutussuunnat, mutta täsmällistä tietoa ei ole käytettävissä. Tällainen olisi kuitenkin tarpeen taloudellisten analyysien tekemiseksi. On nimittäin ilmeistä, että hyvälaatuisen rungon kasvattaminen merkitsee toisaalta tappioita järeyskehityksessä. Eri suuntaan vaikuttavien tekijöiden asianmukainen punnitseminen vaatii tutkimustoimintaa ja puutieteellisten seikkojen huomioon ottamista. Taloudellisissa tutkimuksissa joudutaan epäilemättä tekemään olettamuksia usean kymmenen vuoden kuluttua vallitsevista markkinoista ja arvostuksista, mutta tätä ei voi välttää. Tutkimuksen suuntaaminen näihin kysymyksiin on joka tapauksessa paikallaan.

5.4. Susipuukysymys ja karsinta ensiharvennusvaiheessa

Taimiston perkaamisen yhteydessä on jo tarkasteltu susipuiden aiheuttamaa ongelmaa. Samat kysymykset ovat tärkeitä myös ensiharvennusvaiheessa. Tutkimuksia kaivataan mm. siitä, voidaanko muita puuyksilöitä oksaisempia ja kenties myös parempikasvuisia puuyksilöitä saada samaan kasvurytmiin muiden puuyksilöiden kanssa. Karsinta on yksi tällainen keino, mutta sen käyttöä susipuiden käsittelyssä on tutkittu Pohjoismaissa riittämättömästi. Työntutkimuksia tarvitaan karsintatekniikan kehittämiseksi, koska nykyiset menetelmät ovat ihmistyövaltaisia ja tuottavuudeltaan heikkoja. Ne koneellistamisratkaisut, jotka perustuvat puuhun kiipeävään polttomoottorilla varustettuun laitteistoon, on tarkoitettu järeämille puille. Sitä paitsi niiden ajanmenekki puuta kohti on ilmeisesti kohtuuttoman korkea. Sen sijaan karsintaa koskevien työn tutkimusten edullisuuteen viittaavat eräät uudet kevyet ratkaisut, joita on kokeiltu mm. Norjassa. Myös Suomessa kannattaisi tehdä selvityksiä hydraulisista tai sähköisistä oksasaksista ja eräistä muista kevyistä käsityötä tehostavista välineistä.

Edelleen kaivataan taloudellisia tutkimuksia periaatteessa liian harvojen ensiharvennustaimistojen asianmukaisesta käsit-

telystä. On esimerkiksi suuria aloja luontaisesti syntyneitä männyntaimistoja, jotka liiallisen harvuuden vuoksi ovat kehittyneet kauttaaltaan susipuumaisiksi. Tutkimuksia tarvitaan siitä, kannattaako tällaiset alueet uudistaa välittömästi nykyisen käytännön mukaisesti, vai kannattaako harvassa oleva puusto ensin kasvattaa tukkipuun kokoon ja laatuun sopivin toimin, mm. karsintaa käyttäen. - Selvää on, että näiden taloudellisten tutkimusten pohjaksi on aluksi tehtävä empiirisiä tutkimuksia ajanmenekistä susipuita karsittaessa, puuaineen laadusta sekä metsikön hygieniasta.

5.5. Puulajisuhteet

Ensiharvennuksen yhteydessä joudutaan tekemään ratkaisuja myös eri puulajien osuudesta metsikössä. Luonnollisesti nämä ratkaisut liittyvät jäävän puuston tiheyteen.

Jo aloitettuja sekametsiköiden kasvua ja tuottoa koskevia tutkimuksia on aiheellista jatkaa. Aiheellista on tarkastella sekametsikkökysymystä ensiharvennuspuustossa myös puuntutkimukselliselta kannalta. Sekametsissä kehittyvän puun laatu on tunnetusti erilainen kuin yhden puulajin metsiköissä kasvavan puun laatu. Näistä kysymyksistä kaivataan tietoa mm. laatukoivun ja osittain myös laatumännyn kasvattamista varten. Luontaisesta karsiutumuksesta on myös Suomen olosuhteissa tehty selvityksiä, mm. HEIKINHEIMON tunnettu tutkimus, mutta puulajisuhteiden vaikutusta on tarkasteltu vain vähän. Kun ilmeistä on, että tulevaisuudessa puun laatu otetaan entistä paremmin huomioon, tällaisia kysymyksiä selvittelevät tutkimukset ovat ilmeisesti eri tutkimusten keskinäisessä edullisuusvertailussa kärkipäässä.

Puulajisuhteista kaivataan myös metsikön hygieniaan liittyvää tutkimusta. Tätä nykyä on olemassa jonkinlaisia käsityksiä puulajisuhteiden vaikutuksesta, mutta täsmällistä empiiristä tietoa Suomen olosuhteista puuttuu. Jotta käytännön metsätaloudelle voitaisiin antaa perusteltuja ohjeita erilaisissa olosuhteissa sopivista puulajisuhteista, tällaisten kysymysten selvittely on katsottava tärkeäksi. Pidemmän päälle ei

ilmeisesti voi tyytyä siihen, että käytännön metsätalouteen tarjotaan lähinnä esimerkkitapauksiin perustuvia ohjeita ja mielipiteitä.

Sekametsikkötutkimuksissa on tarkasteltava myös niitä toimia, joiden avulla on mahdollista vähentää eri puulajia olevien puuyksilöiden haitallista vaikutusta toisiin puihin. Esimerkiksi etukasvuisen koivun havupuiden latvoja piiskaavaa vaikutusta voidaan vähentää sopivalla karsinnalla. Tällaisten toimien merkittävyyttä ja taloudellista kannattavuutta ei ole tiettävästi lainkaan selvitelty. - Epäilemättä tällaiset toimet ovat ihmistyövaltaisia eivätkä tule kysymykseen minkäänlaisena yleismenetelmänä, mutta tutkimuksellista tietoa tarvitaan näistä ongelmista myös erikoistapauksia varten. Tällainen erikoistapaus on mm. puistomaisten metsien hoito.

5.6. Ensiharvennusmenetelmät

5.6.1. Valikoivat harvennukset ja käytäväharvennukset

Aiemmin on jo taimiston perkauksen yhteydessä tarkasteltu puuyksilöiden ominaisuuksiin perustuvia valikoivia poistomenetelmiä ja toisaalta menetelmiä, joissa pelkästään puun sijainnin perusteella määräytyy poistettava puusto ja jäävä puusto. Harvennushakkuista puhuttaessa ensiksi mainittuja voidaan nimittää valikoiviksi eli selektiivisiksi harvennuksiksi ja jälkimmäisiä käytäväharvennuksiksi yleisimmän menetelmän mukaan.

Valikoivien harvennusten ja käytäväharvennusten käyttökelpoisuudesta ensiharvennuksessa tarvitaan monenlaista tietoa. On ensinnäkin välttämätöntä tarkastella niitä perusteita, joihin valikoivuuden teoreettinen edullisuus perustuu. On aiheellista tehdä Suomen oloja koskevia tutkimuksia, joissa selkeästi esitetään valikoinnilla saavutettava hyöty erilaisissa olosuhteissa. Tällaisten tutkimusten tekemisen jälkeen on edellytyksiä tehdä taloudellisia tutkimuksia siitä, riittävätkö käytäväharvennuksessa saatavat säästöt korjuukustannuksissa peittämään valikoivuudesta luopumisen aiheuttamat metsikön arvon menetykset.

Jotta taloudellisiin laskelmiin päästäisiin, tarvitaan nykyaikaisia menetelmiä koskevaa tietoa käytäväharvennuskustannuksista ja niiden kehityksestä ajan funktiona. Lisäksi tarvitaan puutieteellistä tutkimusta puun ominaisuuksien kehittymisestä silloin, kun ensiharvennuksessa sovelletaan käytäväharvennusta. Luonnollista on, että välttämättömiä tutkimuksia ovat myös metsikön hygieniää ja siihen vaikuttavia tekijöitä koskevat selvitykset.

Edellä on jo viitattu, että kaivataan tutkimuksia moderneilla menetelmillä tehtävistä käytäväharvennuksista. Ruotsissa käytäväharvennusta on kokeiltu jo 1950-luvulla, mutta työtieteellisesti tulokset eivät ole vähääkään yleistämiskelpoisia. Myös Suomessa käytäväharvennuksia on kokeiltu, mutta tällöinkin on jouduttu käyttämään nykyaikana liian ihmistyövaltaisiksi katsottavia menetelmiä. Työtieteellisiä tutkimuksia tarvitaan lähinnä Pallarin vesakkoharvesterin periaatetta soveltavista koneista tai muista vastaavista massakäsittelyyn perustuvista ratkaisuista. Lisäksi työtieteellisiä tutkimuksia kaivataan vähemmän koneellistetuista, mutta lupaavilta tuntuvista vaihtoehtoista. On esimerkiksi selvittämätön kysymys, kuinka paljon pienikokoisten kaato-kasauskoneiden tuotosta voidaan parantaa käytäväharvennuksen periaatteiden soveltamisella. Tällä hetkellä vallitsevaa koneellistamistilannetta ajatellen kysymykseen tulevat lähinnä maastokelpoiset pienet traktorit, jotka on varustettu kaato-kasauslaittein.

Aiemmin on jo taimiston perkauksen yhteydessä mainittu pitkäulotteisten kuormaimien käyttö käytäväharvennusten tapaisissa toimissa. Voidaan ajatella esimerkiksi sellaista ratkaisua, että kevyt kaato- ja kasauselin on asennettu pitkäulotteisen puomikuormaimen päähän, ja tätä käyttäen ajouralta käsin tehdään käytäväharvennuksen tapaista harvennusta. Esimerkiksi yhdistyneenä kokopuuhaketuksen tällaiset menetelmät vaikuttavat niin lupaavilta, että työtieteellisiä tutkimuksia näistä kysymyksistä on vakavasti harkittava. Mahdolliselta näyttää, että tällaisista tutkimuksista saatava hyöty olisi korkeaa luokkaa.

Valikoivien harvennuksien ja käytäväharvennuksien analysoinnissa tarvitaan edelleen sellaisia teoreettisia selvityksiä, joissa pyritään ottamaan huomioon näiden harvennusmenetelmien erilaisuus puiden joukkokäsittelyn mahdollisuuden kannalta. Tällaisten teoreettisten analyysien avulla on ilmeisesti mahdollista selvittää erilaisten koneellisten vaihtoehtojen tulevaisuutta.

Jäljempänä tarkastellaan erilaisia ensiharvennusmenetelmiä toiselta kannalta kiinnittämättä huomiota valikoivien harvennusten ja käytäväharvennusten eroihin. Useat jäljempänä tarkastelluista menetelmistä soveltuvat kumpaankin vaihtoehtoon.

