



Erkki Tomppo



Johanna Joensuu

Erkki Tomppo ja Johanna Joensuu

Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot Etelä-Suomessa Valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin mukaan

Tomppo, E. & Joensuu, J. 2003. Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot Etelä-Suomessa valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin mukaan. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2003: 507–535.

Tutkimuksessa tarkasteltiin hirvieläinten taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä aiheuttamien tuhojen laajuutta ja vakavuusastetta sekä niiden alueellista ja ajallista vaihtelua VMI8:n (1986–1992) ja VMI9:n (1996–2000) aineistojen perusteella Etelä-Suomessa. Metsämaan taimikoissa hirvieläintuhojen ala oli kasvanut 159 000 ha:sta 299 000 ha:iin (7,3%:sta 12%:iin taimikoiden alasta) ja laatua alentaneiden tuhojen ala 76 000 ha:sta 152 000 ha:iin (3,5%:sta 6,3%:iin taimikoiden alasta). Nuorissa kasvatusmetsissä hirvieläintuhojen pinta-ala oli pienentynyt 83 000 ha:sta 61 000 ha:iin (2,3%:sta 1,6%:iin kehitysluokan alasta) ja laatua alentaneiden tuhojen ala 40 000 ha:sta 37 000 ha:iin (1,1%:sta 1,0%:iin kehitysluokan alasta). Vaurioituneitten puiden osuutta varttuneiden taimikoiden tuhometriköissä arvioitiin koepuuaineiston perusteella. Varttuneista taimikoista 128 000 ha:lla tuho oli alentanut metsikön tuottoa; tällä alalla männyistä 31 %:lla, rauduskoivuista 71 %:lla ja haavoista 98 %:lla arvioitiin tukkipuun saannon alenevan tulevaisuudessa hirvituhojen vuoksi.

Hirvieläintuhojen osuus taimikoiden pinta-alasta oli inventointien välillä kasvanut tilastollisesti merkittävästi kaikkien metsäkeskusten alueella Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan aluetta sekä Lounais-Suomen, Kaakkois-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksia lukuun ottamatta. VMI8:ssa laajimmat hirvieläintuhot havaittiin Pirkanmaalla sekä Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella. VMI9:n mukaan hirvieläintuhot olivat laajimpia Ahvenanmaalla, Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella sekä Pirkanmaalla ja Pohjois-Savossa. Tuhojen yleisyys vaihtelee kuitenkin voimakkaasti metsäkeskusten alueiden sisällä.

Asiasanat: Hirvieläintuhot, valtakunnan metsien inventointi
Yhteystiedot: Metla, Helsingin toimipaikka, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki
Sähköposti: erkki.tomppo@metla.fi
Hyväksytty 13.11.2003

I Johdanto

Suomessa elää luonnonvaraisina viisi hirvieläinlajia: hirvi (*Alces alces*), valkohäntäpeura (*Odocoileus virginianus*), metsäkauris (*Capreolus capreolus*), metsäpeura (*Rangifer tarandus fennicus*) ja kuusipeura (*Dama dama*). Hirvieläimiin kuuluu myös poro (*Rangifer tarandus*). Luonnonvaraisista hirvieläimistä runsaslukuisin on hirvi, jonka talvikanta 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa on ollut noin 100 000 yksilöä ja jonka levinneisyysalue kattaa lähes koko maan (Hirvivahinkotyöryhmä... 2000). Valkohäntäpeura ei kuulu Suomen alkuperäislajistoon, mutta Pohjois-Amerikasta riistaeläimiksi tuoduista yksilöistä alkunsa saanut kanta on sopeutunut hyvin Suomen luontoon. Lajin pääasiallista esiintymisaluetta ovat Etelä- ja Lounais-Suomi, missä yksilötiheys on monin paikoin suurempi kuin hirtillä (Heikkilä 1999). Kanta on runsastumassa myös Keski-Suomessa, ja talvikannan koko on yli 21 000 yksilöä (Vikberg 2000). Metsäkauris on levittäytynyt Suomeen Karjalan kannaksen kautta ja Pohjanlahden ympäri Ruotsista, mutta sitä on myös siirretty Ahvenanmaalle ja eteläiseen Suomeen. Kanta on runsain Ahvenanmaalla, jolla kauriita arvioidaan olevan yli 10 000, mutta laji esiintyy myös muualla maassa, missä talvikannaksi arvioidaan lähes 7000 yksilöä (Orava 2000). Kauriskanta on etenkin maan etelä- ja länsiosissa selvässä kasvussa. Myös metsäpeura on Suomessa alkuperäinen, vain Suomessa ja Karjalan tasavallan alueella esiintyvä laji, joka hävitettiin Suomesta metsästämisellä 1800-luvulla, mutta joka palasi Suomeen 1950-luvulla vaeltamalla rajan yli Venäjältä. Kannan kasvua on autettu siirtoistutuksilla, ja sekä Suomenselällä että Kainuussa on tällä hetkellä elinvoimainen, kasvava kanta. Suomenselän kanta on kooltaan noin 900 eläintä ja Kainuun kanta noin 1900 eläintä (Peltola 2001). Kuusipeura ei kuulu Suomen alkuperäiseen lajistoon, mutta sitä on istutettu useaan otteeseen eri puolille Etelä-Suomea. Kanta on kuitenkin varsin pieni ja paikallinen, alle 500 eläintä (Vikberg 2000).

Kesäisin kaikki hirvieläimet syövät ruohovartisista kasveja sekä lehtipuiden lehtiä ja uusia versoja. Talvella metsäpeura kaivaa lumen alta jäkälää, kun taas valkohäntäpeura ja metsäkauris etsivät mahdol-

lisuuksien mukaan erilaisia varpuja, mutta olosuhteiden pakosta joutuvat usein tyytymään oksaravintoon. Hirven talviravinto koostuu lähinnä oksista. Suosituimpia ovat helposti sulavat pihlaja, pajut, haapa ja kataja, mutta eniten käytetty ravintokasvi on talvella kuitenkin mänty, jonka neulasia ja oksia on runsaasti tarjolla (Löyttyniemi ja Lääperi 1988). Kuusentaimia hirtet syövät harvoin, mutta rehevillä mailla tai tiheän hirttikannan alueella kuusituhojakin voi syntyä (Löyttyniemi ja Lääperi 1988, Heikkilä 1999, Jalkanen 2001). Valkohäntäpeurat ja kauriit käyttävät kuusentaimia ravinnokseen yleisemmin. Hirttien aiheuttama tuho kohdistuu lähinnä oksiin ja latvuksiin, mutta joskus ne kaluavat myös etenkin haavan ja pajujen kuorta. Hirveä pienempien peurojen ja kauriiden aiheuttamat vahingot keskittyvät pienempiin taimiin ja ohuempiin versoihin kuin hirtten aiheuttamat tuhot (Heikkilä 1999). Valkohäntäpeurojen ja metsäkauriiden aiheuttamia tuhoja vähentävät vähälumiset talvet ja talviruokinta. Lumen syvyys vaikuttaa myös hirttien tuhoihin ja niiden keskittymiseen tietyllä alueella (Löyttyniemi ja Lääperi 1988). Jalkanen (2001) on tarkastellut hirttuhujen ennustettavuutta tavallisten metsikkötunnusten avulla. Parhaaksi selittäjäksi osoittautuivat metsikön ikä ja vallitseva puulaji.

Hirvivahingot lisääntyivät huomattavasti 1970-luvulla, ja 1980-luvulla kantaa pienennettiin tuntuvasti (Nygrén 1998). 1990-luvulla kannan koosta saatiin suuresti vaihtelevia tietoja (esim. Nygrén 1998, Heikkilä 1999, Hirvivahinkotyöryhmä... 2000, Nygrén ym. 2000). Vuosikymmenen puolivälissä kaatomääriä pienennettiin voimakkaasti. 1990-luvun lopulla kannat lähtivät jälleen jyrkkään nousuun, ja myös hirvivahingot ovat lisääntyneet selvästi (Heikkilä 2000b, Nygrén ym. 2000). Hirttikantojen tiheys vaihtelee suuralueittain (esimerkiksi metsäkeskuksittain), mutta vaihtelu on suurempaa pienemmissä yksiköissä, kuten yhtenäisten metsäalueiden tai yksittäisten metsiköiden välillä (Heikkilä 1997). Hirttien laumautuminen ja vähäinen liikkuminen talviaikana sekä niiden uskollisuus talvilaitumilleen vuodesta toiseen johtavat siihen, että vahingot keskittyvät voimakkaasti tietyille alueille, joilla talvikannat ovat jatkuvasti huomattavasti keskimääräistä tiheämpiä. Viime vuosina myös metsäkauriin ja valkohäntäpeuran kannat ovat runsastuneet (Helle ym. 1997, Orava 2000) ja

niiden aiheuttamat vahingot ovat nousseet merkittäviksi runsaan kannan alueilla.

Tutkimuksissa on saatu vaihtelevia tuloksia siitä, miten lehtipuusekoitus vaikuttaa hirvien männyn- tai malle aiheuttamien vahinkojen määrään mäntytaimikoissa (esim. Löyttyniemi ja Lääperi 1988, Edenius 1991). Ilmeisesti lehtipuut kuitenkin lisäävät männyn- tai mien tuhoriskiä ainakin silloin, kun lehtipuuden tiheys on suuri ja ne ovat etukasvuissa, jolloin ne varjostavat männyn- tai maimia (Heikkilä 1993). Varjostus paitsi hidastaa männyn- tai mien kehitystä ja altistaa ne näin syönnille useampana vuonna, myös muuttaa niiden ravintoarvoa hirvälle sopivammaksi. Kohtuullinen lehtipuusekoitus saattaa toisaalta jopa vähentää männyn- tai mien syöntiä, kun hirville on tarjolla vaihtoehtoja, halutumpaa ravintoa (Heikkilä 1991). Eniten tuhoja esiintyy mäntytaimikoissa, joita ympäröivät taimikot tai kuusivaltaiset metsät (Heikkilä 1993).

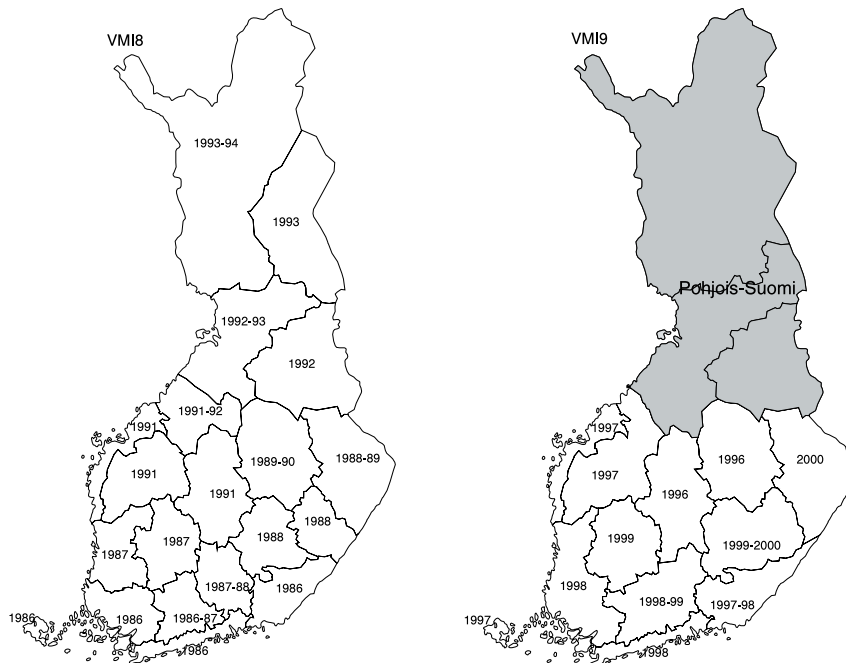
Tavoitellessaan taimen latvaosan kasvaimia hirvi taittaa usein taimen pääranan, tavallisesti 0,5–1,5 m korkeudelta (Löyttyniemi ja Lääperi 1988). Latvojen katkominen aiheuttaa taimien kuolemista ja pensastumista, kasvutappioita, runkovikoja (mutkaisuutta ja haarautumista) sekä lahoa. Taimivaiheessa syntyvät runkoviat saattavat huomattavasti alentaa mänty- ja koivutukeista saatavan puutavaran arvoa. Sekä männyn että koivun kasvun toipumiskyky on taimivaiheessa kertaluonteisen tuhon jälkeen verrattain hyvä (Bergström ja Danell 1987, Löyttyniemi 1983, Heikkilä ym. 1993), mutta runkoviat jäävät arvokkaimpaan tukkiosaan ja voivat alentaa suuresti hyvälaatuisen sahatavaran saantoa. Koivulla ongelmana on lisäksi sinistäjä- ja lahottajasiementen iskeytyminen vioituskohtaan (Heikkilä ym. 1993). Syntyvien tappioiden vakavuus riippuu siitä, kuinka iso osa puusta on vaurioitunut, onko tuho kertaluonteista vai toistuvaa ja minkä kasvaimen kohdalta latva on katkaistu. Latvakasvaimen kertaluonteisen katkaisun jälkeen sekä männyn että koivun taimi on edelleen kehityskelpoinen, mutta alemmaa tapahtunut katkosta johtaa usein voimakkaisiin runkomutkoihin (Heikkilä ja Löyttyniemi 1992, Heikkilä ym. 1993), männynllä myös oksaisuuden lisääntymiseen. Kerran tapahtuva katkosta johtaa todennäköisesti sekä männynllä että koivulla ennen kaikkea rungon sisäisten vikojen lisääntymiseen (Heikkilä ja Löyttyniemi 1992, Heikkilä ym. 1993). Männyn

latvataitoksilla on sitä suurempi taloudellinen merkitys mitä harvempi ja aukkoisempi taimikko on. Huomattavaa vahinkoa voi aiheutua myös kuoren syömisestä (Heikkilä 1999). Oksien syöminen ei aiheuta yhtä vakavia tappioita; sivuoksien syönti saattaa jopa olla puun laadun kannalta edullista, koska se vähentää rungon tyviosan oksaisuutta (Löyttyniemi ja Lääperi 1988).

Valtakunnan metsien inventoinnit (VMI) ovat tuottaneet tietoa maamme metsävaroista, metsien tilasta sekä metsissä tehdyistä ja tarvittavista toimenpiteistä 1920-luvun alusta lähtien. Metsätuhoihin liittyvää tietoa oli mukana 7. inventoinnissa ja sitä ennen metsien laatuun liittyvänä tietona 3. inventoinnista lähtien. Tuhojen aiheuttajia, niiden ilmiäisua ja vakavuusastetta on arvioitu yksityiskohtaisesti 8. inventoinnista lähtien (Valtakunnan... 1986–1994, Valtakunnan... 1996–2000, Tomppo ym. 1998a, 2001a). Nykyisin valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia lasketaan maastomittausten lisäksi myös satelliittikuvien ja numeeristen karttojen avulla. Monilähdeinventoinnin avulla on mahdollista tuottaa metsävaratiedot pienemmille alueille kuin pelkillä maastomittauksilla (Tomppo ym. 1998b). Luonnonvarasatelliittien havaintolaitteiden spektrin, radiometrin ja alueellinen erotuskyky riittää vain laajojen ja selkeästi erottuvien tuhojen tunnistamiseen (Tomppo ym. 1999e).

Valtakunnan metsien 8. inventoinnin maastotyöt (VMI8) tehtiin vuosina 1986–1994, Etelä-Suomessa 1986–1992 ja Pohjois-Suomessa 1992–1994 (kuva 1). Yhdeksäs inventointi alkoi keuhällä 1996 Pohjois-Savosta. Samana kesänä maastotöitä tehtiin lisäksi Keski-Suomessa. Vuoden 2000 loppuun mennessä oli VMI9:ssa mitattu nykyisen Etelä-Suomen alue. Se kattaa 11,2 milj. hehtaaria koko maan noin 20 milj. metsähehtaaria. Metsätuhojen alat ryhmiteltyinä aiheuttajien, ilmiäisujen ja vakavuusasteen mukaan on esitetty VMI8:n osalta metsävarajulkaisussa Tomppo ym. (2001a), VMI8:n vuoden 1994 päivityksen osalta julkaisussa Tomppo (1998) ja VMI9:iin perustuen metsäkeskuksittain julkaisuissa (Tomppo ym. 1998a, 1999a, 1999b, 1999c, 1999d, 2000, 2001b, Korhonen ym. 2000a, 2000b, 2000c, 2001).

