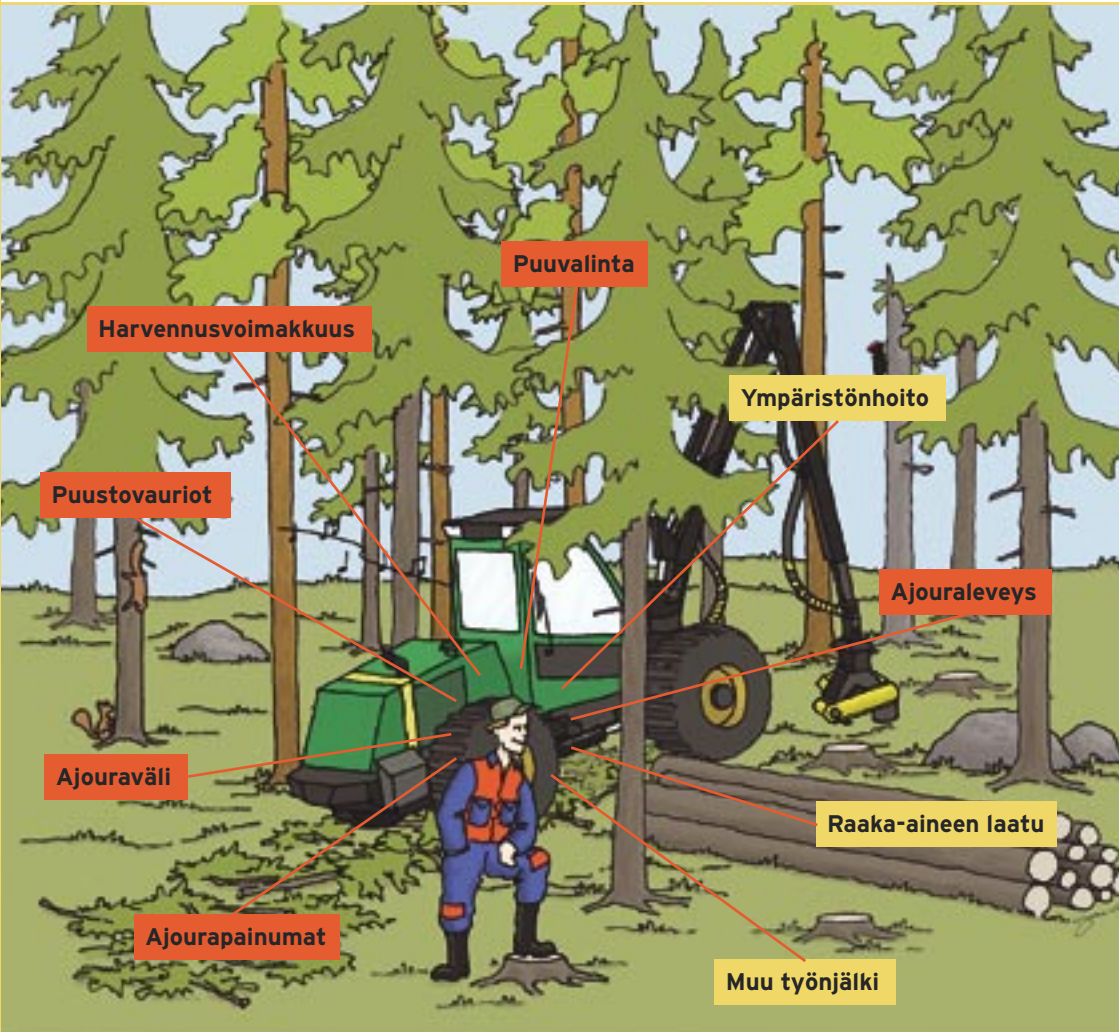


# KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUUSSA





## KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUUSSA

## KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUUSSA -OPAS

Oppaan on laatinut työryhmä

Paavo Iittiläinen (pj.)	Metsäliitto Osuuskunta
Aapeli Hyppölä	Koskitukka Oy
Arto Kariniemi	Metsäteho Oy
Tero Nieminen	UPM-Kymmene Oyj
Asko Poikela	Metsäteho Oy
Risto Ranta	Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio
Kimmo Roininen	Stora Enso Oyj
Harri Rumpunen	Metsäteollisuus ry
Hannu Tolonen	Metsähallitus
Olli Äijälä	Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

Ulkoasu  
Piirokkset  
Paino

T:mi Eerikki Soininen  
T:mi Juha Varhi  
KäpyläPrint Oy

© Metsäteho Oy  
Helsinki 2003

Tämän oppaan painamisessa käytetyt paperit, painovärit ja tuotantoprosessi ovat ympäristöystävällisiä.

# SISÄLTÖ

<b>1 Johdanto</b>	<b>4</b>
<b>2 Harvennuksen tavoite</b>	<b>6</b>
<b>3 Maasto- ja puustovaurioiden välttäminen</b>	<b>7</b>
3.1 Korjuukelpoisuuden määrittäminen	7
3.2 Valaistusolojen ja näkyvyyden parantaminen	8
3.3 Kuljettajan työvireys ja motivointi	9
<b>4 Harvennusvoimakkuuden hallinta</b>	<b>10</b>
4.1 Harvennusmallit	10
4.2 Harvennusvoimakkuus metsälainsäädännön kannalta	13
<b>5 Puiden valinta</b>	<b>14</b>
<b>6 Puustovauriot</b>	<b>16</b>
6.1 Vaurioitumisen seurauksvaikutukset	16
6.2 Puustovauriot lainsäädännön kannalta	17
6.3 Puustovauriot metsäsertifoinnin kannalta	17
<b>7 Ajourat</b>	<b>18</b>
<b>8 Korjuujäljen käsitteistö</b>	<b>19</b>
8.1 Harvennusvoimakkuus	19
8.2 Puustovauriot	22
8.3 Ajourat	24
<b>9 Korjuujäljen seuranta</b>	<b>27</b>
9.1 Työnaikainen laadunseuranta	27
9.1.1 Tavoite	27
9.1.2 Esimerkki toteutustavasta	27
9.2 Metsäkeskusten korjuujälkiseuranta	30
9.2.1 Tavoitteet	30
9.2.2 Jälki-inventointimenetelmän kuvaus	30
9.2.3 Tulosten tulkinta	31

# 1 JOHDANTO

Hyvä korjuujälki varmistaa osaltaan puuston määrällisen ja laadullisen kehityksen. Korjuun laadunvarmistus aloitetaan jo leimikon suunnitteluvaiheessa kun mietitään käytettävää korjuukalustoa, korjuuajankohtaa ja varastopaikkaa. Korjuutyön aikana seurataan laatukriteerien ja työohjeiden toteutumista ja tehdään niihin tarvittaessa korjauksia. Tämä menettely ohjaa työtapoja oikeaan suuntaan ja varmistaa sen, että hyväkin palaute tavoittaa korjuutyön suorittajan ja motivoi häntä. Jälkikäteen, yleensä korjuuta seuraavana kesänä, suoritettavilla otantatarkastuksilla seurataan harvennushakkuiden korjuujäljen aluetasoista kehitystä ja sitä kautta myös laadunvarmistuksen riittävyttä.

Korjuujäljen laatutasoa on pyrittävä jatkuvasti parantamaan. Tavoitteena tulee olla moitteeton korjuujälki. Harvennushakkuussa syntyy lähes aina jonkin verran korjuuvaurioita. On muistettava, että suurin taloudellinen menetys syntyy laiminlyömällä harvennushakkuu kokonaan.

*Korjuujälki* tarkoittaa metsikön puuston ja maaperän tilaa korjuun jälkeen. Harvennushakkuussa sitä arvioidaan yleensä seuraavien kriteerien perusteella:

- harvennusvoimakkuus
- puustovauriot
- puuvalinta
- ajouraväli
- ajouraleveys
- ajourapainumat.

Tähän oppaaseen on koottu puunhankintaorganisaatioiden ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion yhteinen näkemys niistä toimenpiteistä, joita tarvitaan hyvän korjuujäljen varmistamiseksi. Oppaassa on määritelty korjuujäljen käsitteistö ja tunnusluvut. Vaikka laadunseurantamenetelmät voivat vaihdella toimijoittain, korjuuvaurioiden tunnusmerkkien – esimerkiksi vauriopuun ja ajourapainuman määritelmien – tulisi olla yhdenmukaisia.