5.6.2. Tavaralajimenetelmät

5.6.2.1. Ihmistyövaltainen palstatien varteen hakkuu

Nykyisin käytetyin ensiharvennusmenetelmä on otsikossa mainittu ratkaisu, jota on sovellettu jo useita vuosikymmeniä. Siitä on tehty runsaasti aikatutkimuksia, eikä erityisen edullisia tutkimuskohteita ole näköpiirissä. On kuitenkin eräitä pienempiä kysymyksiä, jotka on aiheellista selvittää. Tutkimuksia kavautaan mm. siitä, missä määrin leimauksesta ja ajourien suunnittelusta voidaan luopua ensiharvennusmetsissä. Eräät kokemukset näyttävät nimittäin osoittavan, että koulutettu työntekijä pystyy ensiharvennusolosuhteissa tekemään riittävän oikeita päätöksiä valitessaan poistettavia ja jääviä puita. Kun suunnittelukustannukset ovat erityisen raskaita ensiharvennuksissa, tällaisiin rationalisointitutkimuksiin tulisi kiinnittää riittävä huomiota.

Riittävä tutkimuspanos on ohjattava myös ns. Leka-menetelmän tutkimiseen ensiharvennusolosuhteissa. Ensiharvennuspuun korjuussa siirrettävien pölkkyjen paino on tosin vähäinen, mutta siitä huolimatta Leka-menetelmä tarjoaa eräitä rationalisointimahdollisuuksia erityisesti tiheässä puustossa. Joitakin tutkimuksia on jo tehty, ja niitä on aiheellista jatkaa.

5.6.2.2. Koneellistamisen mahdollisuudet

Ilmeistä on, että tavaralajimenetelmää käytettäessä on vain vähäisiä mahdollisuuksia luopua ihmistyövaltaisista menetelmistä.

- Tällöin on luonnollisesti oletettu, ettei haketta tässä yhteydessä tarkastella tavaralajina.

Periaatteessa voidaan luonnollisesti ajatella pienikokoisten harvestereiden käyttöä myös ensiharvennusolosuhteissa. Ennen empiiristen tutkimusten suunnittelua ja aloittamista on kuitenkin tarpeellista analysoida harvesterin mahdollisuuksia teoreettisesti. Paikallaan on aloittaa jo nykyisessä koneellistamisvaiheessa sellaiset selvitykset, joilla pyritään ennustamaan saavutettavissa olevia tuotoksia käyttäen periaatteena yksinpuin käsittelyä ja toisaalta joukkokäsittelyperiaatetta.

- Tällaisista simulointitutkimuksista on Suomessa vain vähän kokemusta, mutta esimerkiksi Ruotsissa ne ovat osoittautuneet sangen hyödyllisiksi arvioitaessa vielä rakentamattomien kone-ratkaisujen kelpoisuutta. Ymmärrettävää on, että tällaisen teoreettisesti suuntautuneen tutkimuksen kustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin empiirisen tutkimuksen, jos mukaan otetaan tutkimuskustannuksiksi koneiden ja laitteiden rakentaminen. Näiden tutkimusten edullisuutta voi pitää hyvänä.

Vaikka ennakolta onkin suhtauduttava varauksellisesti tavaralajimenetelmän koneellistamismahdollisuuksiin ensiharvennuksissa, saattaa olla paikallaan tehdä joitakin empiirisesti suuntautuneita tutkimuksia. On nimittäin kehitetty eräitä mielenkiintoisia kevyitä koneita, joiden käyttömahdollisuuksien selvittäminen on kaikesta epävarmuudesta huolimatta paikallaan.

5.6.3. Runkomenetelmät

5.6.3.1. Yksinkertaiset ihmistyövaltaiset menetelmät

Ensiharvennuksissa poistettavien puiden pienen koon vuoksi runkomenetelmien kehitysmahdollisuudet näyttävät lupaavammilta kuin tavaralajimenetelmien. Jos kerralla käsitellään karsittua ja mahdollisesti latvottua runkoa, ensiharvennuksissa voidaan käyttää vielä yksinkertaisia ihmistyövaltaisia menetelmiä puiden pienen koon vuoksi. Poikkeuksellisen suuret rungot voidaan tarvittaessa katkoa rangoiksi ja käsitellä pienempien

runkojen tavoin.

Ensiharvennuksissa on runkomenetelmää käytetty eri muodoissaan jo vuosikymmeniä. Useita työntutkimuksia on tehty mm. polttorangan valmistuksen yhteydessä. Myös ihmistyövaltaiset menetelmät näyttävät käyttökelpoisilta siinä määrin, että menetelmiä on tarkoituksenmukaista kehittää työntutkimuksin. Erityisen lupaavalta vaikuttaa sellainen tiheisiin riukumännikköihin ajateltu menetelmä, jossa työntekijä ainoastaan kaataa puun, katkaisee rungon vihreän latvuksen alkamiskohdalta ja käsittelee näin syntynyttä latvottua runkoa kuitupuupölkyn tavoin. - Tällaisesta menetelmästä, jossa lainkaan ei ole karsintaa, ei ole tehty työntutkimuksia, eikä menetelmää ole toistaiseksi kehitetty tutkimuksen tarjoamin keinoin edelleen. Luultavaa kuitenkin on, että tämänkaltaiset käytännöllisesti suuntautuneet tutkimukset voisivat osoittautua sangen edullisiksi.

Runkomenetelmään perustuvia ihmistyövaltaisia menetelmiä on tarkoituksenmukaista kehittää myös kuusikoita ja koivikoita varten. Kun karsinnan pois jättäminen ei yleensä tule kysymykseen vihreän latvuksen alkaessa suhteellisen alhaalta, on tarkoituksenmukaista kehittää kevyitä karsintalaitteita pelkästään jo ensiharvennuksia varten. Kun eräitä lupaavia koneellistamisideoita on olemassa, näiden edelleen kehittämiseen tarvitaan työntutkimuksen antamaa tukea.

5.6.3.2. Prosessorien käyttö metsässä ja välivarastolla

Toistaiseksi Suomessa ei ole käytetty prosessoreita ensiharvennusleimikoissa puiden pienen koon vuoksi. Toisena syynä on nykyisten prosessorien liiallinen järeys tehtävään. Ulkomailla on kuitenkin kehitetty harvennusmetsien pieniä puita varten erikoisprosessoreita, jotka saattavat olla jopa maatalustraktoriperustaisia. Eräät ratkaisut vaikuttavat siinä määrin lupaavilta, että on paikallaan tehdä työntutkimuksia näiden ratkaisujen mahdollisuuksista Suomen olosuhteissa. Jossakin määrin alustavia tuloksia on kyllä saatavissa ruotsalaisten tutkimuksista, mutta Ruotsissa kehitetyt koneet eivät ole ainoita mahdollisuuksia. On mm. eräitä lupaavia karsintaelimiä,

jotka voidaan tarvittaessa kiinnittää jopa järeän puomikuormaimen päähän. - Kun otetaan huomioon karsinnan kalleus korjattaessa ensiharvennuspuuta ihmistyövaltaisista menetelmin, näihin koneellistamisvaihtoehtoihin on kiinnitettävä huomiota jo ajoissa.

Yksinpuin tapahtuvan käsittelyn lisäksi tutkimusta kannattaa vakavasti suunnata sellaisiin teoreettisesti edullisempiin menetelmiin, jotka perustuvat usean puun käsittelyyn samalla kertaa. Erityisen tärkeää tällaisen joukkokäsittelyperiaatteen soveltaminen olisi ensiharvennuksissa. Ainakin ensimmäisessä vaiheessa olisi teoreettisesti selvitettävä, millaisia mahdollisuuksia on rakentaa useaa puuta samanaikaisesti työstävä prosessori. Mikäli teoreettisesti edullisia ratkaisuja löytyisi, riittävä kehitys- ja tutkimuspanos tulisi uhrata näiden koneiden saamiseksi käytännön työhön saakka.

Ennenkevyiden harvennusmetsiin tarkoitettujen prosessoreiden laajempaa käyttöönottoa on perusteltua tutkia kysymystä myös muiden metsätieteiden kannalta. Kun on ilmeistä, että mainitut prosessorit tulevat työskentelemään ajouralta käsin, on aiheellista jo ennakolta selvittää ajouran vierelle ja ajouralle kertyvän oksamassan vaikutus maan lämpöoloihin, puuston kasvuun ja erityisesti metsikön hygieniaan. Kun monien tällaisten tutkimusten tulosten valmistumisaika on pitkä, on aiheellista aloittaa tällaiset tutkimukset simuloimalla tulevaa tilannetta mm. oksia keräämällä ja seuraamalla näin käsiteltyjen koalojen kehitystä.

Edellä on tarkasteltu prosessorien käyttöä pelkästään metsässä, käytännössä ilmeisesti ajouralta käsin. Prosessoreita voidaan käyttää myös välivarastolla. Itse asiassa ensiharvennuspuun ja ensiharvennusleimikon ominaisuuksia ajatellen tällainen vaihtoehto vaikuttaa jopa lupaavammalta. Tällöin kuljetetaan kokonaiset ensiharvennuspuut välivarastolle, jossa ne työstetään.

- Tällaisen menetelmän kehittäminen vaatii monenlaista metsätieteellistä tutkimusta. Ihmistyönä tehdyn kaadon, kasauksen ja myös maastokuljetuksen ongelma on suurin piirtein ratkaistu, mutta välivarastoprosessorin käyttökelpoisuudesta ei ole juuri

tietoa. Kun välivarastolla ei ilmeisesti kannata ajatella käytettäväksi muuta kuin joukkokäsittelyperiaatetta, päähuomio tulisi tutkimuksissa kiinnittää niihin perusteisiin, joita tarvitaan tällaisen prosessorin suunnittelussa ja kehittämisessä. Joitakin ratkaisuja on jo olemassa, mutta niiden tutkiminen on toistaiseksi jäänyt vähälle huomiolle. - On tosin myönnettävä, etteivät karsintaprosessoreihin perustuvat kehityslinjat vaikuta niin lupaavilta kuin esimerkiksi kokopuuhaketuksen perustuvat menetelmät, mutta tilannetta on huolellisesti seurattava myös tutkimuksellisesti ja pyrittävä mm. teoreettisiin tutkimuksiin ennakoimaan tulevaa kehitystä.

5.6.4. Kokonaisten puiden metsähaketuksen perustuvat menetelmät

Lupaavimpana ensiharvennuspuun korjuumenetelmänä voidaan pitää kokopuuhaketusta joko metsässä tai välivarastolla suoritettuna. Viime vuosina kokopuuhaketusta on tutkittu runsaasti mm. Metsäntutkimuslaitoksella ja käynnissä on useita tutkimuksia asiasta. Näitä selvityksiä on syytä jatkaa ja erityisesti kehittää laitteita ja menetelmiä.