Tässä artikkelissa tarkastellaan hirvieläinten aiheuttamien tuhojen laajuutta ja vakavuusastetta sekä niiden alueellista ja ajallista vaihtelua VMI8:n



Kuva 1. Valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin maastotyövuodet ja raportissa käytetty jako Etelä-Suomeen ja Pohjois-Suomeen.

ja VMI9:n aineistojen perusteella Etelä-Suomessa. Hirvieläimiin luetaan edellä mainitut viisi lajia (hirvi, valkohäntäpeura, metsäpeura, kuusipeura ja kauris). Tavoitteena ei ole ensisijaisesti analysoida tuhoihin vaikuttavia tekijöitä eikä selittää havaittuja tuhojen vaihteluita, vaan saada perustietoa eri tuhojen vaihtelusta mahdollisia jatkotutkimuksia tai tarvittavia toimenpiteitä varten.

Etelä- ja Pohjois-Suomen alueet ovat nykyisen (1.1.1998–) metsäkeskusjaon mukaisia (kuva 1). Muutoksia tarkastellaan alueittain aluejakona Ahvenanmaan maakunta sekä Etelä-Suomen kymmenen metsäkeskusta. Karttamuotoisten tulosten avulla saadaan hallintorajoista riippumatonta paikkaan sidottua tietoa muutoksista.

Tarkastelun kohteena ovat sekä koko metsikkökuviota koskevat tuhot että puukohtaiset tuhot. Yksittäisten puiden tuhot arvioidaan vain koepuina mitatuista puista.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Otanta-asetelmat

VMI on otantapohjainen inventointi, jossa sovelletaan systemaattista ryväotantaa. Mittaukset tehdään koealoilla sekä koealoja tai niiden osia sisältävissä metsiköissä. Koealat on sijoitettu rypäiksi. Yhden rypään koealojen mittaus vastaa keskimäärin yhden mittausryhmän päivän työtä. Kahdeksannessa inventoinnissa rypäiden väli oli koko Etelä-Suomessa sama: itä-länsisuunnassa 7 km ja pohjois-eteläsuunnassa 8 km. Yhdellä rypäällä oli 21 koealaa (Salminen 1993, Salminen ja Salminen 1998). Yksi koeala edusti siten keskimäärin 267 hehtaaria. Etelä-Suomessa mitattiin 45 331 metsätalousmaalla olevaa koealaa.

VMI9:ssa on otantaa tehostettu ja otanta-asetelma sopeutettu VMI8:ia tarkemmin metsäkeskusten toimialueittain maaluokkien jakaumaan ja metsien vaihteluun. Maan eteläosissa koealarypäiden väli oli 6 km × 6 km. Yhdellä rypäällä oli 14 koealaa,

pysyvien koealojen rypäällä 10 koealaa (Tomppo ym. 1999c, 1999d, 2000, 2001b, Korhonen ym. 2000a, 2000b, 2000c). Maan keskiosissa rypäiden väli oli 7 km × 7 km (koealoja rypäällä 18, pysyvällä 14) (Tomppo ym. 1998a, 1999a, 1999b, Korhonen 2001a). Maan eteläosissa koealatiheys oli siten yksi koeala 277 hehtaaria kohti ja keskiosissa yksi koeala 288 hehtaaria kohti. Tässä tutkimuksessa käytetään metsämaalla olevia koealoja, koska tuhoarviot tehdään vain metsämaalla. VMI8:ssa niitä mitattiin 41 627 kappaletta ja VMI9:ssa 39 693 kappaletta.

2.2 Havainnoitavat metsikkötunnukset

Valtakunnan metsien inventoinnin tunnuksat koskevat joko yksittäistä puuta, koealaa tai metsikkökuviota. Osa havainnoista on mittauksia, esimerkiksi puun läpimitta 1,3 metrin korkeudelta. Osa taas on arvioita tai yhteen tai useampaan mittaukseen perustuvia arvioita, esimerkiksi taimikkokuvion taimien määrä ja kehityskelpoisten taimien määrä hehtaaria kohti. Mittaukset ja arviot tehdään koealarypäiden koealojen puista, koealoilta ja niiltä metsikkökuvioilta, joilta on luettu puuta. Metsikkötunnusten ja niiden arvojen avulla lasketaan pinta-aloja sekä jaetaan tarvittaessa inventointialue laskentaosittaisiin pinta-ala- tai tilavuusestimaattien laskentaa varten. Tilavuusestimaatit johdetaan koealojen puiden mittaustiedoista.

Metsikköä koskeva tietue koostuu mm. hallintoa koskevista tiedoista sekä puuntuotannon rajoituksiin, maaperään, puustoon sekä tehtyihin ja ehdotettuihin toimenpiteisiin liittyvistä tiedoista. Tiedot arvioidaan yleensä metsikkökohtaisina tai puujaksokohtaisina ja ne kuvaavat koko metsikköä, jolla koeala tai sen osa sijaitsee, eivätkä pelkästään koealaan sisältyvää osaa. Osa tunnuksista kerätään kuitenkin vain koealan aluetta koskevana.

VMI:ssa metsikkökuvio on homogeeninen alue, jolla kasvupaikkatekijät, puuston rakenne ja ikä sekä tehty ja tarvittavat maanpinnan käsittely-, hoito- ja hakkuutoimet ovat samoja mahdollista pienvaihtelua lukuun ottamatta. Kuviotunnusten mittausta ja arviointi aloitetaan määrittämällä ensin metsikkökuvio, jota tunnuksat koskevat. Myös metsätuhoja koskevat tiedot arvioidaan samalta kuvioilta.

2.2.1 Metsikön puustotunnukset

Metsikön puustotunnukset mukaan lukien tuhot kuvataan pääasiassa puujaksoittain ja muutaman tunnuksen osalta kaikkia jaksoja koskevana. Jaksoa koskevat tunnuksat ovat jakson asema, kehitysluokka, perustamistapa, kehityskelpoisten viljelytaimien osuus kehityskelpoisten taimien runkoluvusta (taimikoissa), puulajisuhteet, runkoluvut (taimikoissa), puuston järeyttä kuvaava tunnus (keskiläpimitta, taimikoissa keskipituus), puuston tekninen laatu (nuorissa ja varttuneissa kasvatusemetsäissä, uudistuskypsissä metsäissä sekä siemen- ja suojuspuumetsäissä), puujakson keski-ikä sekä mahdollisen tuhon ilmiasu, syntyajankohta ja aiheuttaja. Puuston pohjapinta-ala mitataan sekä kaikilta jaksoilta että mahdolliselta toiselta jaksolta erikseen. Myös tuhon aste koskee kaikkia jaksoja ja kuvaa tuhojen yhteisvaikutusta koko metsikkökuvion tuottoon.

Puujaksoluokituksessa erotetaan jaksoina vallitseva jakso, ylispuujakso ja alikasvosjakso. Puujaksolle määritetään kehitysluokka. Hirvituhot kohdistuvat pieniin (pääpuulajin valtapituus korkeintaan 1,3 m) ja varttuneisiin taimikoihin ja joskus nuoriin kasvatusemetsäisiin (valtapuiden läpimitta yli 8 cm, hakkuukertymä pääosin pinotavaraa). Tuhot voidaan myös tunnistaa parhaiten näissä kehitysluokissa, vanhat tuhot esimerkiksi runkojen muotovioista. Metsikön puuston puulajisuhteet kuvataan inventoinnissa puujaksoittain. Puulajiosuudet arvioidaan nuorissa kasvatusemetsäissä ja niitä varttuneemmissa kehitysluokissa tilavuuden perusteella, taimikoissa yleensä kehityskelpoisten taimien runkoluvun perusteella. Jakson pääpuulajin määrittämistä varten ratkaistaan ensin havu- ja lehtipuuston kokonaisuus perusteella jakson havu- tai lehtipuuvaltaisuus. Rajatapauksissa ratkaisee se, kumpaa puulajiryhmää suositetaan metsikön kasvatuksessa. Pääpuulaji on havupuuvaltaisissa jaksoissa osuudeltaan suurin havupuulaji ja lehtipuuvaltaisissa jaksoissa osuudeltaan suurin lehtipuulaji. Metsikön vallitsevan jakson pääpuulaji on samalla koko metsikön vallitseva puulaji. Pääpuulajin ja puulajisuhteiden arviointi on kuvattu tarkemmin VMI:n mittaushjeissa (Valtakunnan... 1996–2000) ja julkaisussa Tomppo ym. (1998a).

2.2.2 Puujakson ja metsikön tuhot

Tuoja kirjataan VMI:ssa metsikkö- ja koepuukoh- taisesti. Metsikön tuhot kuvataan puujaksoittain ja vain metsämaalla. Muuhun kuin vallitsevaan jak- soon kohdistuneet tuhot kirjataan vain, jos jakso on ylispuusto, kehityskelpoinen alikasvos tai tuhon vuoksi kehityskelvoton alikasvos. Samaan jaksoon kohdistuneista tuhoista kirjataan vain merkittävien. Metsikön puujaksosta havainnoitavia tuhotunnuk- sia ovat tuhon ilmiasu, syntyajankohta ja aiheuttaja (Valtakunnan... 1996–2000).

Tuhon ilmiasuja ovat pystykuolleet puut, kaatu- neet tai katkenneet puut, laho, runkovauriot, pihka- vuoto, katkenneet tai kuolleet latvat, latvanvaihdot, runkojen muotoviat, oksatuhot, alalstvusten epänor- maali kuoleminen, neulas-, lehti- tai kasvainkato, neulasten tai lehtien väriviat ja yli-ikäisen metsän monituho. VMI:ssa eriteltäviä tuhoaiheuttajia on yhteensä noin 30, ja niiden mukaan tuhot voidaan jakaa abioottisiin ja bioottisiin sekä ihmisen toimin- nan aiheuttamiin. Abioottisiin tuhoihin kuuluvat tuulen, lumen, pakkasen ja muiden säätekijöiden sekä metsäpalon ja maaperätekijöiden aiheuttamat tuhot. Bioottiset tuhot jaetaan hyönteis- ja sienit- uhoihin sekä selkärankaisten aiheuttamiin tuhoi- hin. Sekä ilmiasujen että aiheuttajien luokituksissa on pieniä eroja VMI8:n ja VMI9:n välillä. Ne eivät kuitenkaan vaikuta tämän julkaisun hirvituhojen tuloksiin ja johtopäätöksiin.

VMI8:ssa tuhot jaettiin syntyajankohdan mukaan korkeintaan 5 vuotta sitten alkaneisiin ja yli 5 vuot- ta sitten alkaneisiin (Valtakunnan... 1986–1994). VMI9:ssa tuhon syntyajankohta luokitetaan tar- kemmin (Valtakunnan ... 1996–2000).

VMI:ssa arvioidaan metsikön metsänhoidollinen tila eli metsikön laatu puuntuotannon näkökulmasta. Kriteerinä on tukkipuun tuotos suhteutettuna kas- vupaikan kasvupotentiaaliin. Tuotosta arvioidaan käyttäen apuna puulajisuhteita, puutavaralajiraken- netta sekä metsänhoitotöiden ajoitusta ja laatua. Metsiköt jaetaan laadun perusteella kehityskelpoi- siin ja vajaatuottoisiin. Subjektiiivisen luokituksen yhtenäisyyttä pyritään kehittämään koulutuksella ja ryhmien maastotöiden vertailulla. Yleisohjeena voi- daan pitää, että metsikkö on vajaatuottoinen, jos sen tuotto on pienempi kuin 60 % hyvän metsänhoidon mukaisen, hoidetun ja tuhoista vapaan metsikön tuo-

tosta. Kehityskelpoiset metsiköt jaetaan laadultaan hyviin, tyydyttäviin ja välttäviin. Luokitukseen vai- kuttaa metsikön tuotto, jota puolestaan arvioidaan puulajin, puuston tiheyden, iän ja puiden tilajär- jestyksen avulla. Taimikoiden ja kasvatusmetsien laatuluokittelussa käytettäviä puuston tiheys- ja puulajivaatimuksia on esitetty mittausohjeissa. Jos metsikön laatu ei ole hyvä, kuvataan laadun alene- misen syy (Valtakunnan... 1996–2000).

Tuhon aste arvioidaan koko metsikköä, siis kaikkia puujaksoja koskevana. Arviossa otetaan huomioon kaikkien tuhojen yhteisvaikutus. Tu- hot luokitellaan lieviin, todettaviin, vakaviin ja täydellisiin. Tuhon asteen arvioinnissa metsikköä verrataan sen tilaan ennen tuhon syntyä kiinnittäen ensisijaisesti huomiota puiden kuolemiseen, kasvun pienenemiseen ja puiden vaurioitumisesta aiheutu- vaan tukkipuutuotoksen vähenemiseen.

- *Lievä tuho* ei ole muuttanut metsikön laatua.
- *Todettava tuho* on alentanut metsikön laatua yhdellä luokalla tai lisännyt jo muutenkin vajaatuottoisen metsän vajaatuottoisuutta. Tuho ei ole muuttanut metsikön kehitysluokkaa, poikkeuksena ylemmän jakson tuhoutuminen taimikoksi kehittyneen ali- kasvoksen päältä.
- *Vakava tuho* on alentanut aiemmin kehityskelpoisen metsikön laatua enemmän kuin yhdellä luokalla tai metsikön kehitysluokka on muuttunut uudistusalaksi. Jo aiemmin vajaatuottoisen metsän vajaatuottoisuus on lisääntynyt olennaisesti.
- *Täydellinen tuho* merkitsee metsikön välitöntä uu- distamistarvetta.

Hirvituhojen tunnistaminen ja arviointi maastossa

Hirvituhojen tunnistaminen riippuu tuhosta kulunees- ta ajasta, tuhon voimakkuudesta ja siitä, mihin koh- taan puuta tuho on kohdistunut. Tuntomerkkejä ovat runkojen katkonta ja latvakasvainten syönte männyn ja koivun taimikoissa talvella, lehtien riivintä lehti- puutaimikossa kesällä sekä hampaanjalkia ja sar- vien hankausjalkia puiden rungoissa. Muita tuhon merkkejä ovat sivuoksien syönte ja tallaamisvauriot nuorimmissa taimikoissa. Vakavimmat hirvien ai- heuttamat tuhot kohdistuvat lehtipuiden ja männyn taimiin, joiden pituus on 1–3 m. Hirvivahingoille on tyypillistä, että ne toistuvat samassa taimikossa

vuosittain. Pahimmassa tapauksessa toistuvat tuhot tekevät taimikosta kehityskelvottoman.

Taimikoiden hirvituhot ovat suhteellisen helposti tunnistettavia. On todennäköistä, että metsikön laatua alentaneita taimikoiden tuhoja ei merkittävästi jää tunnistamatta. Nuorissa kasvatusmetsissä vanhat tuhot voidaan tunnistaa runkojen muotovikoina. Muotovikoja voivat aiheuttaa muutkin tuhot kuin hirvituhot, joten tuhon aiheuttajan tunnistaminen vaikeutuu. Ellei tuhon aiheuttajaa voida varmasti tunnistaa, merkitään aiheuttajaksi tuntematon (Valtakunnan... 1996–2000).

Tuhon astetta arviotaessa otetaan taimikoissa huomioon kehityskelpoisten taimien tuhot. Täysitiheässä mäntytaimikossa voivat esimerkiksi pihlat, haavat ja koivut olla voimakkaasti vaurioituneita ilman, että tuho alentaa metsikön laatua.

Tuhojen keskimääräistä merkitystä taimikoissa voidaan VMI:n tietojen perusteella jossain määrin arvioida tuhopinta-alojen lisäksi myös tarkastelemalla sitä, kuinka suuri osa puista on vaurioitunut. Puiden mittausta ja tuhojen arviointia on tarkasteltu luvussa 2.3 sekä niistä laskettuja tuloksia luvussa 3.6.