*Työnjälki* on korjuujälkeä laajempi käsite. Siihen sisältyvät nekin työsuorituksen laatua koskevat näkökohdat, joilla ei ole yhtä selvää yhteyttä puuston tulevaan kehitykseen. Työnjäljen kriteerejä voivat olla esimerkiksi:

- puutavaran laatu
- metsään jäänyt puutavara
- latvuksiin ja kantoihin jäänyt ainespuu
- ympäristönhoito (ml. jätehuolto)
- varastopaikkajärjestelyt.

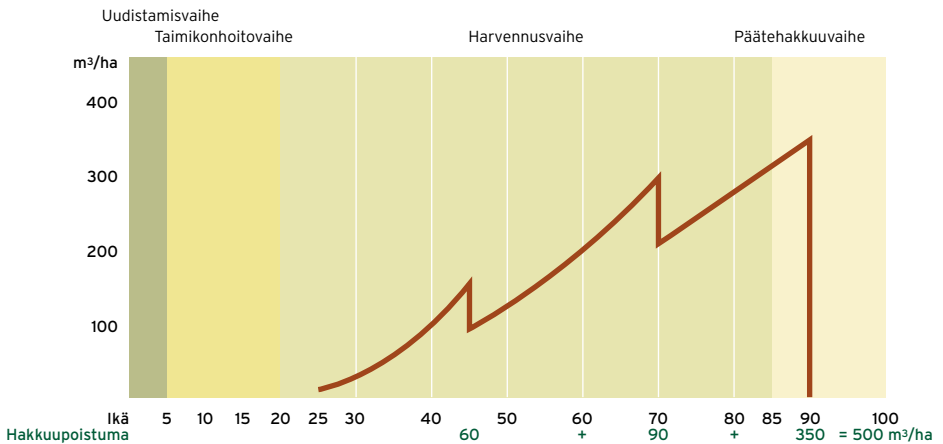
Nämä viimeksi mainitut kriteerit koskevat kaikkia hakkuutapoja, eikä niitä käsitellä erikseen tässä oppaassa. Esimerkiksi vaatimukset puutavaran laadun suhteen voivat vaihdella, ja ne onkin aina tarkistettava puunhankintaorganisaation omasta ohjeistuksesta. Ympäristönhoitoon liittyviä kysymyksiä on käsitelty erillisissä oppaissa.

Tämä opas on suunnattu kaikille korjuun suunnitteluun, toteutukseen ja koulutukseen osallistuville. Painetun oppaan täydennykseksi on tuotettu sähköisesti jaettava liiteosa, jossa ovat tarkemmat kuvaukset korjuujäljen mittausrutiineista.

## 2 HARVENNUKSEN TAVOITE

Harvennuksen tavoitteena on keskittää metsikön puuntuotoskyky terveisiin, hyvälaatuisiin ja haluttua puulajia oleviin yksilöihin. Harvennushakkuu pitää kasvatettavat puut elinvoimaisina ja nopeuttaa niiden järeytymistä. Siten tulevien hakkuiden taloudellinen tuotto paranee. Oikein ajoitettu harvennus parantaa myös puuston tuhonkestävyyttä.

Harvennuksessa voidaan edistää metsien monimuotoisuutta turvaamalla arvokkaat elinympäristöt ja esimerkiksi jättämällä hakkuualueelle säästöpuuryhmiä ja lahoppua.



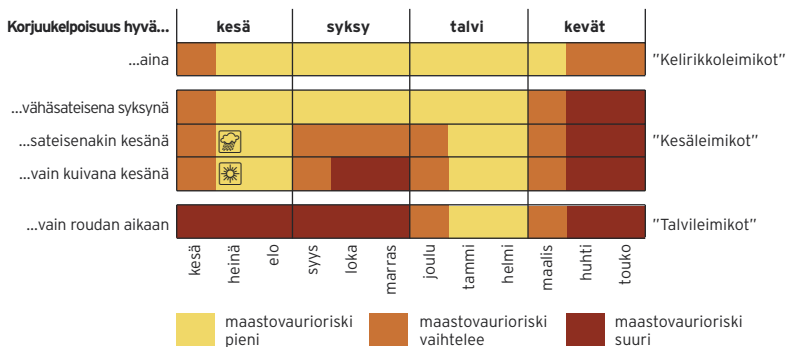
**Kuva 1. Oikein ajoitettu harvennushakkuu ylläpitää puuston kasvuvauhdin ja ohjaa sen samalla aiempaa parempilaatuisiin puihin. Esimerkinä tuoreen kankaan kuusikko (Etelä-Suomi)**



# 3 MAASTO- JA PUUSTOVAURIOIDEN VÄLTÄMINEN

## 3.1 KORJUUKELPOISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

Korjuukelpoisuus arvioidaan jo suunnitteluvaiheessa harvennuskuvion kantavuuden perusteella. Yleisimmin käytetään kolmiportaista luokittelua, jossa leimikot jaetaan talvi-, kesä- ja kelirikko-kohteisiin (= korjuu onnistuu ympäri vuoden). Luokittelu voi tarkimmillaan olla esimerkiksi kuvan 2 mukainen.



Kuva 2. Maapohjan kantavuuteen perustuva 5-portainen korjuukelpoisuusluokitus, joka vastaa Etelä-Suomen olosuhteita.

Korjuukelpoisuutta voidaan varmistaa tai parantaa seuraavin toimenpitein:

- harvennuskuvion ja uraverkoston suunnittelu siten, että maastokuormitus kohdistuu kantavimpiin maastonkohtiin, ja että tarpeettomia mutkia vältetään
- heikoimpien maastonkohtien vahva havutus jo hakkuuvaiheessa (hakkaa tarvittaessa havuja kasoillekin metsätraktorin omatoimisen havutuksen helpottamiseksi)
- jos korjuukelpoisuutta rajoittaa vain yksittäinen maastonkohta eikä sitä voida kiertää, sen mekaaninen vahvistaminen voi olla perusteltua (kuitupuutela + havutus, kevytsilta)
- maanpintaa säästävien telojen käyttö koneissa (oikea kireys!)
- kuormakoon sovittaminen olosuhteisiin.

### 3.2 VALAISTUSOLOJEN JA NÄKYVYYDEN PARANTAMINEN

Syksyllä ja talvella, kun olosuhteet harvennukselle ovat maaston ja puuston kannalta otollisimmat, valaistusolot ja näkyvyys ovat yleensä heikoimmillaan. Hyvissäkin valaistusoloissa voi näkemistä haitata runsas alikasvos ja likaiset tai naarmuuntuneet ohjaamon lasit. Näkyvyyttä voidaan edistää seuraavin toimenpitein:

- oikein ajoitettu ja riittävä alikasvoksen ennakkoraivaus
- korjuutyön rytmitys siten, että vaativat työvaiheet tehdään parhaissa valaistusoloissa (mikäli mahdollista, hämärään aikaan siirrytään vie-  
reiselle uudistushakkuukuviolle tai avataan ajouria)
- ohjaamon lasien ja työvalojen puhdistus ja kunnossapito
- latvavalot nosturipuomissa.

### 3.3 KULJETTAJAN TYÖVIREYS JA MOTIVOINTI

Kuljettajan roolia hyvän korjuujäljen tuottajana ei voida liikaa korostaa. Ammattitaitoinen, vireä ja motivoitunut kuljettaja kykenee välttämään korjuuvaurioita silloinkin, kun olosuhteet eivät ole parhaimmillaan. Jos työskennellään väsyneenä, edullisetkaan olosuhteet eivät takaa hyvää lopputulosta. Harvennushakkuussa onkin ensiarvoisen tärkeää huolehtia työvireyden säilymisestä.

Esimerkiksi tavanomaista pidempiä työvuoroja on syytä välttää etenkin vaikeimmissa olosuhteissa. Viiden minuutin tauot kerran tunnissa ja hyvin lyhyet ns. mikrotauot muutaman rungon tai taakan välein auttavat kuljettajaa säilyttämään työvireytensä pitkäjänteisesti.