Tutkimuksellista tietoa tarvitaan mm. metsähaketuksen ja välivarastohaketuksen edullisuudesta erilaisissa olosuhteissa. Työtieteellisiä tutkimuksia kaivataan mm. tuotoksista ja kustannuksista. Metsähaketuksen etuna on työtieteellisessä mielessä mm. se, että puutavara kuormataan ainoastaan kerran, suoraan hakkuriin. Haittapuolena on mm. se, että maastoliikkuvuuden varmistaminen tekee hakkurin suhteellisen pieneksi ja tehottomaksi.

Nykyisten tietojen valossa vaikuttaa mahdolliselta, että kokonaisten puiden metsähaketus saattaa olla käyttökelpoinen vaihtoehto ensiharvennuspuun korjuussa. Tästä aiheutuu, että riittävä tutkimuspanos on myös jatkossa suunnattava tähän lupaavaan kehityslinjaan. Metsätyötieteellisten tutkimusten lisäksi on huolehdittava siitä, että myös muiden metsätieteiden alaan kuuluvat ongelmat tämän menetelmän yhteydessä saavat riittävää valaistusta.

5.6.5. Kokonaisten puiden välivarastohaketukseen perustuvat menetelmät

Edellä on jo mainittu, että välivarastolla voidaan työstää sinne kuljetettuja ensiharvennuspuita. Samalla tavalla välivarastolla voidaan hakettaa sinne kuljetetut kokonaiset puut. Tällaiset menetelmät ovat jo käytössä kokeiluluonteisesti. Saatujen kokemusten valossa näyttää ilmeiseltä, että menetelmä saattaa olla jo lähitulevaisuudessa käyttökelpoinen vaihtoehto ensiharvennuspuun korjuussa. Huomattavaa tutkimuspanosta tarvitaan edelleen sopivimpien välineiden ja menetelmien löytämiseksi.

5.6.6. Ensiharvennuspuun kaadon ja kasauksen koneellistaminen

Erityisesti kokopuuhaketesta, mutta periaatteessa myös eräitä muita menetelmiä varten tarvitaan koneita, joita voidaan käyttää ensiharvennuspuiden kaatamiseen ja kasaamiseen ajouran varteen. Nämä kasat voidaan sitten syöttää ajouralla kulkevaan maastohakkuriin tai kuljettaa kokonaisina välivarastolle haketettaviksi.

Eräitä lupaavia ratkaisuja on jo kehitetty. Eräissä ratkaisuissa käytetään pientä traktoria, joka kulkee puulta puulle ja kerää kaatamistaan puista taakan ajouran varteen viетäväksi. Tällaisia pienikokoisia koneita on käytössä eri tyyppisiä, joiden käyttökelpoisuus on selvitettävä metsätieteellisin tutkimuksin. Kokonaisten koneratkaisujen lisäksi on aiheellista kehitellä myös komponentteja, erityisesti kaadon ja kasauksen laitteita, jotta koneiden tuotostaso saadaan kohoamaan. Nykyisen käsityksen mukaan erityistä huomiota tulisi kiinnittää taakan koon lisäämiseen erityisesti ensiharvennuspuustoa ajatellen.

Ensiharvennuspuun kaatoon ja kasaukseen voidaan ajatella myös muunlaisia koneellisia menetelmiä. Lupaavalta kehityslinjalta näyttää myös pitkäulotteinen kuormain, jonka päähän on asennettu kaatolaite. Tällaisella laitteella voidaan kaataa ja kuljettaa kokonaiset puut ajouralle, jossa varsinainen kone työskentelee. - Tällaisten koneiden tutkiminen ja kehittäminen

on vielä nykyisin edessä oleva tehtävä, jonka edullisuutta moniin muihin tutkimuksiin verrattuna voi pitää hyvänä.

5.7. Kokopuiden korjuun erityiskysymyksiä

5.7.1. Ravinteiden poistuminen kokopuiden mukana

Mikäli korjuumenetelmänä käytetään kokopuuhaketusta tai jotakin muuta menetelmää, jolloin erityisesti kuoren ja neulasten (lehtien) runsaat ravinteet kulkeutuvat metsästä pois, tutkimuksessa on kiinnitettävä huomiota ravinnetappioiden määrään ja mahdolliseen korvaamistarpeeseen lannoituksen avulla. Tällaisia tutkimuksia on jo tehty, ja niitä on syytä jatkaa sitä mukaa kun kokopuunkäyttö ensiharvennuksissa lisääntyy. Pelkän ravinnekysymyksen lisäksi huomiota on kiinnitettävä myös karikkeiden muuhun merkitykseen, joka ainakin eräissä olosuhteissa näyttää olevan merkittävä. Selvää myös on, että pääravinteiden lisäksi on aiheellista selvittää myös hivenaineiden merkitystä kokopuuna korjuun edullisuuteen vaikuttavana tekijänä.

Ravinnetutkimusten yhteydessä kannattaa selvittää myös ne teknologiset mahdollisuudet, joita on olemassa ravinnetappioiden välttämiseksi. Esimerkiksi kokopuuhakkeen seulonta metsässä tai välivarastolla, johon aikaisemmin on jo viitattu, tarjoaa mahdollisuuden poistaa osa ravinnekatoisimmasta hakkeen aineksesta ja palauttaa takaisin metsään. Tätä nykyä sopivia menetelmiä ei vielä ole, mutta tutkimuksellisin keinoin näiden luominen ja niiden pätevyyden selvittäminen on jo ajankohtainen asia. Kun lisäksi tätä nykyä erityisesti kuorella ja neulasilla on vain vähän arvoa teollisuusprosessissa, tai arvo saattaa olla jopa negatiivinen, näiden aineksien poistaminen kokopuuhakkeesta on mielenkiintoinen ja tärkeä kysymys myös teollisen jalostuksen kannalta.

Ennakkoluulottomasti on tutkittava myös muita mahdollisuuksia erityisesti neulasten ja kuoren poistamiseksi. Eräs keino on soveltaa muutaman vuosikymmenen takaista kemiallisen kuorinnan teknologiaa pystypuihin. Tutkimuksin kannattaa selvittää, missä määrin voidaan ensiharvennuksissa poistettavat puut

käsitellä kemiallisesti siten, että neulaset ja kuori putoavat jo metsässä, jolloin kokopuuhakkeeksi tehtävä raaka-aine on jo varsin vapaa näistä komponenteista. Selvää on, että samassa yhteydessä tulee selvittää jäljelle jäävien puiden mahdollinen reagointi, hyönteisvaurioiden mahdollisuus sekä muut metsikön hygieniaan liittyvät kysymykset.

5.7.2. Hyönteiskysymys

Kokopuuna korjuun edullisuuteen vaikuttaa myös se, missä määrin tuhohyönteisten metsälle aiheuttama vaara vähenee tavanomaiseen tavaralajimenetelmään verrattuna johtuen siitä, ettei monille tuhohyönteislajeille enää jää lisääntymispaikkoja. - Kysymystä on jossakin määrin selvitelty, mutta selkeitä empiirisiä tuloksia on toistaiseksi vähän. Luonnon monimutkaisuuden vuoksi on hyvinkin mahdollista, ettei asia ole niin yksinkertainen kuin se on pelkästään lisääntymispaikkojen kannalta. Tämän vuoksi on aiheellista aloittaa jo hyvissä ajoin tutkimukset kysymyksen kaikinpuoliseksi selvittämiseksi.

Hyönteiskysymyksen selvittäminen ei kuitenkaan ole pelkkä biologinen ongelma. Lopullisena tavoitteena on taloudellinen analyysi, jolloin voidaan punnita eri suuntaan vaikuttavien tekijöiden vaikutusta taloudelliseen tulokseen. Tällöin joudutaan ottamaan samanaikaisesti huomioon hyönteiskysymyksen lisäksi mm. mahdolliset ravinnetappiot, säästöt puunkorjuukustannuksissa jne.

5.8. Ensiharvennuspuun ominaisuudet

5.8.1. Kuoren, neulasten, oksien ja muun puuaineen määrä

Alustavia tietoja ensiharvennuspuiden biomassan jakautumisesta kuoren, neulasten (lehtien), oksien ja puuaineen kesken on jo saatu. Tutkimuksia ei kuitenkaan voida pitää läheskään riittävinä. Useat puulajit, jotka todennäköisesti tulevat olemaan merkittäviä kokopuuhaketuksen raaka-aineita, on jäänyt toistaiseksi tutkimatta rahoituksen puuttuessa. Esimerkiksi kontortamänty on kokopuukäytön kannalta mielenkiintoinen puulaji, koska sen optimaalinen kiertoaika näyttää olevan lyhyt, oksai-

suudesta johtuu heikkous sahatavaran valmistukseen jne. Kontortamännyn lisäksi on myös muita puulajeja, joista ei ole käytettävissä tutkimustietoja lainkaan. - Kun kokopuiden käyttö ilmeisesti lisääntyy tulevaisuudessa, tällaisten ensiharvennuspuiden ominaisuuksien tutkimista on pidettävä kiireellisenä ja edullisuudeltaan korkealle arvostettavana tehtävänä.

Ei voida kuitenkaan tyytyä pelkästään siihen, että mitataan eri komponenttien suhteelliset osuudet kuivana massana tai jollakin muulla tavalla. Lisäksi tarvitaan tietoja eri komponenttien kiintotiheydestä. Tällaisia tietoja tarvitaan mm. puunjalostuksessa, korjuutoiminnan suunnittelussa ja mittauksessa. Kiintotiheystietojen lisäksi tarvitaan tietoja myös irtotiheydestä, johon vaikuttaa puun ominaisuuksien lisäksi myös haketustapa ja -laitteisto.

Komponenttien ominaisuuksiin joudutaan ottamaan Metsäntutkimuslaitoksella myös virallinen kanta myös siinä mielessä, että laitoksen tehtäväksi on määrätty erilaisten muuntolukujen selvittäminen ja julkaiseminen. Sitä mukaa kun kokopuuhake yleistyy raaka-aineena, tarvitaan yhä enemmän erilaisia puulajeja ja olosuhteita koskevia muuntolukuja mittauksen järkeväksi hoitamiseksi. - Muuntolukuihin tähtääviä tutkimuksia on jo käynnissä. Näitä tutkimuksia on tarpeen nopeuttaa ja tehostaa.

5.8.2. Puuaineen ominaisuudet

Toistaiseksi on ensiharvennuspuun ominaisuuksista tehty vain vähän tutkimuksia. Tiedot erilaisista ominaisuuksista olisivat kuitenkin arvokkaita erityisesti kokopuukäytön lisääntymisen vuoksi. Monet ominaisuudet poikkeavat niin paljon perinteisestä kuitupuusta, ettei voida tyytyä toisenlaista populaatiota koskeviin tietoihin monessakaan tapauksessa.