2.3 Puumittaukset ja tuhot

Valtakunnan metsien inventoinnin tilavuus- ja kasvuestimaatit perustuvat puiden mittauksiin koealoilla. Koeala on vaihtuvästeinen relaskooppikoeala. VMI9:ssa käytettiin Etelä-Suomessa relaskooppikerrointa 2. Koealalle asetettiin suurin säde (koealan keskipisteen ja puun ytimen välinen etäisyys), joka oli 12,52 m. Se vastaa 35,4 cm:n läpimittaisen puun koealaympyrän sädettä (Tomppo ym. 1998a). VMI8:ssa relaskooppikerroin oli niin ikään 2, mutta koealalla ei ollut maksimisädettä. Maksimisäde muuttaa vain yli 34,5 cm vahvuisten puiden otantatiheyttä eikä vaikuta hirvituhoarvioiden luotettavuuteen.

Puut mitataan metsä- ja kitumaita leikkaavilta koealan osilta kuvioittain. Puina luetaan elävät puut ja käyttökelpoiset kuolleet puut. Kuollutta puuta pidetään käyttökelpoisena, jos sen puuaines kelpaa ainakin polttopuuksi. Käyttökelvottomat puut mitataan lahopuina. Pensaita ei lueta, esimerkiksi pajuista luetaan vain puumaisesti kasvavat raita ja halava.

Puumittauksia tehdään kahdella intensiivisyystasolla. Lukupuista kirjataan puulaji, mitataan rinnankorkeusläpimitta, arvioidaan puuluokka ja latvuserkos. Pysyvillä koealoilla mitataan lisäksi suunta ja etäisyys koealan keskipisteestä puun keskipisteeseen puun tulevaa tunnistusta varten. Joka 7. lukupuuta mitataan koeapuuna. Koeapuista arvioidaan syntytyyppi, mitataan läpimitta 6 metrin korkeudelta (yli 8 metrin pituisista puista), kuoren paksuus, kuivaoksaosuus, elävän latvuksen alaraja, puun pituus (h), katkenneen osan pituus jos puu (haaroittuneella päähaara) on katkennut, viiden vuoden pituuskasvu, inventointikesän pituuskasvu (molemmat vain havupuilla), läpimitan kasvu, rinnankorkeusikä, ikälisäys, tuhoihin liittyvät tunnuksot, harsuuntuminen, mahdollinen puuluokan muutos lukupuun luokkaan nähden (esimerkiksi kairauksessa saadun tiedon tarkentama) ja rungon puutavaralaadut pituuksineen. Lehtipuiden pituuskasvu arvioidaan kirjataan kasvutilakoodi sekä alle 8,1 m:n pituisille puille lisäksi 5 vuoden pituuskasvu arvio (vuodesta 1997 lähtien).

Koepuiden tuhoarviot, ilmiasu, alkamisaika, ja aiheuttaja vastaavat luokituksiltaan metsikkökuvioituhoja lukuun ottamatta kuvioituhojen ilmiasua monituho. Tuhon aste kuvaa puun elinvoiman heikentymistä ja tukkipuun saannon pienenemistä. Havukoepuille arvioidaan lisäksi harsuuntumisaste 5%:n luokissa.

Puukohtaisia hirvituhoja tarkastellaan tässä tutkimuksessa vain varttuneissa taimikoissa, koska sitä pienemmissä kehitysluokissa mitataan vain vähän luku- ja koepuita ja sitä varttuneemmissa kehitysluokissa tuhot ovat ehtineet hävitä tai taimikkovaiheessa sattuneen tuhon aiheuttaja jää usein tuntemattomaksi. Tarkastelua varttuneissa taimikoissakin vaikeuttaa se, että koepuita on suurellakin alueella vähän ja siten niiden avulla estimoitujen runkolukujen arvioiden keskivirheet ovat suuria. Tilastollisesti koepuista estimoidut runkolukuarviot ovat kuitenkin harhattomia ja suurella alueella ja suuressa otoksessa lähestyvät lukupuista johdettuja estimaatteja.

2.4 Pinta-ala- ja runkolukuestimaattien laskenta

VMI:n pinta-alaestimaatit lasketaan niiden metsikkökuvioiden tai maaluokkakuvioiden tiedoista, jotka sisältävät yhden tai useampia VMI-koealojen keskipisteitä. Pinta-alat estimoidaan koealojen keskipisteiden lukumäärien avulla kaavalla

$$a_s = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n y_i} A = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} A \quad (2.1)$$

missä a_s on ositteen s pinta-alaestimaatti, A alueen maapinta-ala Maanmittauslaitoksen tilaston mukaan (Suomen ... 1988), x_i on 1, kun koealan keskipiste kuuluu estimoitavaan ositteeseen ja muulloin 0, y_i on 1, kun koealan keskipiste on maalla ja muulloin 0 sekä n alueen koealojen lukumäärä (Kuusela ja Salminen 1969, Tomppo ym. 1998a, 2001a). Esimerkiksi mäntyvaltaisten taimikoiden osuus metsämaan alasta lasketaan jakamalla mäntyvaltaisiin taimikoihin osuneiden keskipisteiden määrä kaikkien metsämaalle osuneiden keskipisteiden määrällä.

Laskettujen estimaattien keskivirheet arvioitiin Matérnin (1960) esittämällä neliöryhmämenetelmällä. Se ottaa huomioon sekä metsämuuttujiin lähes aina liittyvän spatiaalisen autokorrelaation että usein esiintyvän trendinomaisen alueellisen vaihtelun. Menetelmän soveltamista on kuvattu julkaisuissa Salminen (1973), Ranney (1981) ja Salminen (1985) sekä Tomppo ym. (1998a, 2001a). Huomattakoon, että neliöryhmämenetelmä ei anna luotettavia arvioita pienten pinta-alaestimaattien virheille. Niihin voidaan soveltaa eksakteja menetelmiä. Esimerkiksi metsämaan ositteen pinta-alaestimaatin 0 ha (yhtään koealaa ei ole osunut ositteeseen) yksinkertaiseen satunnaisotantaan perustuvan eksaktin 95,0 % luottamusvälin yläraja on VMI9:ssa Etelä-Suomen alueella 844 ha (kolme kertaa yhden koealan edustama pinta-ala). Pohjois-Savon alueella 95,1 % luottamusvälin vastaava yläraja on 864 ha.

Kahden eri inventoinnin pinta-alaestimaattien erotuksen (esimerkiksi peräkkäisistä inventoinneista laskettujen estimaattien erotuksen) tilastollista merkitsevyyttä voidaan analysoida kummankin estimaatin keskivirheiden avulla. Olettaen, että otokset ovat

toisistaan riippumattomia, on muutoksen keskivirhe erotuksen jäsenten estimaattien keskivirheiden neliöiden summan neliöjuuri (esim. Cochran 1977). Liitetaulukkoissa 3–16 on esitetty VMI8:n ja VMI9:n estimaattien keskivirheet. Niiden avulla voidaan laskea esitetyllä tavalla muutoksen luottamusväliä ja esimerkiksi konservatiivisia rajoja muutoksen tilastolliselle merkitsevyydelle. Esimerkiksi 5 % konservatiivinen raja saadaan likimain muutoksen kaksinkertaisen keskivirheen avulla.

Jos VMI:n tiedoista halutaan arvioida vauriointuneiden puiden lukumääriä hehtaaria kohti, on käytettävä koepuista arvioituja lukumääriä, koska taimikoiden runkolukuarvioissa ei merkitä erikseen tuhoutuneiden tai tuhoutumattomien taimien runkolukuja ja puukohtaiset tuhot merkitään vain koepuille (ei lukupuille). Tämä puolestaan merkitsee sitä, että arvioita voidaan esittää varttuneille taimikoille ja sitä vanhemmille metsiköille, joiden koealoilta luetaan riittävä määrä yli 1,3 metrin pituisia puita ja siten myös koepuita.

Hehtaarikohtainen runkoluku lasketaan relaskooppiotannalla poimitulle puulle i , jonka pohjapinta-ala 1,3 metrin korkeudelta on g_i , kaavalla

$$n_i = \frac{q}{g_i} \quad (2.2a)$$

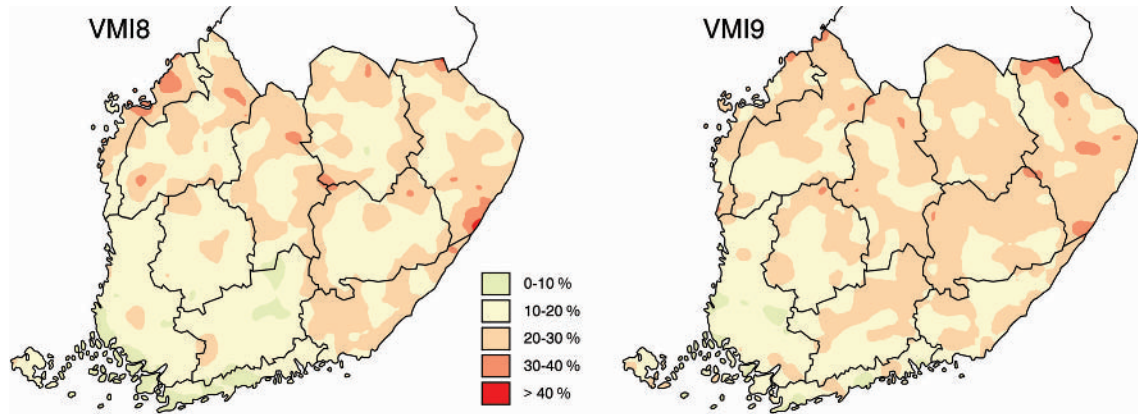
missä q on relaskooppikerroin, $g_i = \pi d_i^2/4$ ja d_i on puun läpimitta 1,3 metrin korkeudelta (m^2) (d_i -läpimittainen puu luetaan ympyrältä, jonka ala on $10000 g_i/q$ (m^2)).

VMI9:ssa Etelä-Suomessa asetettiin puidenlukukoealan säteelle yläraja (12,52 m), jota kauempaa puita ei luettu. Jos puun rinnankorkeusläpimitta oli suurempi kuin suurinta sädetä vastaava läpimitta (35,4 cm relaskooppikerroinella 2), tilavuus- ja runkolukuarvioissa oletetaan puu luetun kiinteäsäteiseltä koealalta, säde 12,52 m. Puun edustama runkoluku hehtaaria kohti oli silloin

$$n_i = \frac{10000}{a} \quad (2.2b)$$

missä a on 12,52 m säteisen ympyrän ala (m^2).

VMI9:ssa puut luetaan yhden millimetrin tarkkuudella. Tätä tarkkuutta käytettiin runkolukulaskennoissa.



Kuva 2. Taimikoiden osuus metsämaasta Etelä-Suomessa VMI8:n ja VMI9:n mukaan.

3 Tulokset

3.1 Hirvieläintuhojen laajuus Etelä-Suomessa VMI8:n ja VMI9:n mukaan

Hirvieläinten aiheuttamat tuhot luetaan VMI:ssä samaan luokkaan riippumatta siitä, mikä hirvieläin tuhon on aiheuttanut. (Ahvenenmaalla metsäkauriin aiheuttamat tuhot erotettiin muiden hirvieläinten aiheuttamista tuhoista VMI9:ssä. Tässä julkaisussa erottelua ei ole tehty.) Hirvieläimet olivat VMI8:ssä sienitautien jälkeen merkittävin tunnistettu tuhoaiheuttaja. Niiden aiheuttamia tuhoja oli Etelä-Suomessa 247 000 hehtaarilla (2,2 % metsämaan alasta) (liitetaulukko 1). Laatua alentaneita hirvieläinten aiheuttamia tuhoja oli 120 000 hehtaarilla (1,1 % metsämaan alasta). Kaikista tuhoista oli hirvieläinten aiheuttamia 7,5 % ja laatua alentaneista tuhoista 8,0 %.

VMI9:ssä hirvieläintuhojen ala oli Etelä-Suomessa 364 000 ha (3,3 % metsämaan alasta) ja metsikön laatua alentaneiden tuhojen ala 190 000 ha (1,7 % metsämaan alasta) (liitetaulukko 2). Hirvieläintuhojen ala oli lisääntynyt 47 % (117 000 ha) ja laatua alentavien hirvieläintuhojen ala 61 % (72 000 ha). Hirvieläintuhojen ala oli lisääntynyt selvästi enemmän kuin kaikkien tuhojen ala keskimäärin. Metsämaan ala Etelä-Suomessa oli maankäytön muutosten seurauksena kasvanut VMI8:n mukaisesta 80 000 ha (0,7 %) (liitetaulukot 1 ja 2).

3.2 Taimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien alat VMI8:ssä ja VMI9:ssä

Edellä todettiin, että hirvieläinten aiheuttamien tuhojen ala oli noussut Etelä-Suomessa VMI8:n ja VMI9:n välillä. Seuraavassa tarkastellaan tuhoalojen muutoksia tarkemmin pienissä ja varttuneissa taimikoissa, joihin tuhot useimmiten kohdistuvat. Koko Etelä-Suomen osalta tarkastellaan tuhoja myös nuorissa kasvatusmetsissä.

Taimikoiden ala oli Etelä-Suomessa noussut VMI8:n ja VMI9:n välillä 240 000 ha (taulukko 1, liitetaulukko 3, kuvat 2a ja 2b). Mäntyvaltaisten taimikoiden ala oli pienentynyt (VMI8:ssä 71 %, VMI9:ssä 57 % taimikoiden alasta), mutta kuusivaltaisten ja erityisesti raudus- sekä hieskoivuvaltaisten taimikoiden alat olivat nousseet. Kuusen ja koivun käyttö viljelymateriaalina oli lisääntynyt VMI8:n ja VMI9:n välillä.

Nuorten kasvatusmetsien ala oli noussut VMI8:n ja VMI9:n välillä 172 000 ha (liitetaulukko 4). Mäntyvaltaisten ja rauduskoivuvaltaisten nuorten kasvatusmetsien alat olivat nousseet, mutta kuusivaltaisten laskenut. Muutokset puulajivaltaisuuksissa eivät olleet yhtä suuria kuin taimikoissa, ja ne olivat osittain päinvastaisen suuntaisia. Muutokset metsityksen puulajivalinnoissa ovat tapahtuneet 1980-luvun lopulla ja 1990-luvulla.

Taulukko 1. Hirvieläinten aiheuttamien tuhojen ala taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Etelä-Suomi.

Metsäkeskus	VMI8		VMI9		VMI8 metsämaa	Pinta-alat (km ²)		
	Laatua alentaneiden tuhojen osuus taimi- koiden alasta (%)	Kaikkien tuhojen osuus taimi- koiden alasta (%)	Laatua alentaneiden tuhojen osuus taimi- koiden alasta (%)	Kaikkien tuhojen osuus taimi- koiden alasta (%)		VMI8 taimikot	VMI9 metsämaa	VMI9 taimikot
Ahvenanmaa	0,0	0,0	22,7	32,9	725	107	617	119
Rannikko								
Etelärannikko	6,0	11,9	9,8	20,6	3777	474	3523	543
Pohjanmaa	3,4	7,7	4,4	8,7	4758	1159	4711	1120
Lounais-Suomi	3,2	8,8	4,0	8,9	10281	1533	10024	1587
Häme-Uusimaa	4,0	8,1	7,5	14,5	9383	1475	9420	1954
Kymi	3,9	8,7	3,8	8,5	7766	1714	7840	1595
Pirkanmaa	5,1	13,3	9,4	19,6	9349	1603	9236	1874
Etelä-Savo	4,4	7,6	7,2	14,4	12019	2409	12263	2938
Etelä-Pohjanmaa	2,5	5,8	2,5	5,5	12430	2565	12740	2801
Keski-Suomi	3,0	6,9	5,4	10,2	13267	2789	13323	2931
Pohjois-Savo	3,2	4,8	7,9	17,0	13167	2792	13092	2963
Pohjois-Karjala	2,8	5,6	7,5	12,1	13990	3048	14909	3630
Yhteensä	3,5	7,4	6,4	12,5	110912	21666	111698	24054

Taulukko 2. Hirvituhon ilmiasu taimikoissa VMI9:n mukaan, koko Etelä-Suomi.