Kuljettajalla tulee olla selkeä kuva siitä, millaiset laatutavoitteet korjuujälkeä koskevat ja kuinka hän on tavoitteisiin nähden onnistunut. Työnaikainen laadunseuranta vastaa näihin tarpeisiin. Kun tarkastelun kohteeksi otetaan ”tuore” korjuujälki, kuljettajalla on mahdollisuus arvioida laatupoikkeamien syitä, joita voivat olla:

- ennakkoraivauksen laiminlyönti
- puutteellinen ohjeistus  
(→ palaute urakanantajalle/metsänomistajalle)
- korjuun väärä ajoitus  
(→ palaute ajoituksesta vastaavalle taholle)
- korjuukaluston puutteet  
(→ palaute urakoitsijalle)
- liian leveät tai kapeat ajourat, heikko havutus  
(→ palaute hakkuukoneen kuljettajalle)
- huolimattomuus  
(→ omien työtapojen tarkistaminen).

Arvioinnin myötä laatu-palaute tavoittaa oikean tahon. Tämä edistää pitkällä aikavälillä korjuujäljen laatua. Jos laadutyökalut ovat riittävän tarkkoja havaitsemaan tämän kehityksen, palautekin kohenee ja parantaa kuljettajan motivaatiota laadun tuottamiseen.

On syytä korostaa, että metsäkoneen kuljettajan tulee keskeyttää työskentely, mikäli on havaittavissa poikkeuksellinen riski korjuuvaurioiden syntymiselle. Lisäohjeiden jälkeen työskentelyä jatketaan niiden mukaisesti tai korjuu keskeytetään, kunnes olosuhteet ovat jälleen suotuisat.

## 4 HARVENNUSVOIMAKKUUDEN HALLINTA

### 4.1 HARVENNUSMALLIT

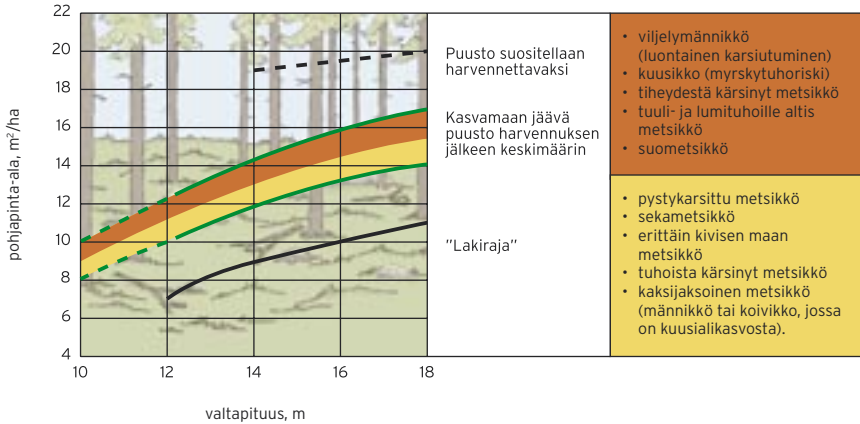
Harvennusvoimakkuus arvioidaan ns. harvennusmallien avulla. Mallit on laadittu metsikön pääpuulajin, kasvupaikan ja maantieteellisen sijainnin (Etelä-Suomi, Pohjois-Suomi) mukaan. Harvennusmallit soveltuvat parhaiten hoidettujen ja tasaikäisten metsiköiden harvennuksiin.

Harvennusmalleja noudattamalla saavutetaan taloudellisesti paras lopputulokset. Mallit perustuvat pitkäaikaisiin harvennuskokeisiin ja niitä laadittaessa on otettu huomioon

- puuston kokonaistuotos
- laatukasvu
- korjuun kannattavuus.

Mallit johtavat kiertoajan kuluessa yhdestä kolmeen harvennuskertaan. Tällä pyritään varmistamaan, että kussakin hakkuussa kertyy kannattavan korjuun edellyttämä määrä ainespuuta.

*Valtapiuuteen perustuvat harvennusmallit* osoittavat pohjapinta-alana kasvatettavan puuston tavoitetasoa. Ne soveltuvat hyvin sekä leimikon harvennustarpeen että toteutuneen harvennusvoimakkuuden tarkasteluun. Kuvassa 3 on esimerkki tällaisesta mallista. Viranomaistarkastuksissa sovelletaan valtapiuuteen perustuvia harvennusmalleja.



- viljelymännikkö (juontainen kärsiutuminen)
- kuusikko (myrskytuhoriski)
- tiheydestä kärsinyt metsikkö
- tuuli- ja lumituhoille altis metsikkö
- suometsikkö

- pystykarsittu metsikkö
- sekametsikkö
- erittäin kivisen maan metsikkö
- tuhoista kärsinyt metsikkö
- kaksijaksoinen metsikkö (männikkö tai koivikko, jossa on kuusialikasvosta).

**Kuva 3. Valtapituuteen perustuvan harvennussmallin periaate.**

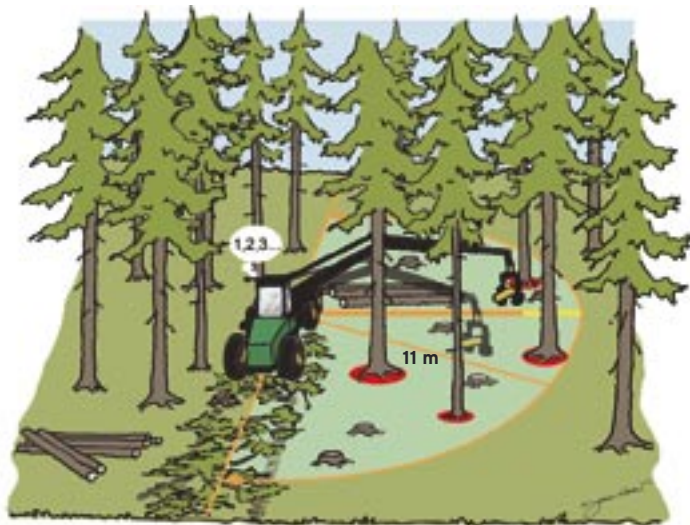
Ylitteissä, pieniläpimittaisissa (< 13 cm) ensiharvennuskohteissa ei pohjapinta-alan mittaus ole mielekäästä. Niille onkin laadittu omat, valtapituuteen perustuvat harvennussmallit, joissa tavoitetaso ilmaistaan pohjapinta-alan sijaan runkolukuna.

*Jäävän puuston keskiläpimittaan perustuvat harvennussmallit* osoittavat kasvamaan jäävän puuston tavoitetiheyden runkolukuna (runkoa/hehtaari). Ne sopivat parhaiten työnaikaiseen harvennusvoimakkuuden seurantaan. Keskiläpimitta on arvioitava tarkasti, jotta harvennussmalli antaa oikean jäävän puuston määrän. Kuljettaja voi hyödyntää arvioissaan hakkuukoneen mitalaitteen näyttämiä lukemia vastaavankokoisista poistettavista puista. Keskiläpimitta-arvio on tarkistettava mittaamalla päivittäin.

Jäävän puuston runkolukua tarkastellaan työpisteittäin. Runkoluku mitataan tällöin puoliympyrästä, jonka keskipiste on ajouran keskellä ja säde 11 m. Työnaikaisessa seurannassa säteen arvioinnissa voi käyttää apuna nosturin ulottuvuutta.



Kuva 4. Jäävän puuston keskiläpimittaa arvioidessaan kuljettaja voi hyödyntää hakkuukoneen mittalaitteen näyttämiä lukemia vastaavankokoisista poistettavista puista. Keskiläpimitan tarkka arviointi on tärkeää, jotta siihen perustuva harvennusmalli antaa oikean jäävän puuston määrän. Kuljettajan onkin tarkistettava keskiläpimitta-arvionsa mittaamalla päivittäin.



Kuva 5. Koneenkuljettaja voi seurata harvennusvoimakkuutta ajouralta käsin lukemalla puoliympyrän sisään jäävät puut ja vertaamalla tulosta keskiläpimittaan perustuvaan harvennusmalliin.

## 4.2 HARVENNUSVOIMAKKUUS METSÄLAINSÄÄDÄNNÖN KANNALTA

Harvennussuosituksissa esitettyjen kasvatustiheyksien alittaminen haittaa puuston kehitystä. Jos alitus on selvä, hakkuu voidaan tulkita metsälain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten vastaiseksi. Tulkinta tehdään kasvupaikka- ja puulajikohtaisesti määritetyn minimitiheyden, ns. lakirajan, pohjalta.

Lakirajaa voidaan erityisen perustellusta syytä alentaa. Tällaisia syitä ovat esimerkiksi alueen maaperän kallioisuus ja joissain tapauksissa kaksijaksoisen tai muuten tasaikäisestä poikkeavan metsikön kasvattaminen. Eriytyisen perusteltu syy tulee esittää metsänkäyttöilmoituksessa.