Edellä on jo viitattu kokopuiden eri komponenttien ominaisuuksiin. Puuaine, joka useimmissa tapauksissa on varsinaisen jalostuksen kohteena, ansaitsee erityisen huomion. Tutkimuksin on mm. selvitettävä, miten nuori, suhteellisen tiheässä kasvanut ensiharvennuspuu soveltuu erilaisiin jalostusprosesseihin. Joskaan

varsinaisia insinööritieteellisiä jalostustutkimuksia ei ole tarpeellista aloittaa, metsätaloudessa on kiinnitettävä riittävää huomiota perusominaisuuksiin mm. oikeudenmukaisen maksukäytännön luomiseksi. Tietoja tarvitaan mm. puuaineen tiheydestä, joka ainakin männyllä on ensiharvennuspuissa poikkeuksellisen alhainen. Lisäksi tarvitaan tietoja kosteudesta, uuteainepitoisuudesta, lämpöarvosta, solujen dimensioista jne. Nämä tiedot ovat hyödynnettävissä sangen hyvin mm. arvioitaessa raaka-aineen soveltuvuutta eri tarkoituksiin.

Ensiharvennuspuun ominaisuuksia joudutaan selvittämään erityisesti männyn, kuusen ja koivun osalta. Lisäksi joudutaan tarkastelemaan myös eräitä muita lehtipuita, koska niiden osuus ensiharvennuspuukertymästä saattaa olla huomattava erityisesti silloin, kun ensiharvennukseen liittyy taimiston perkaus. Mm. oikeudenmukaisen hinnoittelun mahdollistamiseksi myös näistä harvinaisemmista puulajeista tarvitaan puuaineen ominaisuuksia koskevia tietoja.

5.9. Ensiharvennuspuun arvoa kohottavat toimet

Useissa tapauksissa ensiharvennuspuun arvo on tilavuusyksikköä kohti vähäisempi kuin myöhemmin poistettavan, vanhemman puun. Määrätapauksissa arvo saattaa olla niin alhainen, ettei korjuu ole lainkaan perusteltua. Tämän vuoksi on aiheellista kiinnittää tutkimuksellista huomiota niihin mahdollisuuksiin, joita on olemassa ensiharvennuspuun arvon kohottamiseksi.

Tätä nykyä ei liene olemassa menetelmiä, joilla puuaineen alhaista tiheyttä ja eräitä haitallisia ominaisuuksia voitaisiin parantaa. Mikäli tällaisia mahdollisuuksia ilmenee tulevaisuudessa, niiden käyttökelpoisuutta on tutkimuksin selvitettävä.

Jossakin määrin ensiharvennuspuun arvoa voidaan lisätä kohottamalla sen pihkapitoisuutta. Nykyisen käsityksen mukaan pihkapitoisuuden kohottaminen on edullisinta männyssä. On jo olemassa eräitä hormoneja, joita käyttäen pihkapitoisuus saadaan nousemaan. Tutkimukset on jo aloitettu Metsäntutkimuslaitoksella, ja niitä on tarkoituksenmukaista jatkaa. Nykyisen käsityksen

mukaan arvoa lisäävät toimet eivät vielä ole kannattavia mm. ensiharvennuspuun pienikokoisuuden vuoksi, mutta on pyrittävä kehittämään valmiiksi ne menetelmät, joita voidaan tarvittaessa käyttää, mikäli esimerkiksi mäntyöljyn hinnan kohoamisen vuoksi toimet tulisivat kannattaviksi. Kun eräät trendit maailman-kaupassa viittaavat hartsipulaan ja sen hinnan kohoamiseen pihkanjuoksutuskustannusten kohotessa kaikissa maissa, näihin tulevaisuuden mahdollisuuksiin on kiinnitettävä riittävää huomiota.

Taimiston raivauksen yhteydessä on jo kiinnitetty huomiota eräisiin toimiin, joilla voidaan vaikuttaa ensiharvennuspuun järeyskehitykseen ja sitä kautta korjuun kannattavuuteen. Näitä mahdollisuuksia ei enää toisteta tässä yhteydessä.

5.10. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen

5.10.1. Vaurioitumisen määrä ja vaurioitumisen estäminen

Erityisesti sulan maan aikana suoritettussa puunkorjuussa on ongelmaksi muodostunut jäljelle jäävien puiden vaurioituminen. Tämä on ongelma myös ensiharvennuspuun korjuussa. Talviaikana kysymys ei ole niin tärkeä, joskin käytännössä on osoittautunut, ettei myöskään jäätyneen maan kantavuus ole aina riittävä jä-reille kuormatraktoreille.

Tätä nykyä ei ole olemassa tarkkaa tietoa ensiharvennuspuuston vaurioitumisen määrästä esimerkiksi vaurioituneiden puiden hehtaarikohtaisella lukumäärällä mitaten. Inventointeja on kyllä tehty, mutta ne ovat kohdistuneet pääasiassa varttuneempaan puustoon. Jotta vaurioitumisen taloudellista merkittävyyttä voitaisiin perustellusti arvioida, tarvitaan tutkimuksia vaurioitumisen määrästä ja laadusta.

Tutkimuksissa ei kuitenkaan ole pitäydyttävä pelkästään vaurioiden määrän ja laadun toteamiseen. Jo nykyisen tiedon valossa on ilmeistä, että vaurioitumisella on sellainen taloudellinen merkitys, joka antaa aiheen pyrkiä käytettävissä olevin keinoin vaurioitumisen estämiseen. Joitakin kokeiluja mm. havutuksen vaikutuksesta on jo tehty, mutta mitään selvästi havaittavissa

olevaa hyötyä ei ole voitu osoittaa nykyisiä järeitä korjuukoneita käytettäessä, kenties humuksen vähäisempää kulumista lukuunottamatta. On kuitenkin paikallaan jatkaa tutkimuksia, joissa selvitetään hakkuutähteiden mahdollisuudet vaurioitumisen estämisessä tai ainakin vaurioiden lieventämisessä.

Tutkimuksellista huomiota on kiinnitettävä myös muihin mahdollisuuksiin vaurioiden vähentämisessä. Ruotsissa on kehitetty uusia telaratkaisuja, jotka näyttävät vähentävän juurivaurioiden määrää. Vastaavien kokeilujen aloittaminen myös Suomessa on paikallaan harvennusmetsien huomattavan laajuuden vuoksi. On myös perusteltua aloittaa traktoreiden ominaisuuksia selvittelevät tutkimukset, joita voidaan käyttää hyväksi suunniteltaessa harvennusmetsiin paremmin soveltuvia korjuukoneita. Eräät hajatie-dot viittaavat siihen, että mm. painon jakautumiseen, telien käyttöön, telojen asentamiseen ja ohjattavuuteen liittyvät kysymykset ovat tärkeitä myös harvennuspuston vaurioitumisen kannalta. Pintapaineen alentamisen lisäksi huomiota tulisi kiinnittää myös ohjattavuuteen ja ketteryuteen, jotka eivät nykyisissä järeissä kuormatraktoreissa ole kovin hyviä. - Selvää on, ettei ole tarkoituksenmukaista ryhtyä metsätaloudessa suunnittelemaan koneita. Metsätaloudellisten tutkimusten tehtävänä on kuitenkin tarjota koneen suunnittelijoille relevanttia tietoa mm. vaurioitumiseen vaikuttavista tekijöistä ja niiden huomioon ottamisesta konesuunnittelussa. Luonnollisin paikka tällaisten analyysien tekemiseen on epäilemättä yhteiskunnan varoilla ylläpidetty Metsäntutkimuslaitos.

5.10.2. Puuston vaurioitumisen vaikutus kasvuun

Metsäntutkimuslaitoksella on tiettävästi joitakin koealoja, joiden tarkoituksena on selvittää otsikossa mainittua kysymystä. Näitä tutkimuksia on paikallaan jatkaa ja tarvittaessa laajentaa. Jo nykyisin käytettävissä olevat tiedot viittaavat siihen, ettei kasvutappioilta voida täysin välttyä puustoa tavanomaisesti vaurioitettaessa. Ensiharvennuksessa jäljelle jäävien puiden reaktioista ei tosin ole vielä tietoa, mutta vanhemman puuston reaktiot viittaavat ilmeisiin häiriöihin. Jokantapauksessa näihin kasvukysymyksiin on kiinnitettävä riittävää huomiota

kasvun vaikeasta mitattavuudesta ja metodisista ongelmista huolimatta.

On vielä korostettava, että puunkorjuun vaikutusta ensiharvennuskasvuun on tutkittava monipuolisella tavalla myös vaurioitumisen ollessa kyseessä. Ei voida rajoittua pelkästään selvästi näkyviin haavoihin juurissa ja rungossa, vaan on aiheellista selvittää perusteellisesti myös epäsuorat vaikutukset. Maan tiivistyminen raskaiden korjuukoneiden alla, lyhytjuurten tuhoutuminen jne. vaativat myös Suomen olosuhteissa tehtyä tutkimusta.

5.10.3. Puustovaurioiden vaikutus lahoamiseen ja lahon estäminen

Jo tätä nykyä on käytettävissä eräitä tutkimuksia, joissa on selvitelty puustovaurioiden vaikutusta vaurioituneiden puiden lahoamiseen. Kuten aiemmin jo mainittu, tavoitteena on laajentaa tutkimustoimintaa aktiiviseen suuntaan ja tarkastella, millaisilla toimilla lahoa voidaan estää puiden jo saatua vaurioita puunkorjuun seurauksena. Myös vaurioiden merkitystä lahon synnyn kannalta on aiheellista tutkia edelleen, koska ensiharvennuskasvat ovat tähänastisessa tutkimustoiminnassa puutteellisesti käsiteltyjä. Kun otetaan huomioon mm. havupuiden erittäin korkea kosteus puiden ollessa nuoria, yleistyksiä ei ilman muuta voida tehdä vanhemman puuston reaktioista.

Ensiharvennuskasvat mahdollista lahoutumista vaurioitumisen seurauksena on tarkasteltava myös muulta kuin patologiselta kannalta. Puuntutkimuksellisesti tärkeitä tutkimusaiheita ovat mm. vaikutukset aikanaan korjattavan raaka-aineen laatuun ja arvoon. On mm. tärkeää selvittää, kuinka alkuun päässyt laho käyttäytyy myöhemmin. Eräissä tutkimuksissa on saatu tuloksia, joiden mukaan laho voisi rajoittua varsin paikalliseksi viaksi. Toisaalta on viitteitä lahon jatkuvasta etenemisestä. - Lahon suuren taloudellisen merkityksen vuoksi näihin kysymyksiin on paikallaan saada tutkimukseen perustuvia vastauksia.