	Kuolleet		Kaatuneet ja katkenneet		Laho		Runkovauriot		Latvatuhot		Oksatuhot		Yhteensä	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Lievä	5,8	0,4	42,3	2,9	0	0,0	32,6	2,2	1233,1	83,8	157,6	10,7	1471,4	100,0
Todettava	18,6	1,5	11,2	0,9	2,8	0,2	21,0	1,7	1121,1	91,7	48,1	3,9	1222,9	100,0
Vakava	17,3	7,5	14,3	6,2	0	0,0	2,9	1,2	196,3	85,1	0	0,0	230,8	100,0
Täydellinen	8,6	13,2	8,5	12,9	0	0,0	0	0,0	48,3	73,9	0	0,0	65,3	100,0
Yhteensä	50,3	1,7	76,3	2,6	2,8	0,1	56,4	1,9	2598,8	86,9	205,8	6,9	2990,4	100,0

3.3 Hirvieläinten aiheuttamat tuhot taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä koko Etelä-Suomessa

Koko Etelä-Suomen metsämaan taimikoissa tunnistettujen hirvieläintuhojen ala oli lisääntynyt tarkastelujaksolla 159 000 ha:sta 299 000 ha:iin ja tuhojen osuus taimikoiden alasta 7,3 %:sta 12 %:iin. Laatua alentaneiden tuhojen ala oli kasvanut 76 000 ha:sta 152 000 ha:iin (3,5 %:sta 6,3 %:iin taimikoiden alasta) (liitetaulukko 3).

Taimikoiden hirvieläintuhoista valtaosa (87 %) ilmeni VMI9:ssa latvatuhoina (taulukko 2). Muita havaittuja ilmiasuja olivat oksatuhot (6,9 %), kaatuneet ja katkenneet puut (2,6 %), runkovauriot (1,9 %) ja kuolleet pystypuut (1,7 %). Latvatuhot olivat yleisin ilmiasu kaikilla tuhon vakavuusasteilla. Lievistä tuhoista oksatuhoja oli 11 %, todettavista 3,9 %. Tätä vakavammissa luokissa oksatuhoja ei ollut lainkaan, täydellisissä tuhoissa ei myöskään runkovaurioita.

Tuhon ilmiasultaan kaatuneita ja katkenneita puita oli vakavista tuhoista 6,2 % ja täydellisistä 13 %, kuolleita pystypuita vakavista tuhoista 7,5 % ja täydellisistä 13 %.

Niiden nuorten kasvatusmetsiköiden ala, joissa tuhon aiheuttajaksi kirjattiin hirvieläin, oli vähentynyt 83 000 ha:sta 61 000 ha:iin ja osuus kehitysluokan alasta 2,3 %:sta 1,6 %:iin (liitetaulukko 4). Laatua alentaneiden tuhojen ala oli laskenut 40 000 ha:sta 37 000 ha:iin eli 1,1 %:sta 1,0 %:iin kehitysluokan alasta. VMI9:ssa havaittuja ilmiasuja olivat latvatuhot (49 % tuhoista), runkovauriot (24 %), kaatuneet ja katkenneet puut (16 %), oksatuhot (8,0 %) ja pystykuolleet puut (2,8 %) (taulukko 3). Hirvituhosta johtuvaa lahoa ei nuorissa kasvatusmetsissä havaittu. Latvatuhot olivat myös nuorissa kasvatusmetsissä kaikilla tuhoasteilla yleisin ilmiasu, osuus oli suurin täydellisissä tuhoissa (68 %). Oksatuhot olivat yleisiä luokassa lievä tuho (15 %). Runkovauriot sekä kaatuneet ja katkenneet puut

Taulukko 3. Hirvituhojen ilmaisu nuorissa kasvatusmetsissä VMI9:n mukaan, koko Etelä-Suomi.

	Kuolleet		Kaatuneet ja katkenneet		Laho		Runkovauriot		Latvatuhot		Oksatuhot		Yhteensä	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Lievä	8,5	3,6	28,6	11,9	0	0,0	71,7	29,9	93,5	39,0	37,2	15,5	239,5	100,0
Todettava	2,8	1,0	51,0	17,6	0	0,0	62,5	21,5	165,7	57,0	8,5	2,9	290,5	100,0
Vakava	2,9	4,2	19,8	29,2	0	0,0	8,6	12,7	33,8	49,8	2,8	4,1	67,9	100,0
Täydellinen	2,8	32,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5,8	67,6	0	0,0	8,6	100,0
Yhteensä	17,0	2,8	99,5	16,4	0	0,0	142,7	23,5	298,8	49,3	48,5	8,0	606,5	100,0

olivat yleisiä kaikilla tuhoasteilla täydellistä tuhoa lukuun ottamatta (täydellisissä tuhoissa osuus nolla). Täydellisissä tuhoissa havaittiin vain latvatuhoja ja pystykuolleita puita, joiden osuus oli 32 %. Tuhot olivat kaikilla puulajeilla (ryhmää ”muut lehtipuut” lukuun ottamatta) luokkaa 1–2 % pinta-alasta, huomattavasti harvinaisempia kuin taimikoissa.

Taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä yhteensä oli hirvieläinten aiheuttamia tuhoja VMI8:ssa 243 000 ha (4,2 % kehitysluokkien alasta) ja VMI9:ssa 360 000 ha (5,9 % kehitysluokkien alasta). Laatua alentaneita tuhoja oli vastaavasti 115 000 ha (2,0 % kehitysluokkien alasta) ja 187 000 ha (3,1 % kehitysluokkien alasta). Hirvieläintuhoja on merkitty jonkin verran myös muihin kehitysluokkiin kuin taimikoihin ja nuoriin kasvatusmetsiin, mutta selvimmin ne ovat havaittavissa taimikoissa.

3.4 Hirvieläinten aiheuttamat taimikotuhot VMI8:n ja VMI9:n mukaan puulajivaltaisuuksittain

Mäntyvaltaisissa taimikoissa hirvituhoja oli VMI8:ssa 146 000 ha ja VMI9:ssa 189 000 ha (liitetaulukko 3). Koska mäntyvaltaisten taimikoiden ala on pienentynyt, on hirvieläintuhoista kärsivien taimikoiden osuus noussut alaa enemmän, 9,5 %:sta 14 %:iin. Laatua alentaneita tuhoja oli VMI8:ssa 4,3 % ja VMI9:ssa 6,6 % mäntytaimikoiden alasta (45 % ja 48 % tuhoalasta).

Raudus- ja hieskoivuvaltaisten taimikoiden alat olivat moninkertaistuneet VMI8:n ja VMI9:n välillä (liitetaulukko 3). Rauduskoivuvaltaisissa taimikoissa tuhojen pinta-ala oli noussut yli 8-kertaiseksi (5 700 ha:sta 49 000 ha:iin) ja osuus rauduskoivu-taimikoiden pinta-alasta kaksinkertaistunut 10 %:sta 21 %:iin. Laatua alentaneiden tuhojen osuus tuhoalasta oli kuitenkin laskenut 72 %:sta 59 %:iin. Hies-

koivuvaltaisissa taimikoissa hirvituhoja oli VMI8:n mukaan 4,3 % pinta-alasta (2 200 ha) ja VMI9:n mukaan 16 % pinta-alasta (19 000 ha). Näistä oli laatua alentaneita VMI8:ssa 86 % (1 900 ha) ja VMI9:ssa 82 % (16 000 ha).

Kuusivaltaisissa taimikoissa hirvituhoja oli VMI8:n mukaan 1,1 % (5 600 ha) ja VMI9:n mukaan 6,1 % pinta-alasta (39 000 ha) (liitetaulukko 3). Kuusivaltaisten taimikoiden tuhoista suurin osa (65 %) oli VMI9:ssa lieviä. VMI8:ssa laatua alentaneita tuhoja oli enemmän (75 % tuhoalasta).

3.5 Taimikoiden hirvituhojen alueittaiset erityispiirteet

Taimikoiden pinta-ala oli VMI8:n ja VMI9:n välillä kasvanut kaikkien metsäkeskusten alueella paitsi Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueella ja Kaakkois-Suomen metsäkeskuksen alueella, joilla taimikot olivat vähentyneet (kuvat 2a ja 2b). Lisäys oli suurin Hämeen-Uudenmaan metsäkeskuksen alueella (33 %).

Mäntyvaltaisten taimikoiden pinta-ala oli vähentynyt eniten Kaakkois-Suomen, Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueella ja kasvanut Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella sekä Etelä-Pohjanmaalla. Muutos oli tilastollisesti merkitsevä vain Kaakkois-Suomen, Pirkanmaan ja Etelä-Savon metsäkeskusten alueella. Sekä VMI8:n että VMI9:n mukaan mäntyvaltaisten taimikoiden osuus kaikista taimikoista oli suurin Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueella (VMI9:ssa 78 %) ja Etelä-Pohjanmaalla (VMI9:ssa 88 %) (liitetaulukot 5–16). Pienin se oli VMI8:ssa Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella sekä Hämeen-Uudenmaan, Pohjois-Savon ja Etelä-Savon metsäkeskusten alueella. Tällä alueella

kuusivaltaisia taimikoita oli suhteellisesti eniten VMI9:ssa mäntytaimikoiden suhteellinen osuus oli pienin Hämeen-Uudenmaan (38 %), Etelä-Savon (42 %) ja Pohjois-Savon (49 %) metsäkeskusten alueella. Kuusivaltaisia taimikoita oli suhteellisesti eniten Hämeen-Uudenmaan, Kaakkois-Suomen, Etelä-Savon ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella, ja niiden pinta-ala oli inventointien välillä lisääntynyt tilastollisesti merkitsevästi Hämeen-Uudenmaan, Pirkanmaan, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueella. Rauduskoivuvallat taimikot olivat lisääntyneet eniten Hämeen-Uudenmaan, Pirkanmaan, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueella. Lisäys oli tilastollisesti merkitsevä kaikkien metsäkeskusten alueella lukuun ottamatta Ahvenanmaata, Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan aluetta ja Etelä-Pohjanmaata.

Tuhojen yleisyydessä ja yleisyyden muutoksissa on suuria alueellisia vaihteluita (taulukko 1, liitetaulukot 5–16). Hirvieläintuhojen osuus taimikoiden pinta-alasta oli inventointien välillä kasvanut tilastollisesti merkitsevästi kaikkien metsäkeskusten alueella Pohjanmaan rannikkoa ja Lounais-Suomen, Kaakkois-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksia lukuun ottamatta (taulukko 1, liitetaulukot 5–16, kuvat 3a, 3b, 4a ja 4b). Lisäys oli suurin Ahvenanmaalla, missä ollaan siirrytty likimain tuhovapaasta tilanteesta Etelä-Suomen pahimpiin hirvieläintuhoihin, mutta tuhot olivat lisääntyneet keskimääräistä huomattavasti enemmän myös Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella ja Hämeen-Uudenmaan, Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueella.

VMI8:n mukaan suhteellisesti runsaimmat hirvieläintuhot olivat Pirkanmaan metsäkeskuksen alueella (13 % taimikoista). Laatua alentaneiden tuhojen osuus tuhoalasta oli siellä kuitenkin keskimääräistä pienempi (38 %). Keskimääräistä yleisemmin tuhoja esiintyi myös Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueen taimikoissa. Ahvenanmaalla ei havaittu lainkaan hirvieläintuhoja. Myös Pohjois-Savossa tuhoja oli keskimääräistä vähemmän, mutta laatua alentaneitten tuhojen osuus tuhopinta-alasta oli Etelä-Suomen suurin (67 %). Laatua alentaneiden tuhojen osuus tuhoalasta oli pienin (37 %) Lounais-Suomessa.

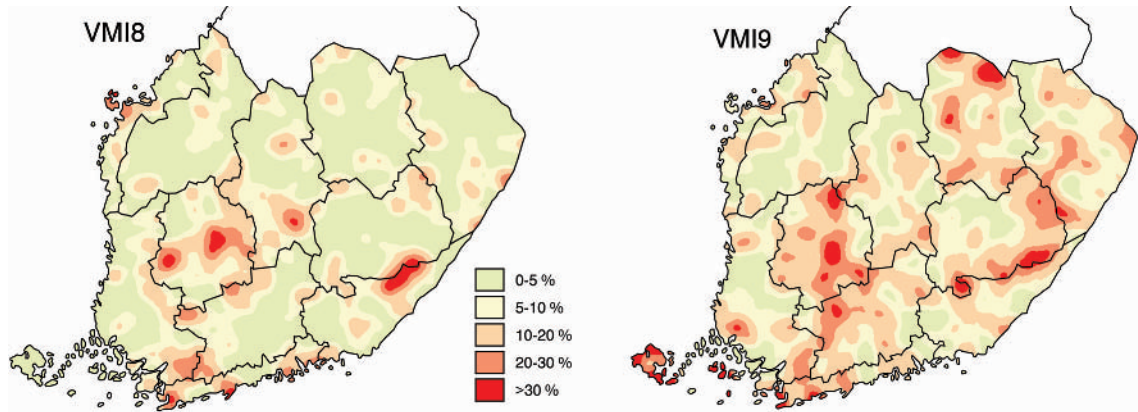
VMI9:n mukaan hirvieläintuhot olivat suh-

teellisesti yleisimpiä Ahvenanmaan taimikoissa, joista 33 % kärsi tuhoista. Eniten tuhoja esiintyi rauduskoivutaimikoissa, joista 42 % kärsi hirvieläintuhoista. Tuhot olivat myös keskimääräistä vakavampia: laatua alentaneita tuhoja oli tuhoista 69 %. Tuhoja oli keskimääräistä selvästi enemmän myös Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueella sekä Pirkanmaalla ja Pohjois-Savossa. Laatua alentaneiden tuhojen osuus kaikista tuhoista oli keskimääräistä suurempi Ahvenanmaan lisäksi myös Pohjois-Karjalassa (62 %). Laajimpien tuhojen alue ulottui Etelärannikon länsiosista Lounais-Suomen itäosien ja Hämeen-Uudenmaan länsiosien kautta Pirkanmaalle (kuva 3b). Muita keskittymiä oli Kaakkois-Suomen ja Etelä-Savon sekä Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan raja-alueilla sekä monin paikoin Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa. Nämä alueet olivat Pohjois-Savoa lukuun ottamatta jo VMI8:ssa laajimpien tuhojen alueita (kuva 3a).

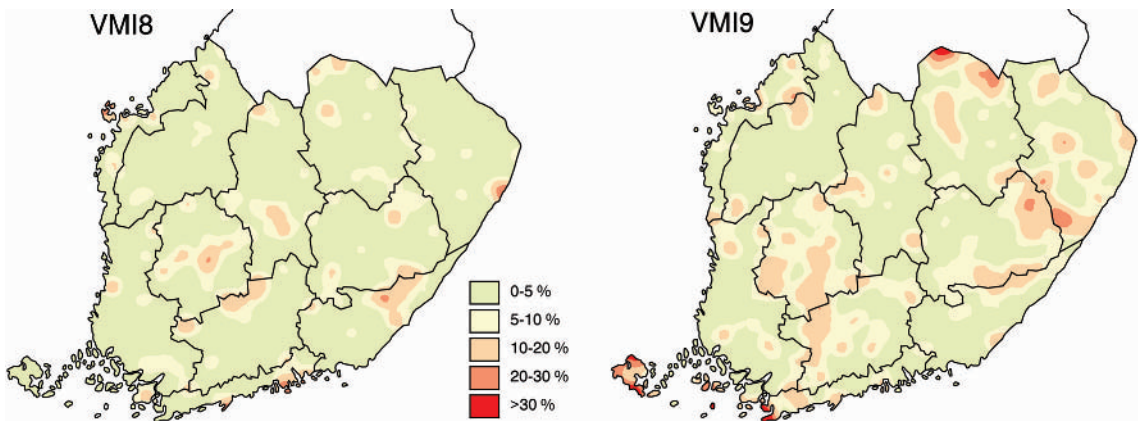
Laatua alentaneiden hirvieläintuhojen osuudet taimikoiden alasta olivat yleensä suurimpia siellä, missä myös hirvieläinten aiheuttamat tuhot yhteensä olivat yleisimpiä (kuvat 4a ja 4b vrt. kuvat 3a ja 3b). Keskimääräistä suurempi laatua alentaneiden tuhojen osuus oli Ahvenanmaalla, Etelärannikon ja Hämeen-Uudenmaan alueella sekä Pirkanmaalla, Etelä-Savossa, Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa ja vaihteli näillä alueilla 7 ja 10 %:n välillä (Ahvenanmaalla 23 %) (taulukko 1, liitetaulukot 5–16). Lisäys VMI8:iin verrattuna oli suurin näillä alueilla ja kaikkein suurin Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa. Metsäkeskusten sisäinen vaihtelu on kuitenkin huomattavaa. Keskimääräistä vähemmän laatua alentaneita tuhoja oli VMI9:n mukaan Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueella sekä Lounais-Suomen, Kaakkois-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan ja jonkin verran myös Keski-Suomen metsäkeskusten alueella.