Metsälain soveltamista koskevan päätöksen mukaan harvennushakkuissa on ensisijaisesti jätettävä kasvamaan hyväkasvuisia ja -laatuisia ylimpien latvuserrosten puita. Vaurioituneita tai sairaita puita ei lueta kuuluviksi kasvatuskelpoiseen puustoon. Ajourat, ojat ja ojalinjat luetaan metsikön pinta-alaan, kun määritetään kasvatuskelpoisen puuston määrä. Ojitetulla alueella kasvatuskelpoisen puuston määrä voi harvennushakkuun jälkeen olla enintään 10% lakirajaa alempi.<sup>1</sup>

---

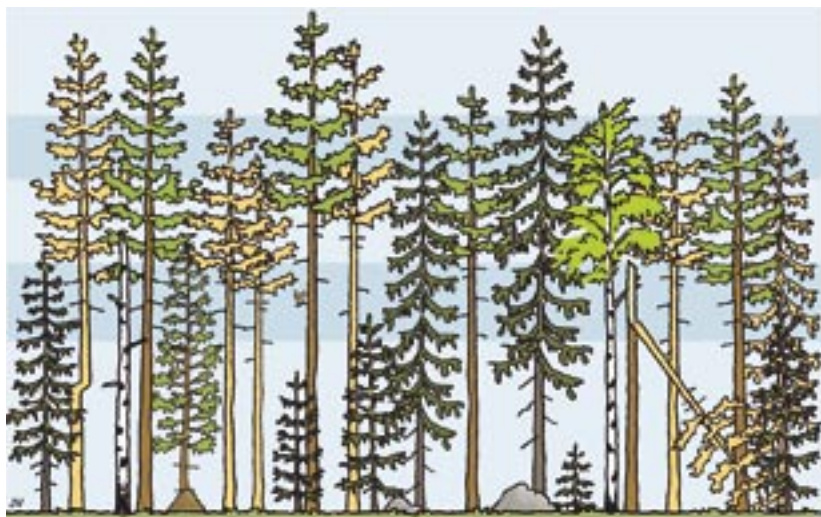
<sup>1</sup> Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta 14.03.1997/224

## 5 PUIDEN VALINTA

Vaikka puuvalinta vaikuttaa olennaisesti harvennuksen lopputulokseen, sen onnistumista on vaikea arvioida jälkikäteen tehtävässä tarkastuksessa. Siihen onkin kiinnitettävä erityistä huomiota silloin, kun työmaa on vielä käynnissä. Vertaamalla leimikon käsittelemättömän osan puuston laatua leimikon hakatun osan puuston laatuun, voidaan arvioida, onko puuvalinta lähtötasoon nähden onnistunut. Puuvalinnan arvioinnin tueksi ei ole mittausmenetelmää. Sitä voidaan kuitenkin arvioida seuraavien kriteerien perusteella:

- harvennus toteutetaan pääsääntöisesti alaharvennusperiaatteen mukaisesti
- harvennuksissa poistetaan
  - vioittuneita, sairaita ja huonolaatuisia puita
  - ensiharvennuksissa huonolaatuisia valtapuita, jos jäljelle jää riittävästi hyvälaatuisia lisävaltapuita
  - väli- ja aluspuita sekä latvukseltaan supistuneita lisävaltapuita
  - valtapuiden kasvua haittaavia puita siten, että jäävän puuston määrä on harvennusmallin tasolla
- valintatilanteessa suositetaan
  - hyvälaatuisia ja -kasvuisia kuusia oksikkaiden mäntyjen sijaan
  - viljavalla kasvupaikalla hyvälaatuisia koivuja ja haapoja sekapuuna
- monimuotoisuuden säilyttämiseksi säästetään
  - jalot lehtipuut, kuten tammi, jalava ja lehmus
  - osa kasvatuskelpoisista haavoista, raidoista ja pihlajista
  - pystyssä tai maassa olevia lahoppuita
  - keloja ja koloppuita
  - metsojen hakopuut ja petolintujen pesäpuut.





Päävalta-puut

Lisävalta-puut

Välipuut

Aluspuut

Alikasvos-puut

Poistettavat puut

Kuva 6. Harvennettavan metsän latvuserrokset ja alaharvennusperiaate.

## 6 PUUSTOVAURIOT

Runkovaurioista valtaosa syntyy hakkuuvaiheessa. Tutkimusten mukaan yleisin runkovaurioiden syy on kaatuvan puun osuminen jäävään puustoon. Runkovaurioriski on suurimmillaan keväällä nila-aikana koivu- ja mäntyvaltaisilla harvennuksilla. Juurivauriot syntyvät yleensä vasta metsäkuljetusvaiheessa. Syynä voi olla kantavuusongelmien lisäksi liian kapea tai mutkainen ajouraverkosto.

### 6.1 VAURIOITUMISEN SEURAUVAIKUTUKSET

Vaurioitumisen seurauksena

- puu altistuu lahottajasienten vaikutukselle
- puuhun syntyy kylestymisen myötä koro (runkovauriot)
- puun kasvu hidastuu veden ja ravinteiden saannin heiketessä (juurivauriot).

Koivu ja kuusi ovat altteimpia lahoutumiselle. Yleisin korjuuvaurioista alkunsa saavan lahon aiheuttaja on verinahakkasieni. Toinen merkittävä lahon aiheuttaja on juurikäpää.

Vaurion syvyys lisää lahoutumisriskiä, koska syvemmällä puuaineessa on kerroksia, jotka ovat kosteudeltaan sopivia lahottajasienten leviämiselle. Nämä kerrokset ovat kuivan sydänpuun ja kostean pintapuun välisessä vyöhykkeessä. Syvä, puuaineen rikkonut vaurio kerää myös helpommin haitallisia itiöitä kuin sileä, kuoren irrotanut vaurio.

Kannon maanpäällisessä osassa sijaitsevat vauriot ovat puun lahoutumisen kannalta haitallisimpia. Lukuisten tutkimusten mukaan yli 100 cm:n etäisyydellä rungosta sijaitsevat juurivauriot ovat rungon lahoutumisen kannalta merkityksettömiä. Läpimitaltaan alle 2 cm:n juurien vaurioituminen aiheuttaa vain värivikaa.

Pienenkin runkovaurion kylestyminen voi kestää jopa kymmenen vuotta. Lopputuloksena on puun sisään jäävä syvä koro, joka alentaa merkittävästi puun jalostusarvoa.

## 6.2 PUUSTOVAURIOT LAINSÄÄDÄNNÖN KANNALTA

Puustovaurioiden (kuten maastovaurioidenkin) aiheuttaminen voidaan katsoa metsälain 18 §:n tarkoittamaksi metsärikkomukseksi, jos niiden välttämiseksi ei ole ryhdytty asianmukaisiin toimenpiteisiin, joita ovat

- korjuun hyvä suunnittelu
  - oikea hakkuumenetelmä
  - tarkoituksenmukainen kuljetuskalusto
- korjuun huolellinen toteutus.

Puustovaurioille ei ole määritetty laissa enimmäismäärää. Lähtökohtana on, että kasvamaan jätettävää puustoa sekä hakkuualueella että sen ulkopuolella ei vahingoiteta. Kasvatuskelpoisen puuston määrän pitää joka tapauksessa täyttää metsälain minimivaatimukset, kun siitä on ensin vähennetty vaurioituneiden puiden osuus.

Metsälain soveltamisohjeessa määritellään myös vaurioituneen puun tunnusmerkit. Esimerkiksi puustovaurion 12 cm<sup>2</sup>:n minimikoko ja juurivaurion 100 cm:n maksimietäisyys rungon keskeltä on määritelty ohjeessa.

## 6.3 PUUSTOVAURIOT METSÄSERTIFIOINNIN KANNALTA

Uusitussa metsäsertifiointikriteeristöissä, joka tulee voimaan 2004–2005, kiinnitetään huomiota puustovaurioiden määrään. Harvennushakkuissa vaurioituneiden puiden keskimääräinen osuus ei saa nousta yli 4 %:n. Osuus lasjetaan viiden vuoden tarkastustulosten liukuvana keskiarvona.

## 7 AJOURAT

Ajouratunnukset ovat:

- ajouraväli<sup>1</sup>, suositus  $\geq 20$  m
- uraleveys, suositus 4 m
- urapainumat, tavoitteena 0 %, enintään 4 % ajouran pituudesta<sup>2</sup>.