Erityistä huomiota on ainakin Etelä-Suomen olosuhteissa kiinnitettävä vaurioiden merkitykseen maannousemasiemen levittämisessä. Mikäli tutkimuksissa osoittautuu, että vauriot ovat merkittäviä maannouseman levittäjiä, käytännön metsätaloudessa kannattaa uhrata melkoisia panoksia vaurioituneiden puiden suojaamiseksi sekä maannousemasiemen leviämisen estämiseksi. Jos taas suhteellisen vähäinen osa ensiharvennuspuuston saamista vaurioista johtaa maannousemasiemen leviämiseen, vaurioiden merkitystä voidaan tarkastella enemmän yksittäisten puiden arvon kannalta. Taloudellisten tutkimusten tekemiseksi perustiedot ovat joka tapauksessa tarpeen.

5.10.4. Vaurioiden muu merkitys

Ensiharvennuspuuston vaurioitumista on perusteltua tutkia myös muilta kuin edellä esiteltuilta näkökannoilta. On mm. selvitettävä, missä määrin hyönteistuhot riippuvat aiheutuvista vaurioista. Edelleen on aiheellista selvittää, vaikuttavatko vauriot puun arvoon muuten kuin lahoutumisen kautta. Mahdollista nimittäin on, että vaurioitumisen aiheuttama kyljestyminen ja mahdollinen koroutuminen ovat jo sinänsä huomionarvoisia tekijöitä vaurioiden taloudellista merkitystä arvoitaessa. Näistä kysymyksistä ei ole juuri tutkimukseen perustuvaa tietoa ainakaan ensiharvennusemetsiköiden osalta.

5.11. Ajourien aiheuttama kasvutappio

Edellä on jo viitattu, että vaurioitumisen aiheuttamaa kasvutappiota on tarkasteltava laajalti ja otettava huomioon myös muut kuin paljain silmin havaittavat vauriot. Läheisesti tähän vaurioitumisongelmaan liittyy ajourien aiheuttama kasvutappio, joka perustuu pelkästään ajourien viemään tilaan. Tätä nykyä ei käytettävissä ole luotettavia selvityksiä, joissa olisi osoitettu Suomen olosuhteissa ajourien merkityksellisyys tai merkityksettömyys näiden epäiltyjen kasvutappioiden kannalta. On paikallaan mm. selvittää, missä määrin juuret elävät ajouran alla, ja kuinka tämä riippuu mm. ajourien tiivistymisestä ja mahdollisesta raideiden muodostumisesta. On tärkeitä saada tutkimukseen perustuvia luotettavia arvioita näistä mahdollisista kasvutappioista, jotta voitaisiin tehdä oikeita taloudellisia johtopäätöksiä mm. erilaisten korjuumenetelmien edullisuudesta.

Tällä hetkellä Ruotsissa vallitsevan käsityksen mukaan ajourien aiheuttamat kasvutappiot saattavat olla sitä suuruusluokkaa, joka tekee perustelluksi jopa 80 metrin ajouravälin käyttämisen. Näin harvaa ajouraverkkoa käytettäessä joudutaan muuttamaan harvennusmenetelmiä aivan oleellisesti. Eri korjuumenetelmien kustannukset kuutiyksikköä kohti ovat niin erilaiset, että on välttämätöntä saada luotettavaa tietoa asioiden todellisesta laidasta oikean kehityssuunnan löytämiseksi.

5.12. Työvoimakysymykset ja työn organisointi

Kun ensiharvennusmetsien puunkorjuun koneellistaminen etenee hitaasti, valtakunnan metsien inventointien mukaan laaja-alaisiin ensiharvennuksiin tarvitaan runsaasti työvoimaa. Ilmeistä on, että muulloin kuin lama-aikoina työvoimaa on vaikea saada riittämään ensiharvennuksiin. Tämän vuoksi on tarpeellista tarkastella työvoimakysymyksiä yleensä harvennuksissa ja erityisesti ensiharvennuksissa.

Toistaiseksi ei Suomessa ole tutkimuksin selvitetty, missä määrin nimenomaan ensiharvennuksissa voidaan käyttää vähemmän koulutettua ja ammattitaitoista työvoimaa. Käytännön kokemuksia tällaisen työvoiman käytöstä kyllä on, mutta näitä havaintoja ei ole systemaattisesti kirjattu. Harvennuspuiden pieni koko, mahdollisuus käyttää kevyitä käsityövälineitä yms. ovat tekijöitä, jotka tekevät vähemmän ammattitaitoisen työvoiman käytön harkinnan arvoiseksi vaihtoehdoksi. Kysymys on ainakin syytä selvittää tutkimuksen tarjoamin keinoin.

Toisaalta lienee selvää, ettei edes suhteellisen kevyt ensiharvennuspuun korjuu ole heikkokuntoisten ja alaikäisten työtä. Eräät kokemukset kuitenkin viittaavat siihen, että esimerkiksi ylimpien lukioluokkien pojat, opiskeluaan aloittavat nuoret miehet yms. voisivat tulla kysymykseen kesäaikaisessa ensiharvennuspuun korjuussa. Saadut kokemukset olisi ainakin systemaattisesti kirjattava.

Toisaalta olisi selvitettävä, missä määrin maatalojen omaa työvoimaa voidaan käyttää nimenomaan ensiharvennuspuun korjuuseen. Tarvittaessa olisi tutkittava myös lainsäädännön tar-

joamat mahdollisuudet lisätä työvoiman tarjontaa tältä puolelta. Kun otetaan huomioon, että metsien tulevan kehityksen kannalta ensiharvennusten suorittaminen on useissa tapauksissa välttämätöntä, kannattaa harkita mm. veropoliittisia toimia. Kun hakkuun tuotos on ihmistyövaltaisia menetelmiä käytettäessä alhainen järeämpään puustoon verrattuna, voidaan ajatella, että ensiharvennusmetsissä suoritettavat hakkuut rinnastetaan taimikon perkaukseen eikä metsänomistajien omaa työpanosta lue-ta hankintahakkuussa tehdyksi työksi. Tutkimisen arvoinen asia olisi, millä tavalla suhteellisen vähäiset muutokset eräissä verolaéissa vaikuttaisivat ensiharvennusmetsien käsittelyyn metsänomistajien keskuudessa. - Joka tapauksessa on selvää, ettei näissäkään kysymyksissä tutkimus voi omaksua passiivisen sivustakatsojan roolia.

6. MYÖHEMMÄT HARVENNUKSET

6.1. Harvennushakkuiden ajoitus ja määrä

Kuten ensiharvennuspuun korjuun yhteydessä on jo tarkasteltu, harvennushakkuiden tarkoituksenmukaiseksi suunnittelemiseksi on tarpeen tehdä taloudellisia laskelmia harvennushakkuiden määrästä ja laadusta. Tätä nykyä on käytettävissä jo useita tutkimuksia, joissa tätä ongelmaa on selvitetty. Lisätietoja kuitenkin kaivataan monista kysymyksistä. Sitä paitsi monet taloudelliset laskelmat joudutaan uusimaan aika ajoin muuttuvien olosuhteiden vuoksi. Esimerkiksi vain muutama vuosi sitten tehty arvio kone työn ja ihmistyön hinnan kehityksestä suhteessa toisiinsa ovat jo osoittautuneet liikaa koneellistamista suosiviksi. Ns. öljykriisin mukanaan tuoma laskentaperusteiden muuttuminen on taloudellisissa tutkimuksissa otettava huomioon. Kun ensiharvennuksen jälkeen tehtävien harvennushakkuiden määrää ja kulloinkin poistettavaa puumäärää tutkitaan, kysymyksiä on luonnollisesti tarkasteltava monipuolisesti. Perustana on kasvu- ja tuotosopillinen tutkimus, mutta tämän lisäksi tarvitaan selvityksiä mm. hyönteisvahinkojen todennäköisyydestä eri vaihtoehtoja käytettäessä, muita tutkimuksia metsikön hygieniasta, työtieteellisiä tutkimuksia eri vaihtoehtojen edullisuudesta sekä puuntutkimusta jäljelle jäävän puuston reagoinnin selvittämiseksi erilaisissa vaihtoehtoissa. Nämä tutkimukset voivat

olla pohjana taloudellisille tutkimuksille, joiden tarkoituksena on selvittää optimaalinen menettelytapa eri olosuhteissa ja erilaisista alkuolettamuksista lähdettynä.

Käytännön metsätalouden kannalta on lisäksi kehitettävä sellaisia indikaattoreita, joita käyttäen voidaan objektiivisesti määrittää kulloisessakin yksityistapauksessa soveliaain menettelytapa. Nykyisin käytössä olevat lähinnä pohjapinta-alaan ja puulajiin perustuvat taulukot eivät pidemmän päälle voi olla tyydyttäviä. Ilmeistä on, että indikaattoreiden perusteista ja soveltamisesta tarvitaan lähivuosina perusteellista tutkimusta, mikäli halutaan kehittää metsiköittäin tehtäviä päätöksiä nykyaikaiselle tasolle. Luultavaa myös on, että seurantatutkimuksin kannattaa selvittää tutkimuksiin perustuvien järjestelmien tehokkuus ja vaikutus metsätalouden harjoittamiseen. - Tällaisia seurantatutkimuksia erilaisista asioista on yleensäkin tehty vähän. Metsätalouden tarkempaan ohjaamiseen pyrittäessä näiden laajempi käyttöön otto on kuitenkin ilmeisesti paikallaan.

6.2. Vuodenaika

Ensiharvennuspuun korjuuta tarkasteltaessa on jo mainittu tutkimukset, joissa pyritään selvittämään eri vuodenaikojen edullisuus harvennushakkuiden suorittamisen kannalta. Selvää on, että kysymyksen selvittämiseksi tarvitaan kasvu- ja tuotopillista tutkimusta, johon liittyy myös metsätyötieteellinen ja metsänsuojelullinen tutkimus. Metsätyötieteelliseltä kannalta on mm. selvitettävä vuodenajasta riippuvien olosuhteiden vaikutus eri menetelmien tuottavuuteen. Tämän lisäksi on tutkimusten käytäntöön soveltamisen kannalta välttämätöntä selvittää, millaisia realistisia mahdollisuuksia on eri vuodenaikojen käyttöön mm. työvoiman riittävyttä, koneiden käytön tasaisuutta, kelirikkoajan aiheuttamia taukoja yms. ajatellen.

Metsänsuojelullisina kysymyksinä on jo aiemmin mainittu hyönteisvaurioiden välttäminen sekä sieni-infektioiden torjuminen. Erityisen tärkeä jälkimmäiseltä kannalta on maannousemasienen torjunta, johon on jo useassa yhteydessä viitattu.