3.6 Vaurioituneiden puiden osuudet varttuneissa taimikoissa

Varttuneissa taimikoissa mitattiin VMI9:ssa koko Etelä-Suomen alueella 3431 koepuuta, joista mäntyjä oli 1410, kuusia 761, rauduskoivuja 228, hieskoivuja 620, haapoja 95 ja muiden puulajien puita 317. Näistä sekä lukupuista estimoidut keski-



Kuva 3. Hirvieläintuhojen osuus taimikoiden pinta-alasta Etelä-Suomessa VMI8:n ja VMI9:n mukaan.



Kuva 4. Laatu alentaneiden hirvieläintuhojen osuus taimikoiden pinta-alasta Etelä-Suomessa VMI8:n ja VMI9:n mukaan.

määräiset hehtaarikohtaiset runkoluvut on esitetty liitetaulukossa 17.

Niissä varttuneissa taimikoissa, joissa havaittiin hirvieläinten aiheuttamia tuhoja, mitattiin yhteensä 457 koepuuta ja niissä varttuneissa taimikoissa, joissa mainittu tuho oli alentanut metsikön laatua, 251 koepuuta. Hirvieläinten koepuille aiheuttamat tuhot luokitettiin VMI:n koepuuarviointien perusteella kolmeen luokkaan: 1) ei hirvieläinten aiheuttamaa tuhoa, 2) tuho oli havaittu, mutta se ei ollut alentanut tulevaa tukkipuusaantoa eikä heikentänyt puun elinvoimaa, 3) tuho oli alentanut ainakin tukkipuusaantoa (Valtakunnan ... 1986–2000).

Kaikista varttuneiden taimikoiden rungoista arvioitiin jonkinasteinen hirvieläimen aiheuttama tuho olevan noin 4%:lla puista (liitetaulukko 18). Männyillä osuus oli 5% ja rauduskoivuilla 4%. Vaurioituneiden puiden osuus nousee tietenkin, kun tarkastellaan vain niitä varttuneita taimikoita, joihin oli merkitty hirvieläimen aiheuttama tuho. Näissä metsiköissä kaikista rungoista keskimäärin 13%:lla arvioitiin olevan jonkinasteinen hirvieläinten aiheuttama tuho. Männyistä osuus oli 23% (19%:lla vähintään tukkipuusaanto oli alentunut) ja rauduskoivuista 19% (liitetaulukko 19). Niissä taimikoissa, joissa tuho oli alentanut metsikön metsänhoidollista

laatua ja joissa tärkein tuhon aiheuttaja oli hirvieläin, arvioitiin 20 %:lla rungoista olevan jonkinasteista hirvieläimen aiheuttamaa tuhoa (liitetaulukko 20). Männyistä osuus oli 36 % (32 %:lla vähintään tukkipuusaanto oli alentunut), rauduskoivuista peräti 71 % ja haavoista 98 %.

Kun nämä tulokset yhdistetään pinta-alatietoihin, voidaan todeta, että 250 000 ha:lla Etelä-Suomen varttuneita taimikoita keskimäärin 19 % männyistä, 19 % rauduskoivuista ja 69 % haavoista oli hirvien vaurioittamia siten, että tukkipuun saanto oli alentunut. Tästä alasta 128 000 ha oli sellaista, missä metsikön laatu oli alentunut. Tällä alalla männyistä keskimäärin 31 %:lla, rauduskoivuista 71 %:lla ja haavoista 98 %:lla tulevan tukkipuun saannon arviointiin alentuneen hirvituhojen vuoksi.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Hirvituhojen arviointi VMI:ssa

VMI:ssa arvioitavaan metsikön laatuun vaikuttavat tehtyjen tai tekemättä jätettyjen metsänhoito- tai hakkuutoimien, ja sitä kautta puuston määrän, sijoittumisen ja rakenteen lisäksi mahdolliset tuhot. Tuho aiheuttaman rahallisen menetyksen arviointi on vaikea tehtävä varsinkin, kun tavoitteena on arvioida tuhon vaikutusta metsikön kiertoajan loppuun. Menetykset voi olla kasvun alenemista, puutavaran laadun heikkenemistä tai metsittämissä kustannuksia. Joissakin tapauksissa tuhoutuneet puut voivat korvautua luontaisesti uusilla puilla. Menetykset voi muodostua edellä mainittujen lisäksi viivästyneistä tuotoista.

Tuhoasteen arvioinnissa metsikköä verrataan sen tilaan ennen tuhon syntyä kiinnittäen ensisijaisesti huomiota puiden kuolemiseen, kasvun pienenemiseen ja puiden vaurioitumisesta aiheutuvaan tukkipuutuotoksen vähenemiseen. Hirvituhojen vaikutuksesta koko metsikön kiertoajan tuottoon ja siten tuhon todelliseen vakavuusasteeseen on vähän tutkimuksia. Tutkimukset koskevat yleensä taimikoita eivätkä metsikön myöhempää kehitystä (Heikkilä 1993 ja 2000a, Heikkilä ja Löyttyniemi 1992, Heikkilä ym. 1993). Julkaisussa Heikkilä (1997) on tarkastelu kansainvälisiä tutkimuksia hirvituhojen vai-

kutuksesta metsikön puuston kehitykseen ja metsäekosysteemiin. Niistä ei saada kuitenkaan suoraan käyttökelpoista tietoa Suomen oloihin. Hirvituhojen vakavuusasteen arviointi VMI:ssa perustuu tuhoutuneiden taimien määrään ja siihen, mihin kohtaan puuta tuho on kohdistunut. Näiden tekijöiden avulla arvioidaan tuhon vaikutusta metsikön tulevaan tuottoon. Maastoarviointia yhtenäistetään maastoryhmien vuotuisilla koulutuksilla ja mittauksilla. Silti vakavuusasteen arviointi on vaikea tehtävä ja altis virheille. Jatkossa VMI:n pysyvät koalat antavat tuhojen taloudellisista vaikutuksista tietoa, jonka avulla voidaan jälkikäteen arvioida tuholuokitusten onnistumista ja ottaa se huomioon uusissa arvioissa. Tieto kertyy kuitenkin hitaasti.

Hirvituhojen osalta arviointiperusteet eivät ole muuttuneet VMI8:n ja VMI9:n välillä. VMI9:ssä hyväksytään kuitenkin VMI8:ia useammin hieskoivu kehityskelpoiseksi puulajiksi korvaavana puulajina tuoreilla ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla (Tomppo ym. 1998a). Tuloksia tarkasteltaessa on myös huomattava, että mikäli kuviolla on useita tuhoja (tai tuhon ilmiäisiä), VMI:n tuholuokituksessa otetaan huomioon vain metsikön tuoton kannalta merkittävin tuho. Mahdollisten useiden tuhojen merkitystä ei voida aineiston perusteella erotella. Näin ollen on mahdollista, että tuhoja voi jäädä kirjaamatta hirvieläinten aiheuttamiksi sen vuoksi, että samassa metsikössä on toinen, metsikön tuottoa vielä enemmän alentava tuho, ja toisaalta osa hirvieläintuhoista saattaa kirjautua todellista voimakkaampina, jos pääasiallisesti hirvieläimen aiheuttamaa tuhoa voimistaa entisestään jokin muu tuho. Kuviokohtaisessa tuhoarvioinnissa tuhojen kohdistumista eri puulajeille ei voida eritellä; esimerkiksi kuusivaltaisen taimikon hirvieläintuhoista osa voi kohdistua sivupuulajina esiintyvään rauduskoivuun. Laatu alentanut tuho on kuitenkin usein kohdistunut myös metsikön pääpuulajiin.

4.2 Hirvituhojen merkitys

VMI9:ssä hirvieläintuhojen ala oli Etelä-Suomessa 364 000 ha (3,3 % metsämaan alasta) ja metsikön laatu alentaneiden tuhojen ala 190 000 ha (1,7 % metsämaan alasta) (liitetaulukko 4). Hirvieläintuhojen ala oli lisääntynyt Etelä-Suomessa VMI8:n

ja VMI9:n välillä 47 % (117 000 ha) ja laatua alentaneiden hirvieläintuhojen ala 61 % (72 000 ha). Hirvieläintuhojen ala oli kasvanut selvästi enemmän kuin kaikkien tuhojen ala keskimäärin. Otantavirhe huomioon ottaen muutokset poikkeavat nolasta tilastollisesti merkitsevästi 5 % riskitasolla (vrt. liitetaulukot 3 ja 4). Samaan aikaan metsämaan ala Etelä-Suomessa oli maankäytön muutosten seurauksena kasvanut jonkin verran (79 000 ha). Tämän muutoksen keskivirhe on 69 000 ha, eikä muutoksen estimaatti poikkea nolasta tilastollisesti merkitsevästi 5 % riskitasolla. Taimikoiden pinta-ala oli noussut jonkin verran VMI8:n ja VMI9:n välillä Etelä-Suomessa. Mäntyvaltaisten taimikoiden ala oli laskenut, mutta kuusi- ja koivuvaltaisten taimikoiden alat olivat nousseet huomattavasti. Taimikoiden pinta-alojen muutokset koko Etelä-Suomen alueella olivat tilastollisesti merkitseviä (alle 5 %:n riskitasolla) myös puulajivaltaisuusittain (liitetaulukko 3). Taimikoiden pinta-ala oli VMI8:n ja VMI9:n välillä kasvanut kaikkien metsäkeskusten alueella paitsi Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueella ja Kaakkois-Suomen metsäkeskuksen alueella, joilla taimikot olivat vähentyneet. Inventointien välinen ero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) vain Hämeen-Uudenmaan, Pirkanmaan, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueella.

Myös hirvieläinten aiheuttamien taimikkotuhojen osuus taimikoiden alasta on keskimäärin noussut. Sekä VMI8:ssa että VMI9:ssa noin puolella tuhojen alasta tuhojen ei katsottu alentaneen metsikön metsähoidollista tilaa eli metsikön tuottoa, kun tuotto arvioidaan metsikön kiertoaajan loppuun. Laatua alentaneiden tuhojen ala oli taimikoissa noussut 76 000 ha:sta 152 000 ha:iin ja osuus taimikoiden alasta 3,5 %:sta 6,4 %:iin. Erityisesti mäntyvaltaisissa taimikoissa laatua alentaneiden tuhojen osuus oli noussut selvästi ja koivuvaltaisissa taimikoissa jonkin verran. Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot kohdistuvat useimmiten pieniin tai varttuneisiin taimikoihin. Hirvieläinten aiheuttamien tuhojen yleisyys vaihteli kuitenkin alueittain voimakkaasti. Paikoitellen sekä tuhojen ala että tuhojen osuus taimikoiden alasta olivat jopa laskeneet.

Taimikoiden hirvieläintuhoista valtaosa ilmenee VMI9:ssa latvatuhoina. Mikäli kuviolla on useita tuhon ilmiäisiä, VMI:n tuholuokituksessa

otetaan huomioon vain metsikön tuoton kannalta merkittävin ilmiäisiä. Latvatuho aiheuttaa huomattavia laatutappioita (Heikkilä ja Löyttyniemi 1992, Heikkilä ym. 1993) ja tulee siksi esiintyessään usein merkityksi ilmiäisiksi. Lievien tuhojen luokassa myös oksatuhot olivat usein merkittävin ilmiäisiä, kun taas vakavien ja täydellisten tuhojen luokassa kaatuneiden ja katkenneiden puiden sekä kuolleiden pystypuiden osuus ilmiäisistä kasvoi.

Nuorten kasvatusmetsien pinta-alamuutokset puulajivaltaisuusittain eivät ole yhtä suuria kuin taimikoiden ja ne ovat osittain päinvastaisen suuntaisia. Myös nämä muutokset ovat tilastollisesti merkitseviä (alle 5 %:n riskitasolla). Nuorissa kasvatusmetsissä tunnistettiin hirvieläintuhoja sekä absoluuttisesti että suhteellisesti selvästi vähemmän kuin taimikoissa. Latvatuhot olivat yleisin ilmiäisiä myös nuorissa kasvatusmetsissä VMI9:ssa havaituissa hirvituhossa. Yleisiä olivat myös runkovauriot, jotka taimikoissa olivat harvinaisia. Taimikkovaiheessa puun latvaan syntynyt vaurio muuttuu puun kasvaessa runkoviaksi, ja lisäksi hirvieläimet saattavat aiheuttaa runkovaurioita kaluamalla kuorta tai sarvilla hankaamalla (Löyttyniemi ja Lääperi 1988). Kuten taimikoissa, oksatuhot olivat yleisiä lievissä tuhoissa ja kuolleet pystypuut täydellisissä tuhoissa. On kuitenkin huomattava, että tässä ja varsinkin varttuneemmissa kehitysluokissa ei mahdollista taimikkovaiheen tuhon aiheuttajaa enää useinkaan tunnisteta. Osa taimikkovaiheessa syntyneistä ja runkoviaksi tai lahoksi muuttuneista vaurioista jäi todennäköisesti tunnistamatta hirvieläinten aiheuttamiksi (lahovioista ei varmuudella hirvieläinten aiheuttamiksi voitu tunnistaa yhtään). VMI8:n ja VMI9:n tulokset ovat kuitenkin tältä osin vertailukelpoisia.

VMI:ssä mitattujen koepuiden avulla arvioitiin, kuinka suuri osa varttuneiden taimikoiden rungoista oli hirvieläinten vaurioittamia. PPS-otantaan perustuvassa runkojen mittauksessa pieniläpimittaisia puita mitataan suhteellisen vähän ja estimaattien virheet ovat suuria. Estimaatit antavat kuitenkin karkean kuvan vaurioituneiden runkojen osuuksista. Kaikista varttuneiden taimikoiden rungoista jonkin asteinen hirvieläimen aiheuttama tuhon arvioitiin olevan noin 6 %:lla puista. Männyillä osuus oli 8 % ja rauduskoivuilla 7 %. Vaurioituneiden puiden osuus nousi noin viidennekseen, kun tarkasteltiin vain taimikoita, joissa oli merkitty hirvituhon ja noin

kolmannekseen, kun tarkastellaan vain niitä varttuneita taimikoita, joissa hirvieläimen aiheuttama tuho oli alentanut metsikön metsänhoidollista laatua.