Ajouraverkoston tiheys- ja leveyssuosituksia noudattamalla hyödynnetään metsikön potentiaalinen kasvutila mahdollisimman tehokkaasti ja luodaan edellytykset koneelliselle korjuulle. Ajouratunnuksia on syytä tarkkailla ennen kaikkea ensiharvennusvaiheessa, jolloin avataan ajouraverkosto myös tulevien hakkuiden tarpeisiin koko jäljellä olevaksi kiertoajaksi.

Tiheimmissä ensiharvennuksissa ajouraverkoston kasvutilaa varaava vaikutus on suurimmillaan, koska silloin noin puolet ( $\approx 2$  metriä) ajouran kokonaisleveydestä on pois puuston kasvutilasta. Tämä vastaa noin 10 prosentin osuutta metsikön pinta-alasta. Yksi lisämetri kasvattaa osuuden jo puolitoistakertaiseksi. Myöhempiin harvennuksiin edettäessä puiden välinen keskietäisyys lähestyy ja jopa ylittää normaalin uraleveyden ja uraverkoston merkitys näin ollen vähenee. Tästä syystä ajouramittauksia (poislukien painumat) ei tehdä enää alle 600 rungon tiheyksissä.

Ajourien reunapuusto hyötyy jonkin verran valon lisääntymisestä, mikä osittain korvaa kasvutilan menetystä.

Ajouraverkoston tiheys on siis syytä pitää suositusten rajoissa, mutta optimitasoa ei saavuteta kuitenkaan maksimoimalla ajouraväli ja minimoimalla ajouran leveys. Ajouravälin kasvaessa joudutaan liikkumaan entistä enemmän puuston seassa ja ajouran havutuskin heikkenee. Ajouraleveyden optimitaso riippuu käytettävästä kalustosta, mutta selvästi alle neljän metrin levyisillä ajourilla reunapuiden vaurioitumisriski lisääntyy nopeasti. Mitä lähemmäs runkoa juuristovauriot syntyvät, sitä todennäköisemmin ne johtavat myös lahoutumiseen.

Maan pintakerroksen rikkonut urapainuma vahingoittaa ajouran reunapuuston juuristoa ja aiheuttaa sitä kautta kasvu- ja laatu tappioita. Rungas raiteistuminen vaikuttaa metsikön vesitalouteenkin ja saattaa lisätä myös raskasmetallien huuhtoutumista. Vähäiset, maan pintakerrosta tiivistäneet painumat (ns. palautuvat painumat) korjaantuvat sen sijaan nopeasti maan routaantumisen ansiosta.

---

<sup>1</sup> Ilmaistaan joskus myös ajouratiheytenä ( $\leq 600$  m/ha).

<sup>2</sup> Uusittu metsäsertifointikriteeristö: painumien osuus ei saa nousta yli 4 prosentin (alueellinen viiden vuoden liukuva keskiarvo).

## 8 KORJUJÄLJEN KÄSITTEISTÖ

Luvussa esitetään korjuujälkikriteerien määrittämisessä esiin tulevat termit ja tunnukset mittaus- ja arviointiohjeineen. On tärkeää, että eri toimijat käyttävät samoja termejä ja yhteisesti hyväksytyjä tunnuksia omassa toiminnassaan. Seurannassa tärkeät aikasarjat vaativat käsitteistöltä riittävää pysyvyyttä.

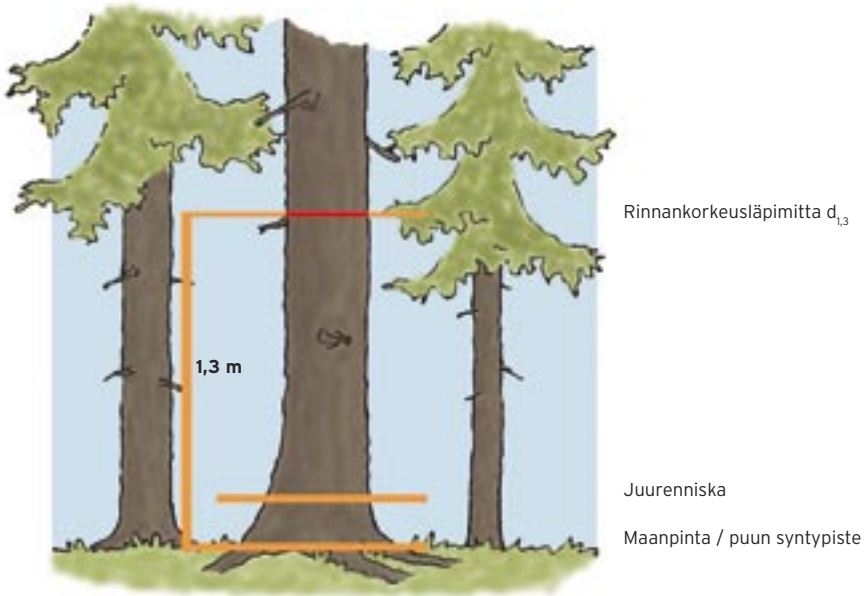
### 8.1 HARVENNUSVOIMAKKUUS

***Puuston valtapituus (m)*** = hehtaarilla sadan paksuimman puun pituuden aritmeettinen keskiarvo.

*Käytännössä valtapituus mitataan tai arvioidaan koelalla ja sen välittömässä läheisyydessä olevien paksuimpien puiden pituuksien keskiarvona.*

***Puun rinnankorkeusläpimitta (cm)*** = puun läpimitta 1,3 m:n korkeudelta mitattuna.

*Rinnankorkeusläpimittoja mitataan esimerkiksi silloin, kun harvennusvoimakkuutta arvioidaan jäävän puuston keskiläpimittaan perustuvilla harvennussalleilla. On syytä korostaa, että korjuujälkimittauksissa rinnankorkeusmittauksen lähtöpisteenä ei käytetä ylintä, kaatoa haittaavaa juurenniskaa vaan maanpintaa tai puun syntypistettä.*



Kuva 7. Rinnankorkeuden mittauksen lähtöpisteenä on korjuujälkimittauksessa aina puun syntypiste, joka kivennäismaalla on yleensä samalla maanpinnan taso.

**Mitattavalkasvatuskelpoinen puu** = kasvatettavaan jaksoon kuuluva elävä puu, jonka läpimitta rinnankorkeudelta on vähintään 70 mm.

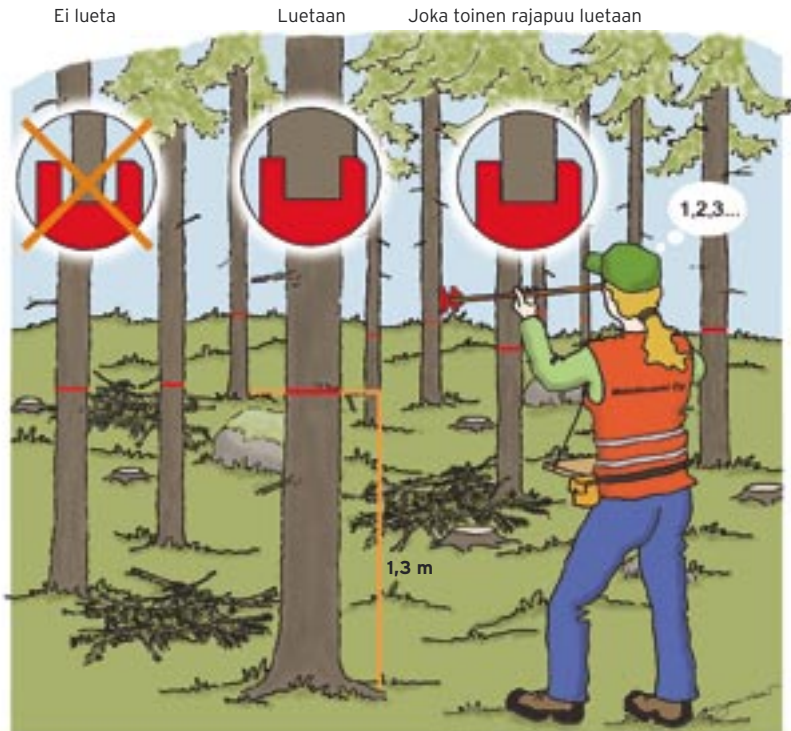
**Puuston pohjapinta-ala ( $m^2/ha$ )** = kasvatuskelpoisten puiden rinnankorkeudelta mitattujen poikkileikkausalojen summa.