Eri tieteenaloilla tehtyjen tutkimusten perusteella on tarkoituksenmukaista tehdä taloudellisia selvityksiä optimaalisesta menettelytavasta, kun eri näkökohtien aiheuttamat rajoitukset ja vaikutus hyötyyn ja haittoihin otetaan asianmukaisesti huomioon. Näihin taloudellisiin tarkasteluihin pääsemiseksi perusteiden tutkimusta on kuitenkin aiheellista tehostaa.

6.3. Ylä- ja alaharvennusmallit

Metsäntutkimuslaitoksella on käynnissä tutkimuksia, joilla on pyritty selvittämään erilaisten harvennustapojen vaikutusta mm. metsikön tuotokseen. Näitä tutkimuksia on edelleen jatkettava ja tehostettava. Nykyisin voimassa oleva käytäntö perustuu nimittäin yllättävän vähäisessä määrin tutkimuksiin, ja ilmeistä on, että monet sovelletut normit osoittautuvat tutkittaessa heikosti perustelluiksi. Mm. VUOKILA on useaan otteeseen korostanut, ettei esimerkiksi erilaisten harsintojen tosiasiallisesta vaikutuksesta ole olemassa riittäviä selvityksiä erityisesti kun otetaan huomioon, kuinka torjuvasti harsintoihin suhtaudutaan viranomaisten taholta mm. yksityismetsien käsittelyssä.

6.4. Karsiminen

Nuorien puiden karsimista on jo aiemmin käsitelty. Tutkimusta näyttää puuttuvan siitä, kuinka jo varttuneempaan ikään ehtineet puut reagoivat karsintaan. Myös näitä kysymyksiä on tarkasteltava monipuoliselta kannalta.

Tärkeimpänä tutkimusta vaativana kysymyksenä on teollisuuden tarve. On huolellisesti selvitettävä, missä määrin karsintaa yleensä ja erityisesti ensiharvennuspuita vanhempien puiden karsiminen on tarpeellista ja taloudellisesti kannattavaa silloin, kun lähdetään teollisuuden tulojen ja kustannusten muodostumisesta. Erityisesti saha- ja vaneriteollisuudessa on selvitettävä, millaisia kustannuksia aiheutuu oksista. Esimerkiksi vaneriteollisuudessa on selvitettävä, millaiset ovat vanerin paikkauskustannukset, oksien vaikutus hylkyprosenttiin

jne. Tuottojen puolelta on taas selvitettävä oksien vaikutus pintaviilun arvoon, sahateollisuudessa tuotteiden laatuluokkaan jne. Ennakoivaa huomiota on kiinnitettävä koneelliseen lujuusluokitteluun, joka tulee yleistymään lähivuosina.

Jos teollisuudessa tehtävät selvitykset antavat aiheen olettaa, että karsiminen saattaisi olla kannattava toimi nykyisessäkin metsätaloudessa, riittävää tutkimuksellista huomiota on kiinnitettävä nykyaikaisten karsintamenetelmien kehittämiseen ja soveltamismahdollisuuksien luomiseen. Karsimista on kieltämättä tutkittu paljon, myös Suomessa, mutta muuttuneet yhteiskunnan olot edellyttävät aiemmin tehtyjen tutkimusten tarkistamista ja täydentämistä.

6.5. Puulajisuhteet ja jäävän puuston tiheys

Myös muissa hakkuissa kuin ensiharvennuksissa huomiota joudutaan kiinnittämään jäävän puuston tiheyteen ja puulajisuhteisiin. Aiemmin on mainittu lukuisia tutkimusteemoja, joita on aiheellista soveltaa myös varttuneemman puuston käsittelyyn. - Tässä yhteydessä tarkastellaan eräitä uusia tutkimusteemoja.

Käynnissä olevat sekametsiköitä koskevat tutkimukset ovat tärkeitä myös metsikön myöhempiä kehitysvaiheita ajatellen, koska eri puulajien kasvurytmistä seuraa muutoksia iän mukana. Esimerkiksi lehtipuusekoituksen käyttäminen havupuumetsissä varttuneemmalla iällä saattaa olla havupuiden kannalta ainakin haitatonta, kenties hyödyllistäkin. Kun nuoremmalla iällä lehtipuut vielä piiskasivat nopekasvuisina havupuiden latvoja, olosuhteet ovat olennaisesti erilaiset myöhemmällä iällä. - Nämä kysymykset on huolellisesti selvitettävä eri tieteenalojen kannalta. Viitteitä on siitä, että erityistä huomiota kannattaa kiinnittää metsikön hygieniaan liittyviin tutkimuksiin.

Puulajisuhteita ja jäävän puuston tiheyttä on taloudellisia laskelmia varten tarkasteltava myös puuntutkimuksen kannalta. Esimerkiksi sahapuuta tuotettaessa ei ole vähäpätöinen kysymys, kuinka tyvekkäitä ja kapenevia runkoja eri käsittelytavoilla saadaan aikaan. Näistä kysymyksistä on jo tehty joitakin sel-

vityksiä, mutta tulosten yleistäminen puun kasvatuksen vaihtoehtoiksi on toistaiseksi ollut puutteellista. Sahaussimulointeja on jo käytettävissä, mutta tiedot eri käsittelytapojen vaikutuksesta ovat puutteelliset ja ennen kaikkea yleistäminen sahatavaran arvoon on toistaiseksi jäänyt tutkimatta. - Luultavaa on, että tällaiset puututkimukselliset selvitykset ovat edullisuudeltaan korkeaa luokkaa.

6.6. Harvennusmenetelmät

6.6.1. Tavaralajimenetelmät

6.6.1.1. Ihmistyövaltainen ajouran varteen hakkuu

Ensiharvennuspuun korjuuta seuraavissa hakkuissa pölkkyjen koko on tavaralajimenetelmää käytettäessä jo niin suuri, että usein ylitetään annetut suositukset nostettavien taakkojen enimmäispainoista. Yksistään jo kasauksen vuoksi ihmistyövaltainen ajouran varteen hakkuu on raskasta työtä, joka vaatii tekijältään hyvää ammattitaitoa ja suorituskyykyä.

Tämän tällä hetkellä vallitsevan harvennusmenetelmän keventämistä ja rationalisointia on tutkittava monipuolisesti. Ergonomiset kysymykset ovat ilmeisesti päällimmäisinä metsätyöteellisissä tutkimuksissa. Tutkimuksellista huomiota on kiinnitettävä mm. siihen, missä määrin työtapaturmia ja ammattisairauksia voidaan raskaassa kasaustyössä ja muissa hakkuun työvaiheissa estää sopivilla lihastenharjoitusmenetelmillä, mm. selkälihaksia harjaannuttamalla. Varsinaisia työtieteellisiä tutkimuksia on aiheellista jatkaa mm. Leka-menetelmästä ja muista mahdollisista vaihtoehtoista, joilla pyritään alentamaan työntekijän kuormittumista vaikuttamatta kuitenkaan epäedullisesti tuottavuuteen. Joitakin tutkimuksia on jo tehty, ja aloitettua linjaa on perusteltua jatkaa saatujen hyvien kokemusten vuoksi.

6.6.1.2. Koneellisen kasauksen ongelma

Kun ensiharvennuksen jälkeen hakkuissa tulee kuitupuun lisäksi myös tukkipuuta, kaikkea puutavaraa ei saada kasatuksi ihmis-

voimin ajouran varteen. Tukit ja muut järeät pölkyt voidaan periaatteessa jättää levälleen palstalle ja kuljettaa esimerkiksi hevosta käyttäen, mutta näiden menetelmien kannattavuus on viime vuosikymmeninä heikentynyt. Erilaisista koneellisista ratkaisuksista on tehty runsaasti tutkimuksia, mutta edelleen tarvitaan uusia selvityksiä kehittyvän konetekniikan ansiosta. Nopean kehityksen vuoksi vain viisi vuotta aiemmin saadut tulokset ovat usein jo vanhentuneita.

Tätä nykyä vintturimenetelmät voidaan katsoa riittävässä määrin selvitettyiksi. Erillisvinttureista ei tosin ole runsaasti tutkimuksia, mutta jo tehdyt näyttävät osoittavan menetelmän soveltumattomuuden ainakin yleisempään käyttöön Suomen oloissa. Poikkeuksen saattaa kuitenkin muodostaa moottorisahavintturi, josta tosin edellisellä vuosikymmenellä ei tullut odotettua menestystä. Uudet ratkaisut näyttävät kuitenkin käyttökelpoisilta vinssattavan puumäärän ollessa pieni, ja näitä erikoistapauksia on syytä edelleen tutkia.

Edelleen näyttää siltä, että myös metsätraktoriin kiinnitetty vintturi ei voi olla mikään yleisratkaisu. Kun kysymys on joidenkin yksittäisten kappaleiden saamisesta ajouran varteen, myös tuntikustannuksiltaan kalliiseen metsätraktoriin kiinnitetty vintturi saattaa puoltaa paikkaansa. Nämä erikoistapaukset on tutkimuksin selvitettävä. Yleisin vinssausmenetelmä perustuu tätä nykyä maataloustraktorin käyttöön. Traktorivintturit ovat kehittyneet yhdenmiehen puunkorjuumenetelmän mahdollistaviksi laitteiksi. Laajempaa tutkimusta näiden vinttureiden käyttömahdollisuuksista ei ilmeisesti enää tarvita, mutta uusien ratkaisujen tullessa markkinoille tai muista vastaavista syistä tutkimuspanosta tarvitaan edelleen.

Vinttureiden sijasta huomattavaa tutkimuspanosta tarvitaan metsätyötieteellisiin tutkimuksiin, joissa selvitetään pitkäulotteisten puomikuormaimien mahdollisuuksia puutavaran koneellisessa kasaamisessa ajouran varteen. Näillä tutkimuksilla on selvitettävä mm. menetelmien tuotokset ja kustannukset erilaisissa olosuhteissa sekä näiden menetelmien metsälle aiheuttamat vauriot. Lisäksi tarvitaan ergonomista perustutkimusta laitteiden järkevän tuotekehittelyn mahdollistamiseksi.

Tutkimuksia tarvitaan myös pientraktoreiden käyttömahdollisuuksista. Erityisesti silloin, kun koneelliseen kasaukseen liittyy suuren ajouravälin käyttö, pientraktoreita kannattaa kokeilla ja menetelmiä kehittää edelleen. Selvää myös on, että suureen ajouraväliin perustuvan kehittämislänjan valitsemisen edellyttää tuotostutkijoilta riittävää näyttöä siitä, että perinteelliset, suhteellisen tiheässä olevat ajourat alentavat metsäntuottoa siinä määrin, että kalliimman vaihtoehdon valitseminen on paikallaan. Lisäksi tarvitaan riittäviä tutkimuksia siitä, ettei näiden pientraktoreiden jäävää puustoa vaurioittava vaikutus ole sellainen, joka käytännössä estää menetelmän käytön.