Koepuiden määrä on pieni varttuneiden taimikoiden keskimääräisten runkolukujen ja erityisesti vaurioituneiden puiden runkolukujen estimointiin. Niiden avulla voidaan kuitenkin edellä esitetyin varauksin karkeasti arvioida, kuinka suuri osuus rungoista on vaurioitunut. Otantavirheiden vuoksi koepuiden avulla saadut estimaatit poikkeavat lukupuiden avulla saaduista. Lukupuiden avulla estimoitujen runkolukujen otantavirheet ovat pienempiä, mutta lukupuille ei kirjata VMI:ssa tuhoja. Suurimmat erot tulevat 0–2 cm läpimittaisista puista ja tässä luokassa muista lehtipuista kuin raudus- tai hieskoivusta tai haavasta, lähinnä pihlajasta. On huomattava, että runkolokuarvioinnissa on käytetty hyväksi läpimitan kirjattua mittaustarkkuutta eli 1 mm. Koepuiden ja lukupuiden avulla saatujen runkolukujen estimaattien ero pienenee läpimitan kasvaessa, koska otokseen tulevien havaintojen määrä nousee ja pienillä läpimitoilla pienikin ero havaintojen määrässä vaikuttaa voimakkaasti runkoluvun estimaatin arvoon. Alle 2 cm läpimittaisten pihlajien taloudellinen merkitys on vähäinen, joten estimaattien ero ei vaikuta merkittävästi arvioitaessa tuhojen taloudellisia vaikutuksia.

4.3 Hirvikannan vaikutus

Alueellisten erojen tulkintaa vaikeuttaa se, että Etelä-Suomen VMI9:n ensimmäisen vuoden (1996) ja viimeisen vuoden (2000) välillä hirvikanta on lähes koko Etelä-Suomen alueella kasvanut erittäin voimakkaasti (Nygrén ym. 2000). Vuoden 1996 Keski-Suomen tulokset ja vuosien 1999–2000 Etelä-Savon tulokset eivät näin ole suoraan vertailukelpoisia keskenään. Yhden kesän inventoinnissa havaitut tuhot ovat lisäksi syntyneet usean vuoden aikana, ja hirvikannan koon muuttuessa nopeasti on vaikea arvioida kannan tiheyden vaikutusta havaittuihin tuhoihin. Hirvikantojen tiheysarvioissa alueina käytetään riistanhoitopiirejä, joiden aluejako ei ole täysin identtinen metsäkeskusjaon kanssa. Molemmat aluejaot ovat kuitenkin hirvien esiintymisen kannalta täysin keinotekoisia, ja vaihtelua esiintyy enemmän metsäkeskusalueitten sisällä kuin niiden

välillä.

Hirven talvikantojen arvioidut tiheydet riistanhoitopiireissä eivät ainakaan täysin selitä tuhoista kärsivien taimikoiden osuuden vaihtelua metsäkeskusten välillä. Esimerkiksi kesällä 1996 inventoitujen Pohjois-Savon ja Keski-Suomen hirvitiheydet inventointia edeltävinä talvina (Nygrén 1998) olivat niin maa-alaa, metsämaan alaa, kaikkien taimikoiden alaa kuin mänty- ja koivutaimikoiden alaa kuin samankaltaisia, mutta inventoinnin mukaan hirvituhot olivat Pohjois-Savossa huomattavasti laajempia kuin Keski-Suomessa. Osasyynä lienevät 1990-luvun vaihtelevat arviot hirvikannan suuruudesta (esim. Nygrén 1998, Heikkilä 1999, Hirvivahinkotyöryhmä... 2000, Nygrén ym. 2000). Suuri vaihtelu ja epävarmuus hirvikannan todellisesta koosta kunakin vuonna vaikeuttavat alueittaisten erojen syiden arviointia. Manner-Suomen pahimmista tuhoista kärsivät Etelärannikko ja Pirkanmaa ovat kuitenkin myös tiheimmän hirvikannan aluetta, ja toisaalta Etelä-Pohjanmaan, missä tuhoja havaittiin vähiten, hirvikannat olivat inventointia edeltävinä vuosina jatkuvasti laskeneet ja olivat varsin alhaisella tasolla (Nygrén ym. 2000). Pohjois-Savon hirvikanta-arviot olivat samaa tasoa Etelä-Pohjanmaan kanssa (Nygrén 1998), mutta tuhoja havaittiin Pohjois-Savossa silti keskimäärin Etelä-Suomea enemmän. Kannan tiheysarvioissa eivät ole mukana muut hirvieläimet, jotka varsinkin maan lounais- ja eteläosissa lisäävät laituimiin kohdistuvaa painetta. Ahvenanmaalla tuhojen kasvuun lieenee vaikuttanut lähinnä voimakkaasti kasvanut kauriskanta.

Hirvieläinten aiheuttamien tuhojen kokonaisvaikutusta metsätalouteen ei voida arvioida pelkästään esitettyjen pinta-ala- ja puukohtaisten tuhotulosten avulla. Hirvituhoille alttiilla alueilla otetaan metsityksen puulajivalinnassa huomioon hirvituhoriski ja käytetään mahdollisesti korkeimman tuoton antavan puulajin, esimerkiksi rauduskoivun, asemesta kuusta tai muuta hirvituhoille vähemmän riskialtista puulajia.

Kiitokset

Tämä tutkimus sai alkunsa Maa- ja metsätalousministeriön vuonna 1999 asettaman Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n työstä. Tutkimus perustuu valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin aineistoihin. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja arvokkaita parannusehdotuksia tehneet MMT Risto Heikkilä, MH Antti Ihalainen, MMM Tarja Tuomainen sekä yksi nimetön tarkastaja. Esitämme kaikille tutkimukseen myötävaikuttaneille parhaimmat kiitoksemme.

Kirjallisuus

- Bergström, R. & Danell, K. 1987. Effects of simulated winter browsing by moose on morphology and biomass of two birch species. *Journal of Ecology* 75: 533–544.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*, third edition. John Wiley & Sons. New York. Santa Barbara, London, Sydney, Toronto.
- Edenius, L. 1991. The effect of resource depletion on the feeding behaviour of a browser: winter foraging by moose on Scots pine. *Journal of Applied Ecology* 28: 318–328.
- Heikkilä, R. 1991. Moose browsing in Scots pine plantation mixed with deciduous tree species. *Acta Forestalia Fennica* 224. 13 s.
- 1993. Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa. *Folia Forestalia* 815. 18 s.
- 1997. Hirvieläinten vaikutus metsiköiden kehitykseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/1997: 63–72.
- 1999. Hirvien hakamaat. *Metsälehti* kustannus, Jyväskylä. 147 s.
- 2000a. Männyn istutustaimikoiden metsänhoidollinen tila hirvivahingon jälkeen Etelä-Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 259–267.
- 2000b. Hirvitalous uusien järjestelyjen edessä. *Maa-seudun Tulevaisuus* 12.2.2000.
- & Löyttyniemi, K. 1992. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage. *Silva Fennica* 26(1): 19–26.
- , Lilja, A. & Härkönen, S. 1993. Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen. *Folia Forestalia* 809. 10 s.
- Helle, P., Wikman, M., Helle, E., Belkin, V., Bljudnik, L. & Danilov, P. 1997. Riistakolmioiden talvilaskenta Suomessa ja Venäjän Karjalan lumilinjälaskennat 1997. Riistantutkimuksen tiedote 147.
- Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio. Työryhmämuistio MMM 2000:11. Maa- ja Metsätalousministeriö.
- Jalkanen, A. 2001. The probability of moose damage at the stand level in southern Finland. *Silva Fennica* 35(2): 159–168.
- Korhonen, K.T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A. & Tonteri, T. 2000a. Lounais-Suomen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1965–98. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/2000: 337–411.
- , Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A. & Tonteri, T. 2000b. Hämeen-Uudenmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1965–99. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/2000: 489–566.
- , Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2000c. Pirkanmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1965–99. *Metsätieteen aikakauskirja* 4B/2000: 661–739.
- , Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2001. Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966–2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/2001: 495–576.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1969. The 5th National Inventory in Finland. General design, instructions for field work and data processing. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 69(4): 1–72.
- Löyttyniemi, K. 1983. Männyn taimien kehitys latvan katkeamisen jälkeen. *Folia Forestalia* 560. 11 s.
- & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Helsingin yliopisto. Maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Julkaisuja 13. 56 s.
- Matérn, B. 1960. Spatial variation. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 49(5). 144 s.
- Nygrén, T. 1998. Voimistunut hirvikanta tuottavampi kuin koskaan – taustalla muutokset lainsäädännössä, menettelytavoissa sekä tavoitteissa. Riistantutkimuksen tiedote 154.
- , Tykkyläinen, R. & Wallén, M. 2000. Syksyn suurjahdin kohteena erittäin tuottava, nopeasti kasvanut hirvikanta. Riistantutkimuksen tiedote 168.
- Orava, R. 2000. Myös säädösmuutoksia tarvitaan: Metsäkauriin kannanhoito uusi haaste metsästäjille. *Metsästäjä* 4: 30–31.
- Peltola, I. 2001. Metsäpeura Life -projekti saavutti tavoitteensa. *Metsästäjä* 4: 24–26.

- Ranneby, B. 1981. Medelfelsformer till skattningar baserade på material från den 5:e riksskogstaxeringen. Abstract: Estimation of standard errors in systematic sampling. Swedish University of Agricultural Sciences, Section of Forest Biometry. Report 21. 19 s.
- Salminen, S. 1973. Tulosten luotettavuus ja karttatulostus valtakunnan metsien V inventoinnissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(6): 64 s.
- 1985. Metsien inventointimenetelmän tilastomateriaattinen perusta. Metsien inventoinnin tilastolliset menetelmät. *Silva Fennica* 19: 226–232.
- 1993. Eteläisimmän Suomen metsävarat 1986–1988. *Folia Forestalia* 825. 111 s.
- & Salminen, O. 1998. Metsävarat keskeisessä Suomessa 1988–1992 sekä koko Etelä-Suomessa 1986–1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 710. 137 s.
- Suomen pinta-alat kunnittain. 1998. Maanmittauslaitos, Kiinteistötietokeskus. Moniste. 11 s. ISSN 0789-8649. <http://www.maanmittauslaitos.fi/inc/>.
- Tomppo, E. 1998. Metsävarat vuosina 1989–1994 ja niiden muutokset vuodesta 1951 lähtien. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.). Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 9–24.
- , Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J., Ihalainen, A., Mikkilä, H., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 1998a. Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1968–97. Julkaisussa: Etelä-Pohjanmaa. Metsävarat 1968–97, hakkuumahdollisuudet 1997–2026. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2B/1998: 293–374.
- , Katila, M., Moilanen, J., Mäkelä, H. & Peräsaari, J. 1998b. Kunnittaiset metsävaratiedot 1990–94. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 4B/1998: 619–839.
- , Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J. & Tuomainen, T. 1999a. Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967–96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1999: 389–462.
- , Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Ihalainen, A., Heikkinen, J. & Tuomainen, T. 1999b. Keski-Suomen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967–96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1999:309–387.
- , Korhonen, K.T., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Heikkinen, J. 1999c. Kymen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1966–98. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/1999:603–681.
- , Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Tonteri, T., Heikkinen, J. & Henttonen, H. 1999d. Ålands skogar och deras utveckling 1963–1997. *Metsätieteen aikakauskirja* 4B/1999:785–849.
- , Pekkarinen, A., Kankaanhuhta, V., Mäkisara, K. & Henttonen, H. 1999e. Airborne imaging spectrometer (AISA) in forest inventory and forest health monitoring. Julkaisussa: Raitio, H. & Kilponen, T. (toim.). Forest condition monitoring in Finland. National report 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743: 140–147.
- , Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Tonteri, T., Heikkinen, J. & Henttonen, H. 2000. Skogstillgångarna inom Kustens skogscentral och deras utveckling 1965–98. *Metsätieteen aikakauskirja* 1B/2000: 83–232.
- , Henttonen, H. & Tuomainen, T. 2001a. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin menetelmä ja tulokset metsäkeskuksittain Pohjois-Suomessa 1992–94 sekä tulokset Etelä-Suomessa 1986–92 ja koko maassa 1986–94. *Metsätieteen aikakauskirja* 1B/2001: 99–248.
- , Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2001b. Etelä-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966–2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/2001: 309–388.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi (VMI8). Maastotyön ohjeet vuosilta 1986–1994. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. Monisteet.
- Valtakunnan metsien 9. inventointi (VMI9). Maastotyön ohjeet vuosilta 1996–2000. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. Monisteet.
- Vikberg, P. 2000. Valkohäntäpeuraasalis hieman yli 12 600 eläintä. *Metsästäjä* 2: 42–43.

46 viitettä

Liitetaulukot

- Liitetaulukko 1. Metsiköiden tuhot tuhonaiheuttajan mukaan, VMI8 Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 2. Metsiköiden tuhot tuhonaiheuttajan mukaan, VMI9 Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 3. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, koko Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 4. Hirvituhot nuorissa kasvatusmetsissä VMI8:n ja VMI9:n mukaan, koko Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 5. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Ahvenanmaa.
- Liitetaulukko 6. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Etelärannikko.
- Liitetaulukko 7. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Pohjanmaan rannikko.
- Liitetaulukko 8. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Lounais-Suomi.
- Liitetaulukko 9. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Häme-Uusimaa.
- Liitetaulukko 10. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Kymi.
- Liitetaulukko 11. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Pirkanmaa.
- Liitetaulukko 12. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Etelä-Savo.
- Liitetaulukko 13. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Etelä-Pohjanmaa.
- Liitetaulukko 14. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Keski-Suomi.
- Liitetaulukko 15. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Pohjois-Savo.
- Liitetaulukko 16. Hirvituhot taimikoissa VMI8:n ja VMI9:n mukaan, Pohjois-Karjala.
- Liitetaulukko 17. Varttuneiden taimikoiden keskimääräiset runkoluvut VMI9:n mukaan, Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 18. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen osuudet varttuneissa taimikoissa VMI9:n mukaan, Etelä-Suomi.
- Liitetaulukko 19. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen osuudet varttuneissa taimikoissa, joissa oli havaittu hirvieläinten aiheuttama tuho.
- Liitetaulukko 20. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen osuudet varttuneissa taimikoissa, joissa hirvieläinten aiheuttama tuho oli alentanut metsikön laatua.

Liitetaulukko I. Metsiköiden tuhot tuhonaiheuttajan mukaan, VMI8 Etelä-Suomi.

Syy	Ei tuhoa		Lievä		Todettava		Vakava		Täydellinen		Yhteensä	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Tuntematon	0	0,0	3077	16,8	2625	21,2	350	17,1	58	17,8	6110	5,5
Tuuli	0	0,0	1067	5,8	522	4,2	106	5,2	29	8,9	1724	1,6
Lumi	0	0,0	396	2,2	133	1,1	32	1,6	3	0,8	564	0,5
Muu ilmastotekijä	0	0,0	1086	5,9	1042	8,4	163	8,0	50	15,3	2340	2,1
Kilpailu	0	0,0	945	5,2	899	7,3	196	9,6	27	8,2	2067	1,9
Korjuu	0	0,0	628	3,4	327	2,6	16	0,8	0	0,0	971	0,9
Muu ihmisen aih.	0	0,0	416	2,3	420	3,4	37	1,8	3	0,8	877	0,8
Myyrät	0	0,0	55	0,3	66	0,5	26	1,3	18	5,6	166	0,1
Hirvieläimet	0	0,0	1289	7,0	934	7,5	222	10,8	29	8,9	2474	2,2
Ytimennävertäjät	0	0,0	236	1,3	66	0,5	16	0,8	0	0,0	318	0,3
Muu hyönteinen	0	0,0	202	1,1	164	1,3	29	1,4	0	0,0	395	0,4
Tervasroso	0	0,0	1230	6,7	348	2,8	53	2,6	0	0,0	1631	1,5
Versosyöpä	0	0,0	5425	29,6	1561	12,6	150	7,3	32	9,7	7168	6,5
Muu sieni	0	0,0	2277	12,4	3259	26,4	650	31,8	79	24,0	6264	5,6
Ei tuhoa	77841	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	77841	70,2
Yhteensä	77841	100,0	18329	100,0	12366	100,0	2046	100,0	328	100,0	110911	100,0

Liitetaulukko 2. Metsiköiden tuhot tuhonaiheuttajan mukaan, VMI9 Etelä-Suomi.