Mittaus tehdään yleensä relaskoopilla, jonka varren pituus on 1 m ja hahlon leveys 2 cm. Silloin yksi relaskooppikoealalta luettu puu vastaa yhtä pohjapinta-alan neliometriä (ts. relaskooppikerroin = 1). Tiheissä kohteissa voidaan heikon näkyvyyden takia käyttää suuriker toimista relaskooppia ja harvoissa tai epätasaisissa kohteissa kertoimeltaan pienempää relaskooppia (taulukko 1).

Rajaetäisyyden avulla voidaan määrittää tarkasti, kuuluuko juuri ja juuri hahlon täyttävä puu (ns. rajapuu) relaskooppikoealaan. Kokeenkin mittajaan on silloin tällöin syytä tehdä tämä tarkastus esimerkiksi valaistusolojen muuttuessa. Jos rajaetäisyyttä ei tarkisteta, joka toinen rajapuu luetaan mukaan.

Taulukko 1. Relaskooppikertoimet ja rajaetäisyydet erilaisilla varren pituuksilla ja hahlon leveyksillä.

Varsi, cm	Hahlo, cm	Relaskooppikerroin	Rajaetäisyys, cm
100	1,41	0,5	$\approx 70 * d_{1,3}$
<b>100</b>	<b>2,00</b>	<b>1</b>	<b>= 50 * <math>d_{1,3}</math></b>
100	2,83	2	$\approx 35 * d_{1,3}$
100	4,00	4	= 25 * $d_{1,3}$
<b>65</b>	<b>1,30</b>	<b>1</b>	<b>= 50 * <math>d_{1,3}</math></b>
50	1,00	1	= 50 * $d_{1,3}$



Kuva 8. Puiden lukuperiaate relaskooppilla. Hahlon täyttävät puut luetaan pohjapinta-alaan. Jos rajaetäisyyttä ei tarkasteta, joka toinen rajapuu luetaan mukaan.

**Runkoluku (r/ha)** = kasvatuskelpoisten puiden lukumäärä hehtaarilla.

Runkoluku määritetään yleensä ympyräkoevalta koealavapaa, mittanauhaa tai etäisyysmittaria käyttäen. Koealan sisään jäävien puiden lukumäärä muunnetaan runkoluvuksi seuraavasti:

- koealan säde 3,99 metriä ( $50 \text{ m}^2$ )  
→ runkoluku =  $200 \times$  koealan puiden lukumäärä
- koealan säde 5,64 metriä ( $100 \text{ m}^2$ )  
→ runkoluku =  $100 \times$  koealan puiden lukumäärä.

**Keskiläpimitta (cm)** = kasvatettavien puiden rinnankorkeusläpimittojen aritmeettinen keskiarvo.

Käytännössä pienalueen (työpiste, ympyräkoela) toiseksi suurimman ja toiseksi pienimmän puun läpimittojen keskiarvo. On huomattava, että keskiläpimittaan perustuvissa harvennussalleissa on perustana nimenomaan aritmeettinen, ei pohjapinta-alalla painotettu (ppa-mediaanipuun), keskiläpimitta.

## 8.2 PUUSTOVAURIOIT

**Runkovaurio** = juurenniskan yläpuolella sijaitseva vaurio.

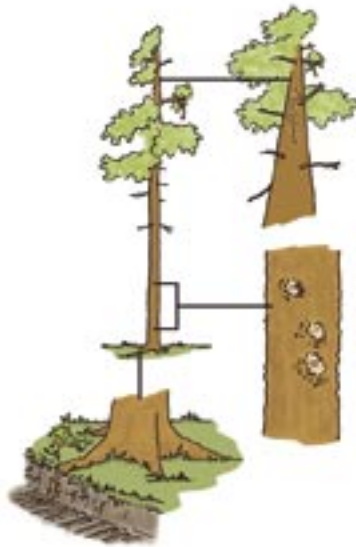
Runko katsotaan vaurioituneeksi, jos

- a) sen kuori on rikki nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli  $12 \text{ cm}^2$ :n laajuudelta ja puuaineen pintaa on samalla paljastunut yli  $1 \text{ cm}^2$  tai
- b) siinä on puuaineen rikkonut, ns. syvävaurio (vaurion koosta riippumatta) tai
- c) siinä on kuoren rikkonut viilto tai viiltoja, joiden yhteenlaskettu pituus on yli 50 cm.

**Juurivaurio** = juurenniskan alapuolella rungossa tai juuressa sijaitseva vaurio.

Juurissa otetaan huomioon vain vauriot, jotka sijaitsevat enintään 1 m:n päässä rungon keskilinjasta. Alle 2 cm paksujen juurten vaurioita ei kirjata. Vaurion muu tunnusmerkistö kuten runkovauriossa.





#### Juuri katkennut

- läpimitta  $\geq 2$  cm ja
- etäisyys rungon keskilinjasta  $\leq 1$  m

#### Kuori viiltynyt

- viiltojen pituus yhteensä  $> 50$  cm

#### Kuori rikkoutunut

- pinta-ala yhteensä  $> 12$  cm<sup>2</sup> ja
- puuainetta paljastunut  $> 1$  cm<sup>2</sup>



#### Kuori rikkoutunut

- pinta-ala  $> 12$  cm<sup>2</sup> ja
- puuainetta paljastunut  $> 1$  cm<sup>2</sup>

#### Puuaines rikkoutunut

- aina vaurio

#### Kuori rikkoutunut

- pinta-ala  $> 12$  cm<sup>2</sup> ja
- puuainetta paljastunut  $> 1$  cm<sup>2</sup> ja
- etäisyys rungon keskilinjasta  $\leq 1$  m

**Kuva 9. Puustovaurioita tarkkaillaan kaikkialta rungosta. Kun puu kaadetaan jäävää puuta vasten, vaurio voi syntyä korkeallekin runkoon. Myös juureen tai juurenniskaan syntyneen vaurion havaitseminen vaatii tarkkaavaisuutta.**

### 8.3 AJOURAT

**Ajoura** = puutavaran kuljetusta varten metsään avattu kulku-ura, jota käyttävät sekä hakkuukone että metsätraktori tai näiden yhdistelmä (korjuri).

*Ajoura on yleensä yli 3 metriä leveä.*

**Hakkuu-ura** = hakkuukoneen liikkumiseen ja työskentelyyn käytetty reitti ajourien välissä palstalla.

*Hakkuu-ura on ensiharvennuksissa aina alle 3 m leveä eikä sen läheisyydessä ole merkittävästi hakkuutähteitä. Myös hakkuukoneen ”pistot” ajourilta luetaan hakkuu-uriksi.*

*Ajouran ja hakkuu-uran erottelua tarvitaan silloin, kun hakkuumenetelmänä on käytetty hakkuu-uramenetelmää. Ajouratunnukset mitataan näilläkin kohteilla pelkästään ajourilta, hakkuu-uria ei oteta huomioon.*

**Ajouraväli** = kahden rinnakkaisen ajouran keskilinjojen etäisyys toisistaan.

*Risteysalueista, maastosta ja leimikon muodosta johtuvia ajouraverkoston kapeikkokohtia ei oteta huomioon ajouraväliä määritettäessä.*

**Ajouran leveys** = ajouraa reunustavien lähimpien puiden kylkien kohtisuora etäisyys uran keskelle.

*Yksittäinen uraleveyshavainto mitataan rajatulta 10 m:n jaksolta määrittämällä uran oikealla ja vasemmalla puolella lähimmän puun etäisyys ajouran keskilinjaan ja summaamalla nämä kaksi etäisyyttä. Leimikon uraleveys on näiden summien keskiarvo. Uraleveys mitataan ainoastaan kohteilta, joiden runkoluku on yli 600 runkoa / ha.*



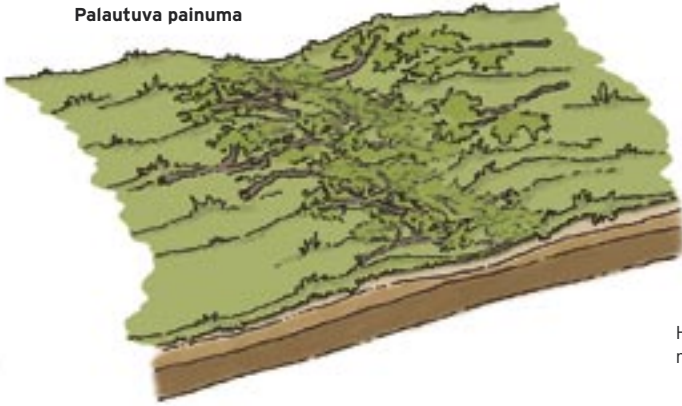
Ajouraleveys = A + B

Kuva 10. Ajouran leveyden mittaus.