Tässä yhteydessä kannattaa mainita, että Ruotsissa tehtyjen kehitysennusteiden mukaan vintturien käyttö tulee lisääntymään voimakkaasti lähivuosina harvennuskasauksissa. Tämä ruotsalaisten käsitys perustuu nimenomaan kasvu- ja tuotostutkimuksiin, jotka heidän mukaansa näyttävät osoittavan tavanomaista suuremman ajouravälin käytön perustelluksi. Kun ajouraväliin liittyvät ratkaisut ovat taloudelliselta merkitykseltään todella suuria, nämä kysymykset on huolellisesti selvitettävä myös Suomen oloissa. Mikäli tutkimuksissa voidaan todellakin osoittaa, että optimaaliseen kokonaistulokseen pyrittäessä kannattaa luopua nykyisestä ajouravälistä ja siirtyä harvemman ajouraverkon käyttöön, riittävä tutkimuspanos on varattava myös kasausmenetelmien kehittämiseen ja nykyisin heikoksi arvioitavan kannattavuuden parantamiseen.

6.6.1.3. Harvesterit ja muun koneellistamisen mahdollisuudet

Epätavallisen järeissä harvennuspustoissa harvesterimenetelmien kannattavuus voidaan arvioida jo nykyisin hyväksi. Yksinpuin käsittelyyn perustuvat harvesterit ovat kuitenkin yleisesti ottaen sopimattomia harvennuskasauksien alhaisen tuotoksen ja siitä aiheutuvien korkeiden kustannusten vuoksi.

Tutkimuksin on kuitenkin selvitettävä, millaisia mahdollisuuksia on Suomen olosuhteissa kehittää harvennuskasauksien erikoisharvesteri. Tällöin voitaisiin tyytyä nykyistä vähemmän järeisiin

yksiköihin, koska työstettävien puiden koko on pienempi. Mitään konekehittelyä ei kuitenkaan kannata aloittaa ilman muuta, vaan kysymystä on lähestyttävä teoreettiselta kannalta. On selvitetävää, millaisiin tuotoksiin voidaan päästä erilaisia rakenneperiaatteita soveltamalla ja kun puiden koko on pieni. Lisäksi on arvioitava, millaiset siirtomatkat ja -kustannukset tulisivat tällaiselle erikoisyksikölle silloin, kun koneelle soveltuvat harvennustyömaat ketjutettaisiin hankinta-alueella konetta varten. Mikäli kumpikin selvitys osoittaisi tällaisen erikoiskoneen teoreettisesti mahdolliseksi ja järkeväksi vaihtoehdoksi, tutkimusta voitaisiin suunnata myös empiirisiin ratkaisuvaihtoehtoihin. Joka tapauksessa teoreettiselta kannalta olisi aiheellista selvittää, kannattaako tällainen kehittämislinja ottaa huomioon realistisena vaihtoehtona.

Ensiharvennuspuun korjuun yhteydessä on jo mainittu joukkokäsittelyperiaatteen tutkiminen. Myös muissa kuin ensimmäisessä harvennuksessa nämä kysymykset ovat relevantteja, ja tutkimusten potentiaalista edullisuutta voi pitää hyvänä.

6.6.2. Runkomenetelmät

6.6.2.1. Yksinkertaiset ihmistyövaltaiset menetelmät

Ensiharvennusta myöhemmissä harvennuksissa poistettavien puiden pituus on niin suuri, ettei tiheissä harvennuseksissä voi juuri ajatella runkomenetelmien käyttöä. On tosin kehitetty erilaisia yksinkertaisia menetelmiä, jotka perustuvat maataloustraktorin käyttöön, mutta näiden menetelmien kehitysmahdollisuudet näyttävät suhteellisen vähäisiltä. Tutkimuksellisesti tilannetta kannattaa kuitenkin seurata jatkuvasti, ja tarvittaessa voidaan ryhtyä kehittämään myös näitä lähinnä maatalojen hankintahakkuisiin tarkoitettuja menetelmiä. Poikkeuksena kannattaa kuitenkin mainita tapaukset, jolloin vähäisen korjattavan puumäärän vuoksi ei edes järeämpien kuormatraktorien tuominen paikalle ole perusteltua. Tällöin saattaa maataloustraktorin vintturin käyttö laahuskuorman kokoamisessa ja laahuskuljetus olla paikallaan, ilmeisesti suuresta puuston vaurioitumisesta huolimatta. Kovin suurta tutkimuspanosta näihin kysymyksiin

ei kuitenkaan kannattane ohjata.

6.6.2.2. Prossessorien käyttö metsässä ja välivarastolla

Ruotsissa saadut kokemukset näyttävät viittaavan siihen, että prossessorit ovat tulossa myös harvennusemetsiin silloin, kun puusto on vähänkään ensiharvennusemestoa järeämpää. Useimmat ratkaisut perustuvat yksittäisten puiden käsittelyyn, eikä tuottavuus ole tätä nykyä suuri. Ensiharvennusemestun korjuun yhteydessä on kuitenkin mainittu eräitä kehitymislinjoja, jotka vaikuttavat järkeviltä myös muissa kuin ensimmäisissä harvennusemestissa. Mikäli voidaan arvioida, että tällaiset menetelmät saattaisivat Suomen olosuhteissa yleistyä noin puolen vuosikymmenen kuluttua, niiden tutkimukselliseen selvittämiseen olisi aiheellista ryhtyä jo nyt riittävän perustietouden saavuttamiseksi.

Lähitulevaisuudessa vaikuttaa järkevimmältä kehityslinjalta ajouralta käsin toimivien prossessorien kehittäminen. Epäselvää tosin on, kannattaako kehittää erityisiä harvennusemestien prossessoreita, vai voidaanko Suomen olosuhteissa tyytyä yleiskoneisiin, joita käytetään sekä avohakkuilla että harvennusemestissa. Nämä kehittämislinjakysymykset on ratkaistava teoreettisin tutkimuksin ja tukeutuen niihin kokemuksiin, joita on saatavissa muista, koneellistamisessa pidemmälle ehtineistä maista. Selvää joka tapauksessa on, että tällaisen selvitystyön tarve on suuri.

Jossakin määrin voidaan harkita prossessorien käyttöä myös välivarastolla. Tällöin kaadetut puut joudutaan kuljettamaan kokopuina välivarastolle. Ilmeisesti menetelmän käyttö edellyttää jonkinlaisen käytäväharvennusemestian soveltamista. Käytäväharvennusten mahdollisuudet on erilaisilta näkökannoilta selvitettyä siis myös harvennusemestissa. - Saattaa tietysti olla, että myös tavanomaisen ajouraverkon käyttö tulee kysymykseen kokopuiden kuljetuksessa, mutta tällöin poistettavien puiden täytyy olla pienikokoisia ja verrattavissa ensiharvennusemestuihin. Epätodennäköisenä voi pitää pitkien harvennusemestuiden kuljetusmahdollisuutta kokonaisuina muulloin kuin käytäväharvennusemestissa.

6.6.3. Kokopuuhaketus metsässä

Ensiharvennuspuun korjuun yhteydessä mainittiin, että kokopuuhaketus ajouralta käsin saattaa olla perusteltu kehittämismuutosto. Sen sijaan myöhemmissä harvennuksissa tämä vaikuttaa epätodennäköisemmältä. On joka tapauksessa aiheellista tutkimuksin selvittää, kuinka erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen suhteet muuttuvat harvennuspuuston vanhetessa ja järetyessä. Lisäksi näissä selvityksissä on tarkasteltava niitä muutoksia, jotka ovat mahdollisia tekniikan kehittymisen ansiosta. Tulevaisuudessa ei esimerkiksi voida pitää itsestään selvänä, että ajouralla kulkevien hakkureiden teho olisi niin alhainen kuin nykyisissä ratkaisuissa.

6.6.4. Kokopuuhaketus välivarastolla

Jossakin määrin epäilevästi on suhtauduttava myös kokopuuhaketuksen mahdollisuuteen välivarastolla silloin, kun puusto on ensiharvennuspuustoa järeämpää. Aiemmin on jo viitattu vaikeuteen kuljettaa kokonaiset puut tavanomaisin menetelmin. Nämä kysymykset on kuitenkin huolellisesti tutkittava ensisijaisesti teoreettisin selvityksin. Tarvittaessa voidaan järjestää empiirisiä kokeita erilaisten olettamusten tarkistamiseksi. Kokopuuhaketuksen yleistyessä on joka tapauksessa selvää, että tällaista tutkimustoimintaa tarvitaan käytännön metsätaloudessa tehtävien ratkaisujen pohjaksi ja tueksi.

6.7. Harvennuspuun ominaisuudet

Aiemmin on jo ensiharvennuspuun yhteydessä mainittu ne perusteet, minkä vuoksi on tarpeellista tietää biomassan jakautuminen kuoren, neulasten (lehtien), oksien ja muun puuaineen kesken. Samanlainen tiedon tarve koskee myös muita kuin ensiharvennusmetsiä, joskin pääpaino on puuaineen ominaisuuksien tuntemisella. Tämä johtuu siitä, että kokopuukäyttö keskittyyne ainakin lähivuosina harvennusmetsiä ajatellen juuri ensiharvennuksiin.

Mittavasta tutkimustoiminnasta huolimatta on edelleen todettava, että harvennuspuun ominaisuuksia tunnetaan riittämättömästi.

Eräissä tapauksissa näillä ominaisuuksilla on niin suuri taloudellinen merkitys, että laajatkin ominaisuuksien perusteisiin käyvät tutkimukset ovat paikallaan. Tutkimuksin on aiheellista selvittää mm. se, voidaanko erityisesti männiköissä käyttää hyväksi muista puista jälkeenjääneiden puiden erikoislaatuisia ominaisuuksia, erityisesti oksattomuutta. On myös selvitettävä, missä määrin kehittyneimpien puiden poistaminen saattaa olla paikallaan oleva vaihtoehto, jotta voitaisiin lihottaa nämä teknisesti korkealuokkaiset puut sahapuun mittoihin. Kysymykset ovat samalla kertaa sekä tuotosopillisia että puuntutkimuksellisia.

6.8. Harvennuspuun arvoa kohottavat toimet

Jo aiemmin on tarkasteltu pihkapitoisuuden kohottamismahdollisuuksia erityisesti männyn ollessa kyseessä. Kun ensiharvennusten jälkeen tehdyt harvennukset kohdistuvat yleensä järeämpään puustoon, pihkan lisäämisen kannattavuus on ensiharvennuksia parempi. Käynnissä on jo tutkimuksia, joiden kohteena ovat tällaisen harvennuspuun arvoa kohottavat toimet. Ainakin toistaiseksi tällaisia tutkimuksia on aiheellista jatkaa aiemmin esitetyin perustein.