Syy		Lievä		Todettava		Vakava		Täydellinen		Yhteensä	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Abioottinen	Yhteensä	3458	13,7	2657	15,9	490	24	63	23,4	6668	6,0
	Tuuli	1027	4,1	322	1,9	47	2,3	9	3,2	1405	1,3
	Lumi	1053	4,2	442	2,7	31	1,5	3	1,1	1530	1,4
	Pakkanen	323	1,3	294	1,8	40	2,0	6	2,1	663	0,6
	Muut ilmasto- yms. tekijät	142	0,6	125	0,7	30	1,5	3	1,0	300	0,3
	Metsäpalo	4	0,0	20	0,1	6	0,3	0	0,0	30	0,0
	Maaperätekijät	909	3,6	1454	8,7	336	16,4	43	15,9	2741	2,5
Ihmisen toiminta	Yhteensä	2450	9,7	1781	10,7	127	6,2	6	2,1	4363	3,9
	Puunkorjuu	921	3,6	227	1,4	3	0,1	0	0,0	1151	1,0
	Ilman epäpuhtaudet	9	0,0	6	0,0	0	0,0	0	0,0	14	0,0
	Muu ihmisen toiminta	1521	6,0	1547	9,3	124	6,1	6	2,1	3198	2,9
Eläimet	Yhteensä	2977	11,8	1899	11,4	348	17,0	94	34,9	5318	4,8
	Myyrät	37	0,1	28	0,2	20	1,0	0	0,0	84	0,1
	Hirvieläimet	1740	6,9	1523	9,1	302	14,8	77	28,6	3642	3,3
	Muu selkärankainen	58	0,2	52	0,3	21	1,0	17	6,3	148	0,1
	Ytimennävertäjät	310	1,2	86	0,5	0	0,0	0	0,0	395	0,4
	Tukkimiehentäi	3	0,0	13	0,1	3	0,1	0	0,0	18	0,0
	Mäntypistiäiset	692	2,7	91	0,5	3	0,1	0	0,0	786	0,7
	Muu neulastuholainen	14	0,1	6	0,0	0	0,0	0	0,0	20	0,0
	Kirjanpainaja	3	0,0	4	0,0	0	0,0	0	0,0	7	0,0
	Muu tunnistettu hyönteinen	37	0,1	31	0,2	0	0,0	0	0,0	68	0,1
	Tunnistamaton hyönteinen	84	0,3	65	0,4	0	0,0	0	0,0	149	0,1
Sienet	Yhteensä	6302	24,9	3640	21,8	616	30,2	59	22,2	10618	9,5
	Juurikääpä	818	3,2	1046	6,3	147	7,2	17	6,3	2027	1,8
	Muu lahottaja	642	2,5	982	5,9	212	10,4	31	11,6	1867	1,7
	Surmakka	2559	10,1	639	3,8	68	3,3	9	3,3	3275	2,9
	Männynversoruoste	528	2,1	485	2,9	169	8,3	3	1,1	1185	1,1
	Tervarosio	1131	4,5	359	2,2	8	0,4	0	0,0	1498	1,3
	Muu ruostesieni	190	0,8	9	0,1	0	0,0	0	0,0	199	0,2
	Karistesieni	273	1,1	23	0,1	3	0,1	0	0,0	299	0,3
	Muu tunnistettu sieni	24	0,1	26	0,2	3	0,1	0	0,0	52	0,0
	Tunnistamaton sieni	137	0,5	72	0,4	6	0,3	0	0,0	214	0,2
Kilpailu	Yhteensä	1354	5,4	1105	6,6	83	4,0	14	5,3	2556	2,3
Ei tuhoa	Yhteensä	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	67463	60,4
Tunnistamaton	Yhteensä	8720	34,5	5579	33,5	380	18,6	33	12,1	14711	13,2
Yhteensä	Yhteensä	25263	100,0	16660	100,0	2044	100,0	268	100,0	111698	100,0

Liitetaulukko 3. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, koko Etelä-Suomi.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä				
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Osuus	%	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	13913	90,5	805	55	525	3,4	117	0,8	8	0,1	650	49	4,3	1455	81	9,5	15369	245	100,0
VM18 Kuusi	5024	98,9	13	6	24	0,5	16	0,3	3	0,1	43	11	0,9	56	13	1,2	5080	139	100,0
VM18 Rauduskoivu	498	89,9	16	7	35	6,3	3	0,5	3	0,5	41	13	7,3	57	15	10,2	555	41	100,0
VM18 Hieskoivu	473	95,7	3	3	13	2,7	3	0,6	3	0,5	19	7	3,8	22	7	4,3	494	39	100,0
VM18 Muu lehtipuu	166	98,4	0	0	0	0,0	0	0,0	3	1,6	3	3	1,6	3	3	1,6	168	22	100,0
VM18 Yhteensä	20074	92,7	837	56	597	2,8	139	0,6	19	0,1	755	55	3,5	1592	85	7,4	21666	281	100,0
VM19 Mänty	11893	86,3	978	58	741	5,4	155	1,1	11	0,1	907,3	58	6,6	1885,4	86	13,7	13778	226	100,0
VM19 Kuusi	6023	93,9	250	28	122	1,9	14	0,2	3	0,0	138,4	20	2,1	388	35	6,0	6411	147	100,0
VM19 Rauduskoivu	1884	79,3	205	25	220	9,2	39	1,7	28	1,2	287,3	30	12,1	492,4	40	20,7	2377	88	100,0
VM19 Hieskoivu	1024	84,3	36	10	115	9,5	23	1,9	17	1,4	155,2	22	12,8	190,8	24	15,7	1215	62	100,0
VM19 Muu lehtipuu	239	87,6	3	3	25	9,3	0	0,0	6	2,1	30,9	10	11,4	33,8	11	12,4	273	29	100,0
VM19 Yhteensä	21064	87,6	1471	72	1223	5,1	231	1,0	65	0,3	1519	75	6,4	2990,4	109	12,5	24054	284	100,0

Liitetaulukko 4. Hirvituhot nuorissa kasvatusmetseissä VM18:n ja VM19:n mukaan, koko Etelä-Suomi.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Kehitysluokka yht.				
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Osuus	%	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	22277	97,3	359	33	224	1,0	35	0,2	3	0,0	262	38	1,2	621	55	2,8	22897	332	100,0
VM18 Kuusi	7785	99,3	40	11	16	0,2	0	0,0	0	0,0	16	6	0,2	56	13	0,7	7841	173	100,0
VM18 Rauduskoivu	1036	98,0	8	5	13	1,3	0	0,0	0	0,0	13	6	1,3	21	7	2,0	1058	56	100,0
VM18 Hieskoivu	3178	98,0	16	7	32	1,0	16	0,5	0	0,0	48	13	1,5	64	15	2,0	3242	100	100,0
VM18 Muu lehtipuu	678	90,3	13	6	40	5,4	16	2,1	3	0,4	59	13	7,9	72	15	9,7	751	49	100,0
VM18 Yhteensä	34954	97,7	436	37	326	0,9	67	0,2	5	0,0	398	44	1,1	834	61	2,3	35789	384	100,0
VM19 Mänty	24817	98,1	176	23	228	0,9	59	0,2	9	0,0	295,6	32	1,1	472	40	1,8	25289	322	100,0
VM19 Kuusi	6940	99,5	29	9	9	0,1	0	0,0	0	0,0	8,6	5	0,1	37,4	10	0,5	6977	151	100,0
VM19 Rauduskoivu	1373	97,6	17	7	14	1,0	3	0,2	0	0,0	17,1	7	1,2	34,3	10	2,4	1407	64	100,0
VM19 Hieskoivu	3199	99,5	9	5	6	0,2	0	0,0	0	0,0	5,8	4	0,2	14,5	6	0,5	3214	101	100,0
VM19 Muu lehtipuu	574	92,2	9	5	34	5,5	6	0,9	0	0,0	40	12	6,4	48,5	13	7,8	622	44	100,0
VM19 Yhteensä	36903	98,4	240	27	291	0,8	68	0,2	9	0,0	367	35	1,0	606,5	44	1,6	37510	365	100,0

Liitetaulukko 5. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Ahvenanmaa.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä	
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	%	km ²	km ²	%
VM18 Mänty	71	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	71	13 100,0
VM18 Kuusi	23	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	23	8 100,0
VM18 Rauduskoivu	5	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	4 100,0
VM18 Hieskoivu	5	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	4 100,0
VM18 Muu lehtipuu	3	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	3 100,0
VM18 Yhteensä	107	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	107	16 100,0
VM19 Mänty	44	62,3	7	3 9,4	16	22,6	4	5,7	0	0,0	20,2	6 28,3	26,9	7 37,7	71	10 100,0
VM19 Kuusi	19	87,5	3	2 12,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2,7	2 12,5	22	7 100,0
VM19 Rauduskoivu	9	58,3	1	1 8,3	5	33,3	0	0,0	0	0,0	5,4	2 33,3	6,7	3 41,6	16	5 100,0
VM19 Hieskoivu	4	60,0	1	1 20,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	1,3	1 20,0	2,6	2 40	7	3 100,0
VM19 Muu lehtipuu	3	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2 100,0
VM19 Yhteensä	79	67,0	12	5 10,2	23	19,3	4	3,4	0	0,0	26,9	7 22,7	39	8 32,9	119	15 100,0

Liitetaulukko 6. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Etelärannikko.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä	
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	%	km ²	km ²	%
VM18 Mänty	218	80,2	28	10 10,4	20	7,5	5	1,9	0	0,0	25	9 9,4	53	15 19,8	271	30 100,0
VM18 Kuusi	179	98,6	0	0,0	3	1,4	0	0,0	0	0,0	3	3 1,4	3	3 1,4	182	26 100,0
VM18 Rauduskoivu	10	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	5 100,0
VM18 Hieskoivu	5	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	4 100,0
VM18 Muu lehtipuu	5	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	4 100,0
VM18 Yhteensä	417	88,1	28	10 5,9	23	4,9	5	1,1	0	0,0	28	10 6,0	56	16 11,9	474	44 100,0
VM19 Mänty	216	74,0	36	10 12,5	28	9,6	11	3,8	0	0,0	39,2	11 13,4	75,6	16 25,9	291	30 100,0
VM19 Kuusi	123	84,6	20	8 13,5	0	0,0	3	1,9	0	0,0	2,8	3 1,9	22,4	8 15,4	146	21 100,0
VM19 Rauduskoivu	50	81,8	3	3 4,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5	8,4	5 13,5	11,2	6 18,0	62	14 100,0
VM19 Hieskoivu	20	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	20	7 100,0
VM19 Muu lehtipuu	22	88,9	0	0,0	3	11,1	0	0,0	0	0,0	2,8	3 11,1	2,8	3 11,1	25	8 100,0
VM19 Yhteensä	431	79,4	59	14 10,8	34	6,2	17	3,1	3	0,5	53,2	13 9,8	112	19 20,6	543	45 100,0

Liitetaulukko 7. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Pohjanmaan rannikko.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Väkäva tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä					
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe				
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%				
VM18 Mänty	861	91,9	50	16	5,3	21	2,2	5	0,6	0	0,0	26	8	2,8	76	18	8,1	937	58	100,0
VM18 Kuusi	149	96,6	0	.	0,0	5	3,4	0	0,0	0	0,0	5	5	3,4	5	5	3,4	154	25	100,0
VM18 Rauduskoivu	10	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	10	4	100,0
VM18 Hieskoivu	47	85,7	0	.	0,0	8	14,3	0	0,0	0	0,0	8	4	14,3	8	4	14,3	55	13	100,0
VM18 Muu lehtipuu	3	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	3	3	100,0
VM18 Yhteensä	1070	92,3	50	16	4,3	34	2,9	5	0,5	0	0,0	39	12	3,4	89	19	7,7	1159	65	100,0
VM19 Mänty	807	92,0	37	10	4,2	31	3,5	3	0,3	0	0,0	33,8	10	3,8	70,5	16	8,0	877	57	100,0
VM19 Kuusi	127	91,8	9	5	6,1	3	2,0	0	0,0	0	0,0	2,8	3	2,0	11,3	6	8,1	138	21	100,0
VM19 Rauduskoivu	11	57,1	3	3	14,3	3	14,3	0	0,0	3	14,3	5,6	4	28,6	8,4	5	42,9	20	7	100,0
VM19 Hieskoivu	65	95,8	0	.	0,0	3	4,2	0	0,0	0	0,0	2,8	3	4,2	2,8	3	4,2	68	17	100,0
VM19 Muu lehtipuu	14	83,3	0	.	0,0	3	16,7	0	0,0	0	0,0	2,8	3	16,7	2,8	3	16,7	17	8	100,0
VM19 Yhteensä	1024	91,4	48	13	4,3	42	3,8	3	0,3	3	0,3	47,9	13	4,4	95,9	20	8,7	1120	67	100,0

Liitetaulukko 8. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Lounais-Suomi.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Väkäva tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä					
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe				
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%				
VM18 Mänty	1061	89,1	86	18	7,2	34	2,8	8	0,7	3	0,2	45	14	3,7	131	25	10,9	1192	73	100,0
VM18 Kuusi	305	99,2	0	.	0,0	3	0,8	0	0,0	0	0,0	3	3	0,8	3	3	0,8	308	34	100,0
VM18 Rauduskoivu	10	80,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	3	20,0	3	3	20,0	3	3	20,0	13	5	100,0
VM18 Hieskoivu	16	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	16	6	100,0
VM18 Muu lehtipuu	5	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	5	4	100,0
VM18 Yhteensä	1398	91,2	86	18	5,6	37	2,4	8	0,5	5	0,3	50	15	3,2	136	25	8,8	1533	83	100,0
VM19 Mänty	941	91,7	61	14	5,9	25	2,4	0	0,0	0	0,0	24,8	8	2,4	85,5	16	8,3	1027	58	100,0
VM19 Kuusi	353	94,1	11	6	2,9	11	2,9	0	0,0	0	0,0	11	6	2,9	22	8	5,8	375	33	100,0
VM19 Rauduskoivu	77	73,7	6	4	5,3	14	13,2	6	5,3	3	2,6	22,1	8	21,1	27,6	9	26,4	105	19	100,0
VM19 Hieskoivu	66	92,3	0	.	0,0	0	0,0	6	7,7	0	0,0	5,5	4	7,7	5,5	4	7,7	72	15	100,0
VM19 Muu lehtipuu	8	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	8	5	100,0
VM19 Yhteensä	1446	91,1	77	17	4,9	50	3,1	11	0,7	3	0,2	63,5	13	4,0	140,8	21	8,9	1587	74	100,0

Liitetaulukko 9. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Häme-Uusimaa.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä		
	Ala	Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski-Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Keski-Osuus	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	768	87,9	53	13	50	5,8	3	0,3	0	0,0	53	12	106	18	874	58	100,0
VM18 Kuusi	522	98,5	3	3	5	1,0	0	0,0	0	0,0	5	4	8	5	530	43	100,0
VM18 Rauduskoivu	32	85,7	5	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	5	4	37	10	100,0
VM18 Hieskoivu	19	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	19	7	100,0
VM18 Muu lehtipuu	16	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	16	6	100,0
VM18 Yhteensä	1356	91,9	61	13	56	3,8	3	0,2	0	0,0	59	13	120	19	1475	68	100,0
VM19 Mänty	606	82,1	56	15	65	8,7	8	1,1	3	0,4	75,8	16	131,9	22	738	54	100,0
VM19 Kuusi	660	91,1	45	14	17	2,3	3	0,4	0	0,0	19,6	7	64,5	15	724	45	100,0
VM19 Rauduskoivu	250	78,8	37	9	31	9,7	0	0,0	0	0,0	30,9	10	67,4	14	317	34	100,0
VM19 Hieskoivu	110	86,7	0	0	11	8,9	3	2,2	3	2,2	16,8	7	16,8	7	126	19	100,0
VM19 Muu lehtipuu	45	94,1	0	0	3	5,9	0	0,0	0	0,0	2,8	3	2,8	3	48	12	100,0
VM19 Yhteensä	1670	85,5	138	24	126	6,5	14	0,7	6	0,3	145,9	23	283,4	34	1954	78	100,0