**Urapainuma** = yli 10 cm:n painuma maanpinnan tasosta mitattuna.

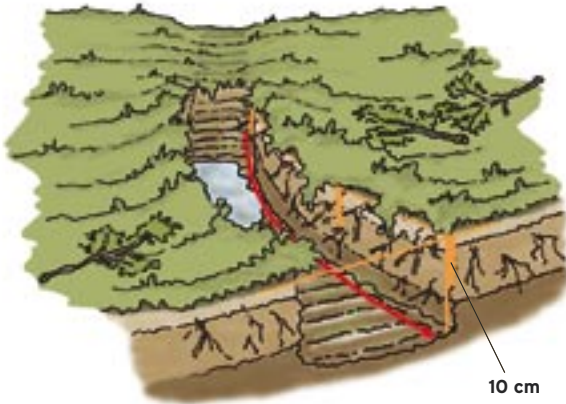
*Mittauksen lähtötasona ja maanpinnan tasona on maalajista riippuen kivennäismaan pinta tai sammalkerroksen alareuna (turvemaat). Pelkkää maanpinnan "palautuvaa painumista" ei lueta urapainumaksi vaan edellytyksenä on, että maan pintakerros on leikkaantunut. Yksittäisiä kuoppia (pituus < 50 cm) ei lueta urapainumiksi.*

### Palautuva painuma



Havutus suojaa  
maaperää

### Painuma



Painuman pituus

- raiteen syvyys > 10 cm
- yksi raide riittää
- pituus  $\geq$  50 cm

10 cm

Kuva 11. Ylhäällä ns. palautuva painuma, joka ei ole rikkonut maan pintakerrosta ja jota ei siten katsota urapainumaksi. Alempana urapainuma, joka luetaan maastovaurioksi siltä osin kuin sen syvyys maanpinnasta mitaten on yli 10 cm.

## 9 KORJUJÄLJEN SEURANTA

### 9.1 TYÖNAIKAINEN LAADUNSEURANTA

#### 9.1.1 Tavoite

Kun korjuujälkeä mitataan jo korjuutyön aikana, mahdolliset laatupoikkeamat havaitaan ajoissa. Korjaukset työhjeisiin ja menettelytapoihin voidaan tehdä välittömästi. Samalla voidaan arvioida sitä, olisiko jo korjuuta edeltävissä vaiheissa (edelliset hakkuut, ennakkoraivaus, leimikon suunnittelu) pitänyt tehdä jotain toisin. Kun syyt arvioidaan ja seuraukset nähdään tuoreeltaan, palautekin on mahdollista toimittaa sille taholle, joka asiaan voi vaikuttaa. Pitkällä tähtäyksellä tämä ohjaa koko toimintoketjua hyvää korjuujälkeä tukeviin toimintatapoihin.

#### 9.1.2 Esimerkki toteutustavasta

Työnaikainen korjuujäljen seurantarutiini voidaan toteuttaa melko kevyenä. On kuitenkin tärkeää, että se perustuu mittauksiin – ei puhtaaseen arviointiin. Seuraavassa esitellään yksi vaihtoehto työnaikaisen korjuujälkiseurannan toteuttamiseksi.

##### *Mittausrutiini*

Mittauksen runkona on 8 m:n levyinen, ajouran suuntainen näytekaista, jonka keskilinja myötäilee ajouran keskiviivaa. Kaistoja sijoitetaan leimikolle yleensä 2 kpl. Jos osa työmaasta on mittaushetkellä valmiiksi korjattu ja osa vasta hakkuuvaiheessa, molempiin ositteisiin sijoitetaan oma näytekaista.

Näytekaistalta luetaan pystypuut ja vauriopuut, jotka sijaitsevat korkeintaan 4 m:n etäisyydellä ajouran keskilinjasta. Ajouran leveyden ja jäävän puuston tiheyden mittauskohdat on sidottu lukupuiden järjestysnumeroon (10., 25. ja 40. lukupuu). Kaista päättyy kun puita on luettu yhteensä 50 kpl. Kaista kävellään vielä vastakkaiseen suuntaan, jolloin kirjataan mahdolliset urapainumat ja varmistetaan, että kaikki uralle näkyvät vauriot on huomattu. Toinen näytekaista mitataan samalla tavalla.

Lukupuita kertyy kahdelta kaistalta yhteensä 100 kpl. Kaistojen yhteispituus riippuu puuston tiheydestä mutta on tyypillisesti noin 200–300 m.

Ajouravälin mittaus tehdään esimerkiksi leimikkoon tutustuttaessa tai ensimmäiseltä näytekaistalta toiselle siirryttäessä. Mittaus aloitetaan ajouran keskeltä ja ajouraverkoston pääsuuntaan nähden poikittaista linjaa kulkien lasketaan kohdattujen ajourien lukumäärä. Jos pääsuunta muuttuu mittauksen edetessä, myös linjan suuntaa vastaavasti korjataan. Hakatun alueen laittimmaiselle ajouralle saavuttaessa kirjataan ylös kuljettu matka ja ajouravälien lukumäärä.

Edellä kuvatuissa mittauksissa käytetään apuna esimerkiksi seuraavia mittavälineitä:

- **vapa 3,99 m (asteikko 2 dm)** puun etäisyys ajouran keskilinjasta, uraleveys, painumat
- **metsurin kappalelaskuri** puiden ja vauriopuiden luku
- **lankamittalaite tai gps-laite** näytekaistan ja ajouravälin mittauslinjan pituus
- **relaskooppi (kertoimet 0,5 - 2)** pohjapinta-ala

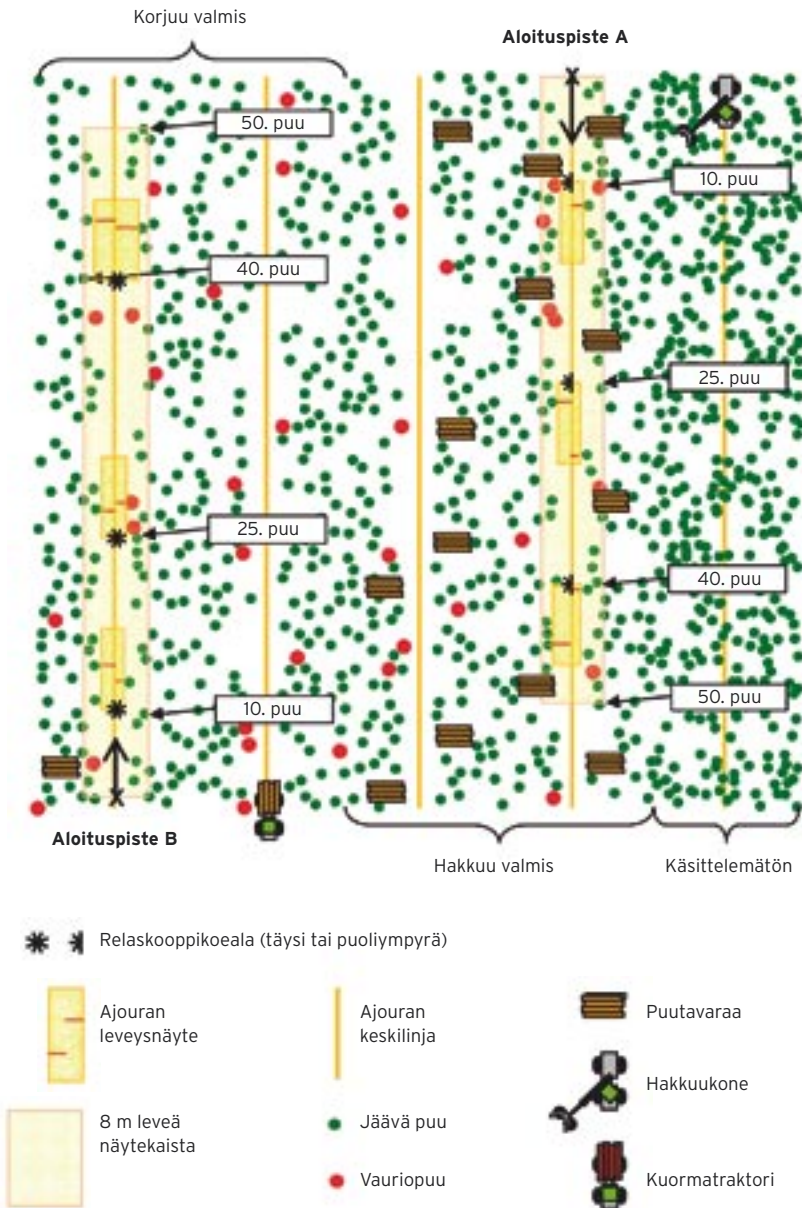
### *Tulosten tulkinta*

*Harvennusvoimakkuus* selvitetään vertaamalla jäävän puuston määrää työohjeesta ilmenevään harvennussuositukseen. Jos tulos poikkeaa selvästi ohjeesta, täydennetään pohjapinta-alamittauksia muutamilla ajourien väliltä mitatuilla lisänäytteillä. Jos lisämittaukset osoittavat edelleen samansuuntaista eroa, tarkistetaan