6.9. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen

Otsikossa esitettyä ongelmaa on aiemmin tarkasteltu jo ensiharvennuspuun korjuun yhteydessä. Suuri osa esitetystä näkökohdista voidaan yleistää myös vanhempaan puustoon. Monessa suhteessa tilanne on kuitenkin niin erilainen, että vaurioitumiskysymystä on tarkasteltava erillisesti eri-ikäisissä metsissä. Pelkästään jo puiden fysiologinen tila ja ominaisuudet ovat niin erilaisia, ettei yleistyksiä voida ilman muuta tehdä toista ikään edustavaan puustoon.

Tässä yhteydessä ei kerrata aiemmin esitettyjä näkökohtia. Lisäyksenä on vielä todettava, että taloudellisissa laskelmissa korkotekijä vaikuttaa vanhemmassa puustossa vähemmän kuin ensiharvennuspuustossa. Samalla joudutaan tekemään vähemmän oletuksia tulevaisuudessa vallitsevista arvostuksista ja erilais-

ten raaka-aineiden hintasuhteista. Tässä suhteessa varttuneemman puuston vaurioitumisen taloudellista merkitystä koskevat tutkimukset ovat varmemmalla pohjalla.

7. HARVENNUKSISTA LUOPUMISEN MAHDOLLISUUDET

Edellä on tarkasteltu tutkimusteemoja, jotka ovat perusteltuja harvennuksien tekemisen vuoksi. Riittävää tutkimuksellista huomiota on kuitenkin kiinnitettävä myös mahdollisuuksiin, joita on olemassa harvennuksista luopumiseen. Jossakin määrin voidaan nimittäin taloudellisesti perustella näkemystä, että erityisesti työvoimapulan vallitessa harvennuksista luopuminen saattaisi olla kannattavaa. Erityisesti Pohjois-Ruotsista on saatavissa myös kokemuksia tällaisen metsätalouden harjoittamisesta. Erilaisiin vaihtoehtoihin on kiinnitettävä riittävää huomiota siitä huolimatta, ettei harvennuksista luopumista voidakaan pitää minään todennäköisenä ja yleisesti sovellettuna menettelytapana lähitulevaisuudessa.

On joka tapauksessa tärkeää selvittää, missä määrin mm. rodunjälöstyksellä voidaan vaikuttaa erityisesti ensiharvennuksista luopumisen mahdollisuuteen. Jos nimittäin nopeasti kehittyvät, tyydyttävästi karsiutuvat rodullisesti arvokkaat puuyksilöt voidaan istuttaa harvaan, voidaan ajatella käytännössä pelkkää taimikon perkaamista ja ensiharvennuksista luopumista. Näihin mahdollisuuksiin on jo aiemmin viitattu. Metsäpuiden jalostukseen kannattaa myös tässä mielessä kiinnittää huomiota. Edelleen on tässä yhteydessä selvitettävä ne kansantaloudelliset näkökohdat, jotka liittyvät tällaisen metsätaloudellisen tuotantosuunnan käyttöön.

8. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Edellä on suppeasti esitelty eräitä tutkimustarpeita, joita liittyy harvennusemetsien puunkorjuuseen. Harvennusemetsäkysymyksen ongelmallisuutta osoittaa, että tällöin on välttämättä jouduttu tarkastelemaan myös muuta kuin pelkästään puunkorjuuta. - Edellä luonnostellun tutkimustarpeen analysointi viittaa siihen, ettei ole minkäänlaisia mahdollisuuksia perustaa jotakin

suppeata harvennuseksymystä käsittelevää projektia. Projektilähestyminen saattaa olla perusteltua jossakin pienemmässä osakysymyksessä, esimerkiksi tarkasteltaessa harvennuseksiin jääviin tuoreiden kantojen merkitystä metsikön hygienian kannalta, mutta mihinkään laajempaan projektiin ei ilmeisesti ole edellytyksiä. Pelkästään jo edellä tarkastellut tutkimusteemat muodostavat sellaisen kokonaisuuden, jota ei kannata organisoida miksikään projektiksi esimerkiksi joidenkin henkilökohtaisten mieltymysten vuoksi. Selvää myös on, että pelkästään jo edellä tarkastellut tutkimusteemat edellyttävät huomattavaa lisärahoitusta metsäntutkimukseen. Ilmeistä on, että edellä sanottu pitää paikkansa myös korkeaa edullisuuskynnystä käytettäessä.

Tutkimusteemojen keskinäiseen edullisuuteen ei tässä yhteydessä ole aiheellista puuttua. Mainittakoon kuitenkin, että on perusteltua tarkastella erilaisten tutkimusten edullisuutta Valtion maatalous-metsätieteellisen toimikunnan lähiajan toimintasuunnitelman tavoin kaavalla $E = tH/K$. Kaavassa E = tutkimushankkeen edullisuus, t = tutkimushankkeen onnistumisen todennäköisyys, H = tutkimushankkeen onnistuneen toteuttamisen antama hyöty ja K = tutkimushankkeen aiheuttamat kustannukset. - Eri-tyisesti taloudellista hyötyä ajateltaessa on luultavaa, että nopeasti sovellettavissa olevat tutkimukset ovat edullisuudeltaan korkealla. Eri-tyisesti työtieteelliset tutkimukset, joiden soveltaminen voi välittömästi antaa säästöä kustannuksissa tai lisäystä tuotoissa, ovat tässä suhteessa mielenkiintoisia. Myös muilta tutkimusaloilta tulevat tutkimusteemat, joiden taloudellinen hyötyvaikutus on mahdollista saavuttaa lyhyen ajan kuluessa tutkimuksen aloittamisesta, ovat samalla tavalla kiinnostavia.

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	2
1. JOHDANTO	3
2. HAKKUUALUEEN RAIVAUS	3
2.1. Luonnontaimien hyväksikäyttö	3
2.2. Raivauksen työmenetelmät	5
2.3. Vesomiskysymys	6
3. METSIKÖN PERUSTAMINEN	7
3.1. Luontainen ja keinollinen uudistaminen sekä puulajin valinta	7
3.2. Istutus- ja kylvötiheys	8
3.3. Istutus- ja kylvötuloksen parantaminen	9
3.4. Rivien käyttö	9
3.5. Luonnontaimia lisäävät toimet istutus- ja kylvöalueilla	10
3.6. Istutus- ja kylvökoneet	11
3.7. Työvoimakysymykset ja organisointi	12
4. TAIMISTON PERKAAMINEN JA HARVENNUS	12
4.1. Taimiston ikä perkausvaiheessa	12
4.2. Vuodenaika	13
4.3. Taimiston tiheys perkauksen jälkeen ja puulajivalinnat	14
4.4. Susipuukysymys ja karsinta	14
4.5. Puuyksilöiden valinta	15
4.6. Menetelmät	16
4.6.1. Ihmistyövaltaiset mekaaniset menetelmät	16
4.6.2. Koneelliset mekaaniset menetelmät	17
4.6.3. Kemiallisten aineiden käyttö	17
4.7. Poistetun puun talteenotto	18
4.8. Lannoituskysymykset	19
4.9. Työvoimakysymykset ja organisointi	20
4.10. Lainsäädännölliset kysymykset	20
5. ENSIHARVENNUS	21
5.1. Puuston ikä ensiharvennusvaiheessa	21
5.2. Vuodenaika	22
5.3. Jäävän puuston tiheys	22
5.4. Susipuukysymys ja karsinta ensiharvennus- vaiheessa	23
5.5. Puulajisuhteet	24

	Sivu
5.6. Ensiharvennusmenetelmät	25
5.6.1. Valikoivat harvennukset ja käytäväharvennukset	25
5.6.2. Tavaralajimenetelmät	27
5.6.2.1. Ihmistyövaltainen palstatien varteen hakkuu	27
5.6.2.2. Koneellistamisen mahdolli- suudet	27
5.6.3. Runkomenetelmät	28
5.6.3.1. Yksinkertaiset ihmis- työvaltaiset menetelmät	28
5.6.3.2. Prosessorien käyttö metsässä ja välivarastolla	29
5.6.4. Kokonaisten puiden metsähaketukseen perustuvat menetelmät	31
5.6.5. Kokonaisten puiden välivarastohake- tukseen perustuvat menetelmät	32
5.6.6. Ensiharvennuspuun kaadon ja kasauksen koneellistaminen	32
5.7. Kokopuiden korjuun erityiskysymyksiä	33
5.7.1. Ravinteiden poistuminen kokopuiden mukana	33
5.7.2. Hyönteiskysymys	34
5.8. Ensiharvennuspuun ominaisuudet	34
5.8.1. Kuoren, neulasten, oksien ja muun puuaineen määrä	34
5.8.2. Puuaineen ominaisuudet	35
5.9. Ensiharvennuspuun arvoa kohottavat toimet	36
5.10. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen	37
5.10.1. Vaurioitumisen määrä ja vaurioitumisen estäminen	37
5.10.2. Puuston vaurioitumisen vaikutus kasvuun	38
5.10.3. Puustovaurioiden vaikutus lahoami- seen ja lahon estäminen	39
5.10.4. Vaurioiden muu merkitys	40
5.11. Ajourien aiheuttama kasvutappio	40
5.12. Työvoimakysymykset ja työn organisointi	41
6. MYÖHEMMÄT HARVENNUKSET	42
6.1. Harvennushakkuiden ajoitus ja määrä	42
6.2. Vuodenaika	43

	Sivu
6.3. Ylä- ja alaharvennusmallit	44
6.4. Karsiminen	44
6.5. Puulajisuhteet ja jäävän puuston tiheys	45
6.6. Harvennusmenetelmät	46
6.6.1. Tavaralajimenetelmät	46
6.6.1.1. Ihmistyövaltainen ajouran varteen hakkuu	46
6.6.1.2. Koneellisen kasauksen ongelma	46
6.6.1.3. Harvesterit ja muun koneellistamisen mahdolli- suudet	48
6.6.2. Runkomenetelmät	49
6.6.2.1. Yksinkertaiset ihmistyö- valtaiset menetelmät	49
6.6.2.2. Prosessorien käyttö metsässä ja välivarastolla	50
6.6.3. Kokopuuhaketus metsässä	51
6.6.4. Kokopuuhaketus välivarastolla	51
6.7. Harvennuspuun ominaisuudet	51
6.8. Harvennuspuun arvoa kohottavat toimet	52
6.9. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen	52
7. HARVENNUKSISTA LUOPUMISEN MAHDOLLISUUDET	53
8. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	53
SISÄLLYSLUETTELO	55

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsätalouden tutkimuslaitos
Puuntuotoksen tutkimussuunta

