



ITÄ-SUOMEN  
YLIOPISTO

*University of Eastern Finland*

*Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta*

*Faculty of Science and Forestry*

MÄNNYN TAIMIKOIDEN METSÄNHOIDOLLINEN TILA 10 VUOTTA HIRVIVAHINGON  
JÄLKEEN KESKI-SUOMEN, POHJOIS-KARJALAN JA POHJOIS-SAVON  
METSÄKESKUSTEN ALUEILLA

Jonna Heikkinen

METSÄYMPÄRISTÖN HOIDON JA SUOJELUN  
PRO GRADU -TUTKIELMA

---

JOENSUU 2010

## TIIVISTELMÄ

Heikkinen, Jonna. 2010. Männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila 10 vuotta hirtvivahingon jälkeen Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla. Itä-Suomen yliopisto, luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu -tutkielma. 80 s.

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia hirven 1990-luvun puolivälissä vahingoittamien männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila ja kehityskelpoisuus 10 vuotta hirtvivahinkoarvion suorittamisen jälkeen. Tutkimuksessa tutkittiin myös hirtvivahinkojen jatkuvuutta, eli ovatko vuonna 1997 arvioidut hirttivahingot jatkuneet männyn taimikoissa hirttivahinkoarvion suorittamisen jälkeen.

Aineisto on kerätty kolmen metsäkeskuksen Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon alueelta. Tutkimukseen valittujen kolmen metsäkeskuksen hirttivahinkokohteista valittiin kaikki männyn taimikot, joille oli vuonna 1997 tehty arvio hirven aiheuttamista vahingoista ja joille ei ollut tehty hirven aiheuttaman vahingon vuoksi täydennysviljelyä tai uudelleen metsitystä. Keski-Suomen metsäkeskuksen alueelta arvioinnin kohteena oli 13, Pohjois-Karjalan alueelta 19 ja Pohjois-Savon alueelta 21 kuviota. Asianomaiset metsäkeskukset olivat arvioineet kuvioiden puuston vuonna 1997 ja vuonna 2007 kuviot arvioi Metsäntutkimuslaitos. Pohjois-Savon kuviot oli kuitenkin arvioitu poikkeuksellisesti jo vuonna 2005. Arviointien ohjeistus pohjautui maa- ja metsätalousministeriön metsäkeskuksille antamiin ohjeisiin hirvieläinvahingon arvioimisesta. Vuonna 2007 koealoilta mitattujen tietojen avulla määritettiin aluksi kuvioiden perustiedot. Koealoilta mitattujen ja arvioidun puustotunnusten ja muiden kuviotietojen avulla johdettiin kuviokohtaisia tietoja, jonka jälkeen kuviokohtaisten tietojen avulla voitiin johtaa metsäkeskuskohtaisia tietoja. Osaa vuosina 1997 ja 2007 mitatuista puustotunnuksista vertailtiin keskenään ja puustotunnusten vertailun lisäksi aineistoa tarkasteltiin korrelaatioanalyysin ja varianssianalyysin avulla.

Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila vuonna 2007 oli hirven aiheuttamista vahingoista huolimatta hyvä. Pohjois-Savossa männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila sen sijaan oli muita alueita heikompi erityisesti männyn ja muiden puulajien alhaisen tiheyden vuoksi. Vuonna 2007 kehityskelpoisimmat männyn taimikot olivat Keski-Suomessa. Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli vähentynyt ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä lisääntynyt merkittävästi tarkastelujakson aikana. Männyn tiheyden väheneminen, muutokset puulajisuhteissa, vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärän ja vioittumisasteen lisääntyminen kertovat hirven aiheuttamien vahinkojen jatkumisesta vakavina tutkimusalueilla tarkastelujakson 1997–2007 aikana. Vuonna 2007 tutkimusalueilla kasvatettiin edelleen hirven vahingoittamia mäntyjä ja alhainen männyn tiheys ei varsinkaan Pohjois-Savon kuvioilla mahdollista vioittuneiden mäntyjen poistoa tulevaisuudessa taimikonhoidon tai harvennusten yhteydessä. Alueilla kasvaa kuitenkin männyn lisäksi vahingoittumatonta, luontaisesti syntyntä puustoa, jolloin hirven aiheuttamista vahingoista huolimatta hirttuhokuvioille saadaan tulevaisuudessa kasvatuskelpoinen metsikkö. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella hirven vahingoittamien taimikoiden kehityksen seuraaminen on erityisen tärkeää, koska hirven aiheuttamat vahingot voivat jatkua ja muuttua entistä vakavammaksi taimikon varttuessa.