- poikkeako ajouraleveys suosituksesta?
- onko ajouraväli ohjeen mukainen?

*Puustovauriot* keskittyvät yleensä ajourien läheisyyteen. Näytteen vauriopuiden osuutta ei pidäkään tulkita suoraan vaurioprosentiksi vaan indeksiksi, jonka muutoksia seurataan. Puustovaurioiden määrää verrataan saman ketjun tai koneyksilön aiempien harvennustyömaiden vauriomääriin. Jos vauriot ovat selvästi lisääntyneet tai enemmän kuin 10 puuta 100:sta on vaurioitunut, selvitetään tarkemmin vaurioiden syyt. Arvioinnissa käytetään apuna tietoa siitä, mikä osuus vaurioista oli juurivaurioita ja kuinka vauriot jakaantuivat hakkuun ja korjuun jälkeen mitatuille kaistoille. Myös heikon havutuksen ja liian kapean ajouran yhteys mahdollisiin vaurioihin arvioidaan.

Jos *ajourapainumia* esiintyi, tarkistetaan hakkuun näytekaistan mittaus-tiedoista, syntyikö osa niistä jo hakkuuvaiheessa. Hakkuukoneen raiteenmuodostus on harvinaista ja osoittaa selvästi hakkuun ajoituksen epäonnistuneen. Metsäkuljetusvaiheessa syntyviä raiteita pyritään jatkossa välttämään havutusta lisäämällä ja kuormakokoa pienentämällä.



Kuva 12. Periaatepiirros käynnissä olevan työmaan mittausrutiinista.

## 9.2 METSÄKESKUSTEN KORJUJÄLKISEURANTA

### 9.2.1 Tavoitteet

Metsäkeskusten korjuujälkiseurannan tavoitteet ovat

- metsänkäyttöilmoitusten ja hakkuiden lainmukaisuuden valvonta
- korjuujäljen laadunseuranta
- valtakunnallisen ja alueellisen kehityksen seuranta ja tulosten viestintä (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio).

### 9.2.2 Jälki-inventointimenetelmän kuvaus

Metsälain valvontaa varten tehtävät korjuujäljen tarkastukset tehdään metsäkeskusten toimesta. Seurannassa käytetään Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion kehittämää tarkastusmenetelmää, jonka maa- ja metsätalousministeriö on hyväksynyt. Tarkastettavat työmaat arvotaan kuluvan vuoden metsänkäyttöilmoituksista. Jos toteutettuja harvennushakkuita ei tule otokseen riittävästi, metsäkeskus voi jättää osan otannalla valituista kohteista tarkastettavaksi vasta seuraavana vuonna, ja tarkastaa niiden sijasta satunnaisotannalla vanhempia metsänkäyttöilmoituksia. Muut mahdolliset tarkastukset suunnataan ensiharvennuksiin.

#### *Puustokoealojen sijoittelu*

Mittaus aloitetaan määrittämällä mitattavan alueen pisimmän halkaisijan muodostama keskilinja. Ensimmäinen koeala sijoitetaan puolen koealavälin päähän keskilinjän lähtöpisteestä. Koealoja tulee keskilinjalle noin 10 kpl.

Koealamittauksia jatketaan, mikäli metsänhoitosuositusten tai metsälain asettamien vaatimusten toteutumisesta ei saada keskilinjän perusteella varmuutta. Tällöin linjalta arvotaan koeala, jonka kautta vedetään toinen koealalinja kohtisuoraan ensimmäistä linjaa vasten. Myös tämän linjan koealoista arvotaan yksi, jonka kautta vedetään alkuperäisen keskilinjän suuntainen koealalinja.

#### *Puustomittaukset koealalla*

Koealapisteessä mitataan kasvatettavan puuston pohjapinta-ala, runkoluku ja poistuma (kantoa/ha). Runkoluku kirjataan puulajeittain. Kaikki ympyräkoelan puut tutkitaan tarkasti mahdollisten runko- tai juurivaurioiden havaitsemiseksi. Vauriopuut kirjataan vaurioluokittelun mukaisesti. Lopuksi mitataan koealan paksuimman puun pituus (= koealan valtapituus).

Koealan keskipisteeseen jätetään kuitu-nauhalla merkitty paalu, joka auttaa linjan suuntaamisessa, tulosten tarkistamisessa ja täydentävien linjojen sijoittelussa.



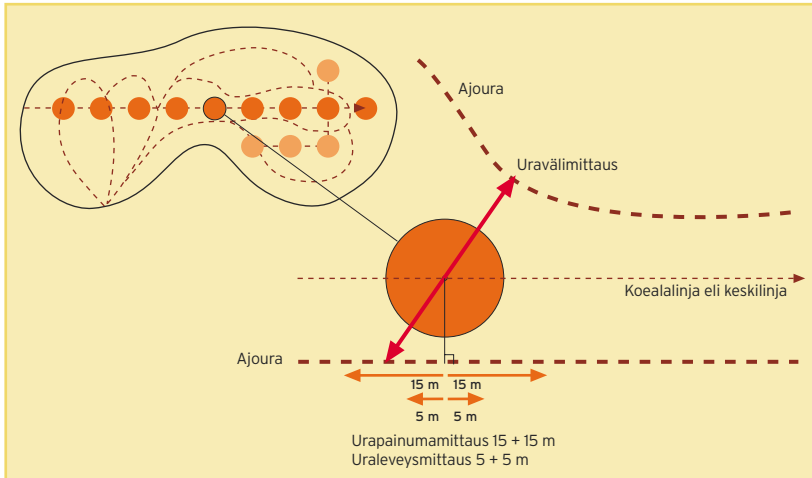
### Ajouramittaukset

Ajouraväli mitataan silloin, kun

- puunkorjuussa on tehty kokonaan tai osittain uusi uraverkosto ja
- kohteen runkoluku on yli 600 runkoa/ha.

Puustokoealan mittauksen yhteydessä mitataan ajouraväli lyhimmältä, koealan keskipisteen kautta lähimmille ajourille kulkevalta mittauslinjalta.

Uraveyden ja urapainumien mittauksen lähtöpisteenä on kunkin puustokoealan keskipistettä lähimpänä sijaitseva kohta lähimmän ajouran keskilinjalla. Tämän kohdan molemmin puolin rajataan ajouran suunnassa 5 + 5 m:n (ajouraväli) ja 15 + 15 m:n (urapainumat) matkat, joilta mitataan uratunnukset siten kuin luvussa 8.3 on esitetty.



Kuva 13. Puuston ja ajourien mittauspisteiden sijoitteluperiaate.

### 9.2.3 Tulosten tulkinta

Tuloksia tulkittaessa on huomioitava seuraavat seikat:

- Korjuujäljen tarkastuksessa mitattavat puusto- ja ajouratunnukset ovat yksittäisen leimikonkin osalta tarkkoja ja luotettavia.
- Puuston vaurioprosentin tarkempi määrittäminen edellyttää, että ensimmäistä koealalinjaa täydennetään poikittaisilla linjoilla siten, että koealamäärä kasvaa vähintään 20:een.
- Edellä mainitut seikat on syytä kertoa maanomistajalle ja puunkorjajalle kun kuvion korjuujäljen laadusta annetaan palautetta.





ISBN: 951-673-183-X