Liitetaulukko 10. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Kymi.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä		
	Ala	Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski-Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Keski-Osuus	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	1058	88,5	82	15	47	4,0	8	0,7	0	0,0	55	14	137	22	1195	64	100,0
VM18 Kuusi	437	98,8	0	0	0	0,0	5	1,2	0	0,0	5	4	5	4	442	38	100,0
VM18 Rauduskoivu	32	92,3	0	0	3	7,7	0	0,0	0	0,0	3	3	3	3	34	8	100,0
VM18 Hieskoivu	13	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	13	5	100,0
VM18 Muu lehtipuu	26	90,9	0	0	0	0,0	0	0,0	3	9,1	3	3	3	3	29	10	100,0
VM18 Yhteensä	1566	91,4	82	15	50	2,9	13	0,8	3	0,2	66	17	148	24	1714	73	100,0
VM19 Mänty	765	89,4	52	12	36	4,2	3	0,3	0	0,0	38,6	11	90,9	16	855	54	100,0
VM19 Kuusi	501	96,3	14	6	6	1,1	0	0,0	0	0,0	5,5	4	19,3	7	520	39	100,0
VM19 Rauduskoivu	149	88,5	8	5	11	6,6	0	0,0	0	0,0	11	6	19,3	7	168	24	100,0
VM19 Hieskoivu	41	93,7	0	0	3	6,3	0	0,0	0	0,0	2,8	3	2,8	3	44	11	100,0
VM19 Muu lehtipuu	6	66,7	0	0	0	0,0	0	0,0	3	33,3	2,8	3	2,8	3	8	5	100,0
VM19 Yhteensä	1460	91,6	74	15	4,7	3,4	3	0,2	3	0,2	60,6	13	134,9	19	1595	74	100,0

Liitetaulukko 11. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Pirkanmaa.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä					
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Osuus	%		
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%		
VM18 Mänty	1041	84,9	119	20	9,7	47	3,9	18	1,5	0	0,0	65	15	5,4	184	28	15,1	1226	73	100,0
VM18 Kuusi	303	95,0	8	5	2,5	5	1,7	0	0,0	3	0,8	8	5	2,5	16	6	5,0	319	29	100,0
VM18 Rauduskoivu	13	55,6	5	4	22,2	5	22,2	0	0,0	0	0,0	5	4	22,2	10	6	44,4	24	9	100,0
VM18 Hieskoivu	29	91,7	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	3	8,3	3	3	8,3	3	3	8,3	32	9	100,0
VM18 Muu lehtipuu	3	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	3	3	100,0
VM18 Yhteensä	1389	86,7	132	21,0	8,2	58	3,6	18	1,2	5	0,3	81	19	5,1	213	31	13,3	1603	80	100,0
VM19 Mänty	774	75,6	125	20	12,2	108	10,6	17	1,6	0	0,0	124,7	23	12,2	249,5	31	24,4	1023	59	100,0
VM19 Kuusi	527	88,8	53	12	8,9	14	2,3	0	0,0	0	0,0	13,9	6	2,3	66,6	13	11,2	593	44	100,0
VM19 Rauduskoivu	147	77,9	14	6	7,4	22	11,8	3	1,5	3	1,5	27,8	8	14,8	41,7	10	22,2	189	24	100,0
VM19 Hieskoivu	47	89,5	0	.	0,0	3	5,3	3	5,3	0	0,0	5,6	4	10,6	5,6	4	10,6	53	11	100,0
VM19 Muu lehtipuu	11	66,7	0	.	0,0	6	33,3	0	0,0	0	0,0	5,5	4	33,3	5,5	4	33,3	17	7	100,0
VM19 Yhteensä	1506	80,3	191	23	10,2	153	8,1	22	1,2	3	0,1	177,5	24	9,4	368,8	35	19,6	1874	73	100,0

Liitetaulukko 12. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Etelä-Savo.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä					
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Osuus	%		
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%		
VM18 Mänty	1322	88,5	74	15	4,9	76	5,1	22	1,5	0	0,0	98	20	6,6	172	27	11,5	1494	73	100,0
VM18 Kuusi	789	99,0	3	3	0,3	0	0,0	5	0,7	0	0,0	5	4	0,7	8	5	1,0	797	58	100,0
VM18 Rauduskoivu	68	96,2	0	.	0,0	3	3,8	0	0,0	0	0,0	3	3	3,8	3	3	3,8	71	14	100,0
VM18 Hieskoivu	25	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	25	9	100,0
VM18 Muu lehtipuu	22	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0	22	8	100,0
VM18 Yhteensä	2226	92,4	76	15	3,2	79	3,3	27	1,1	0	0,0	106	20	4,4	182	27	7,6	2409	87	100,0
VM19 Mänty	999	81,2	122	18	10,0	92	7,5	14	1,1	3	0,2	108,5	19	8,8	230,9	28	18,8	1230	62	100,0
VM19 Kuusi	938	93,9	39	10	3,9	14	1,4	8	0,8	0	0,0	22,2	8	2,2	61,2	14	6,1	999	59	100,0
VM19 Rauduskoivu	401	79,6	42	11	8,3	42	8,3	14	2,8	6	1,1	61,2	13	12,2	102,9	18	20,5	504	41	100,0
VM19 Hieskoivu	122	83,0	8	5	5,7	17	11,3	0	0,0	0	0,0	16,7	7	11,3	25	8	17,0	148	22	100,0
VM19 Muu lehtipuu	56	95,2	0	.	0,0	3	4,8	0	0,0	0	0,0	2,8	3	4,8	2,8	3	4,8	58	13	100,0
VM19 Yhteensä	2515	85,6	212	24	7,2	167	5,7	36	1,2	8	0,3	211,5	26	7,2	423	37	14,4	2938	86	100,0

Liitetaulukko 13. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Etelä-Pohjanmaa.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä				
	Ala	Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski-Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Keski-Osuus			
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%			
VM18 Mänty	2163	93,7	83	15	54	2,3	8	0,3	0	0,0	62	15	2,6	145	24	6,2	2308	99	100,0
VM18 Kuusi	137	100	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	137	19	100,0
VM18 Rauduskoivu	27	100	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	27	8	100,0
VM18 Hieskoivu	78	93,5	3	3	3	3,2	3	3,3	0	0,0	3	3	3,3	6	4	6,5	83	16	100,0
VM18 Muu lehtipuu	11	100	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	11	7	100,0
VM18 Yhteensä	2414	94,1	86	16	54	2,1	11	0,4	0	0,0	65	15	2,5	151	25	5,8	2565	106	100,0
VM19 Mänty	2330	95,1	81	18	35	3,3	6	0,2	0	0,0	40,4	12	1,6	121,2	24	4,9	2452	96	100,0
VM19 Kuusi	170	96,7	0	0	6	3,3	0	0,0	0	0,0	5,8	4	3,3	5,8	4	3,3	176	23	100,0
VM19 Rauduskoivu	40	93,3	0	0	3	6,7	0	0,0	0	0,0	2,9	3	6,7	2,9	3	6,7	43	11	100,0
VM19 Hieskoivu	104	81,8	3	3	12	9,1	6	4,5	3	2,3	20,2	8	15,9	23,1	8	18,2	127	19	100,0
VM19 Muu lehtipuu	3	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	3	3	100,0
VM19 Yhteensä	2648	94,5	84	18	55	2,0	12	0,4	3	0,1	69,2	15	2,5	152,8	26	5,5	2801	101	100,0

Liitetaulukko 14. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Keski-Suomi.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Vakava tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä				
	Ala	Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski-Osuus	Ala	Keski-virhe	Ala	Keski-Osuus			
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%			
VM18 Mänty	1786	90,8	108	18	57	2,9	13	0,7	3	0,1	73	15	3,7	181	26	9,2	1967	89	100,0
VM18 Kuusi	641	99,2	0	0	0	0,0	5	0,8	0	0,0	5	4	0,8	5	4	0,8	647	50	100,0
VM18 Rauduskoivu	86	97,0	0	0	3	3,0	0	0,0	0	0,0	3	3	3,0	3	3	3,0	89	16	100,0
VM18 Hieskoivu	65	96,0	0	0	3	4,0	0	0,0	0	0,0	3	3	4,0	3	3	4,0	67	12	100,0
VM18 Muu lehtipuu	19	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	19	7	100,0
VM18 Yhteensä	2597	93,1	108	18	62	2,2	19	0,7	3	0,1	84	16	3,0	192	27	6,9	2789	96	100,0
VM19 Mänty	1598	87,5	106	18	97	5,3	24	1,3	3	0,2	123,1	23	6,8	228,6	30	12,6	1826	89	100,0
VM19 Kuusi	756	97,7	12	6	6	0,8	0	0,0	0	0,0	5,9	4	0,8	17,6	7	2,3	774	54	100,0
VM19 Rauduskoivu	191	83,3	21	9	15	6,4	0	0,0	3	1,3	17,6	8	7,7	38,1	12	16,7	229	28	100,0
VM19 Hieskoivu	76	83,9	3	3	6	6,5	0	0,0	6	6,5	11,8	6	13,0	14,7	7	16,2	91	16	100,0
VM19 Muu lehtipuu	12	100,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	12	6	100,0
VM19 Yhteensä	2632	89,8	141	19	123	4,2	24	0,8	12	0,4	158,3	28	5,4	299	36	10,2	2931	107	100,0

Liitetaulukko 15. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Pohjois-Savo.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Väkäva tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä		
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	%	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	1553	93,3	41	12	2,4	51	3,1	16	1,0	3	0,2	70	18	4,3	111	24	6,7
VM18 Kuusi	867	99,7	0	.	0,0	3	0,3	0	0,0	0	0,0	3	3	0,3	3	3	0,3
VM18 Rauduskoivu	114	85,7	3	3	2,0	16	12,2	0	0,0	0	0,0	16	9	12,2	19	10	14,2
VM18 Hieskoivu	95	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0
VM18 Muu lehtipuu	30	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0
VM18 Yhteensä	2659	95,2	43	12	1,6	70	2,5	16	0,6	3	0,1	89	21	3,2	132	26	4,8
VM19 Mänty	1111	77,2	196	32	13,6	104	7,2	29	2,0	0	0,0	132,5	21	9,2	328,3	41	22,8
VM19 Kuusi	936	95,9	14	6	1,5	26	2,7	0	0,0	0	0,0	25,9	9	2,7	40,3	10	4,2
VM19 Rauduskoivu	271	77,7	43	12	12,4	32	9,1	0	0,0	3	0,8	34,6	12	9,9	77,8	17	22,3
VM19 Hieskoivu	115	66,7	17	7	10,0	35	20,0	6	3,3	0	0,0	40,4	11	23,3	57,7	14	33,3
VM19 Muu lehtipuu	26	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0
VM19 Yhteensä	2459	83,0	271	37	9,1	196	6,6	35	1,2	3	0,1	233,3	31	7,9	503,9	52	17,0

Liitetaulukko 16. Hirvituhot taimikoissa VM18:n ja VM19:n mukaan, Pohjois-Karjala.

	Ei tuhoa		Lievä tuho		Todettava tuho		Väkäva tuho		Täydellinen tuho		Laatua alentaneet tuhot yht.		Tuhot yhteensä		Taimikot yhteensä		
	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Osuus	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	Ala	Keski- virhe	
	km ²	%	km ²	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	km ²	%	km ²	km ²	%	
VM18 Mänty	2011	92,6	83	25	3,8	67	3,1	11	0,5	0	0,0	78	18	3,6	161	34	7,4
VM18 Kuusi	672	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0
VM18 Rauduskoivu	91	89,5	3	3	2,6	5	5,3	3	2,6	0	0,0	8	6	7,9	11	7	10,5
VM18 Hieskoivu	77	96,7	0	.	0,0	3	3,3	0	0,0	0	0,0	3	3	3,3	3	3	3,3
VM18 Muu lehtipuu	24	100,0	0	.	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	.	0,0	0	.	0,0
VM18 Yhteensä	2875	94,3	85	25	2,8	75	2,4	13	0,4	0	0,0	88	19	2,8	173	35	5,6
VM19 Mänty	1702	87,4	100	15	5,1	106	5,4	37	1,9	3	0,1	145,7	25	7,4	245,6	31	12,5
VM19 Kuusi	914	94,4	31	11	3,2	20	2,1	0	0,0	3	0,3	22,9	9	2,4	54,3	15	5,6
VM19 Rauduskoivu	288	76,5	29	10	7,6	40	10,6	14	3,8	6	1,5	60	14	15,9	88,6	17	23,5
VM19 Hieskoivu	254	88,1	3	3	1,0	26	8,9	0	0,0	6	2,0	31,4	10	10,9	34,3	10	11,9
VM19 Muu lehtipuu	34	70,6	3	3	5,9	9	17,6	0	0,0	3	5,9	11,5	7	23,5	14,4	8	29,4
VM19 Yhteensä	3193	88,0	166	22	4,6	200	5,5	51	1,4	20	0,6	271,3	34	7,5	436,9	43	12,1

Liitetaulukko 17. Varttuneiden taimikoiden keskimääräiset hehtaarikohtaiset runkoluvut puulajeittain Etelä-Suomessa VMI9:n mukaan estimoituina koepuista ja lukupuista.

	Arvio koepuista		Arvio lukupuista	
	Runkoa/ha	Osuus %	Runkoa/ha	Osuus %
Mänty	1429	19,7	1346	20,4
Kuusi	817	11,3	670	10,1
Rauduskoivu	549	7,6	493	7,5
Hieskoivu	1928	26,5	2198	33,2
Haapa	456	6,3	381	5,8
Muut	2082	28,7	1525	23,1
Koko puusto	7260	100,0	6613	100,0

Liitetaulukko 18. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen keskimääräisten osuuksien arviot puulajeittain ja tuholuokittain varttuneissa taimikoissa Etelä-Suomessa VMI9:n mukaan: rungossa 1 = ei tuhoa, 2 = tuho on havaittava, mutta ei heikennä puun elinvoimaa eikä alenna tukkipuusaantoa, 3 = vähintään tukkipuusaanto on alentunut.

	Hirvituholuokka			Yhteensä osuus %
	1 osuus %	2 osuus %	3 osuus %	
Mänty	95,38	0,74	3,87	100,00
Kuusi	99,95	0,00	0,04	100,00
Rauduskoivu	96,50	0,00	3,49	100,00
Hieskoivu	99,02	0,00	0,97	100,00
Haapa	96,94	0,00	3,05	100,00
Muut	91,17	3,04	5,78	100,00
Koko puusto	95,82	1,02	3,15	100,00

Liitetaulukko 19. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen keskimääräisten osuuksien arviot puulajeittain ja tuholuokittain varttuneissa taimikoissa, joissa oli havaittu hirvieläinten aiheuttama tuho: rungossa 1 = ei tuhoa, 2 = tuho on havaittava, mutta ei heikennä puun elinvoimaa eikä alenna tukkipuusaantoa, 3 = vähintään tukkipuusaanto on alentunut.

	Hirvituholuokka			Yhteensä osuus %
	1 osuus %	2 osuus %	3 osuus %	
Mänty	77,41	3,18	19,39	100,00
Kuusi	100,00	0,00	0,00	100,00
Rauduskoivu	81,25	0,00	18,74	100,00
Hieskoivu	94,11	0,00	5,88	100,00
Haapa	31,28	0,00	68,71	100,00
Muut	86,35	11,68	1,95	100,00
Koko puusto	86,69	3,65	9,64	100,00

Liitetaulukko 20. Hirvieläinten vaurioittamien runkojen keskimääräisten osuuksien arviot puulajeittain ja tuholuokittain varttuneissa taimikoissa, joissa hirvieläinten aiheuttama tuho oli alentanut metsikön laatua: rungossa 1 = ei tuhoa, 2 = tuho on havaittava, mutta ei heikennä puun elinvoimaa eikä alenna tukkipuusaantoa, 3 = vähintään tukkipuusaanto on alentunut.

	Hirvituholuokka			Yhteensä osuus %
	1 osuus %	2 osuus %	3 osuus %	
Mänty	64,40	4,10	31,49	100,00
Kuusi	100,00	0,00	0,00	100,00
Rauduskoivu	28,69	0,00	71,30	100,00
Hieskoivu	100,00	0,00	0,00	100,00
Haapa	1,55	0,00	98,44	100,00
Muut	83,03	16,80	0,15	100,00
Koko puusto	79,77	5,95	14,26	100,00