**Avainsanat:** hirvi, mänty, metsänhoidollinen tila, hirttivahinko

## ABSTRACT

Heikkinen, Jonna. 2010. Silvicultural condition of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands ten years after moose (*Alces alces* L.) damage in the area of Keski-Suomi, Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo Forest Centers. University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry, Master's thesis in Management of Forest Ecosystems. 80 p.

The objective of the thesis was to evaluate the silvicultural condition of Scots pine stands damaged by moose in the mid 1990's as well as the stands' possibility to develop further. This evaluation was performed ten years after the assessment of damage was made. Also the continuity of the damage caused by moose was studied, i.e. whether the damage from mid 1990's had continued in the stands after the assessment of damage.

The research material was collected in the area of three Finnish Forest Centers: Keski-Suomi, Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo. Among the stands damaged by moose all those Scots pine stands where evaluation had been done in the year 1997 and where additional cultivation or reforestation had not been performed were included in the study. The object of the evaluations was 13 stands from the Keski-Suomi Forest Center, 19 stands from the Pohjois-Karjala Forest Center and 21 stands from the Pohjois-Savo Forest Center. The chosen stands were evaluated by the local Forest Centers in the year 1997 and by the Finnish Forest Research Institute in the year 2007. The stands of Pohjois-Savo Forest Center were evaluated exceptionally in the year 2005. Evaluations were made following the instructions made by the Finnish Ministry of Agriculture and Forestry for the Finnish Forest Centers to evaluate the forest damage made by moose. First, basic information was calculated for each area based on the information from year 2007. After that, results for evaluated stands and finally results for the Forest Centers were calculated based on the information collected in the above mentioned field evaluations. After the calculations the information collected in the evaluations 1997 and 2007 could be compared to each other. In addition the information collected in the evaluations was analyzed with correlation analysis and variance analysis.

In Keski-Suomi and Pohjois-Karjala Forest Centers the silvicultural condition of the Scots pine stands in the year 2007 was good despite the damage caused by moose. In Pohjois-Savo Forest Center the silvicultural condition of the Scots pine stands was worse especially because of the low density of the Scots pine and other tree species in the stands. In the year 2007 the most promising stands were in Keski-Suomi Forest Center. In Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo Forest Centers the amount of undamaged Scots pine had decreased and the amount of damaged Scots pine had increased significantly during the period under review. The decrease in the density of the Scots pine, changes in the tree species composition, the increase in the amount of damaged Scots pine and the increase in degree of damage of Scots pine reveal that the damage caused by moose have continued in the areas severely up to the year 2007. In the year 2007 Scots pine damaged by moose were still grown in the evaluated areas and the low density of Scots pine will not allow to remove the damaged Scots pines in the future during the silvicultural cleaning or first thinning, especially in Pohjois-Savo Forest Center. However, in addition to Scots pine, undamaged, naturally born trees grow in the areas. In the future it is possible for a developable forest stand to grow despite the damage caused by moose. According to the results of this thesis it is important to follow the development of the stands damaged by moose because the damage can continue in the same stands and become even more severe when the stands develop.

**Keywords:** moose, Scots pine, silvicultural condition, forest damage caused by moose

**ALKUSANAT**

Tutkielmani ohjaajina toimivat dos., MMT Sauli Härkönen Metsästäjien Keskusjärjestöstä ja professori Heli Viiri Itä-Suomen yliopistosta. Kiitän ohjaajiani ja kaikkia muita tutkielmani tekoon osallistuneita saamastani arvokkaasta tuesta ja ohjauksesta.

Hyrnsalmella huhtikuussa 2010

Jonna Heikkinen

**SISÄLTÖ**

1. JOHDANTO	6
1.1 Hirvikannan kehitys Suomessa	6
1.2 Hirven ravinnonhankinta	9
1.3 Metsätalousvahingot	13
1.4 Hirvivahinkojen korvaaminen	17
2. TAVOITE	22
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	23
3.1 Aineisto	23
3.2 Menetelmät	24
4. TULOKSET	28
4.1 Vuosina 1997 ja 2007 arvioidut puustotunnukset	28
4.2 Vuonna 2007 arvioidut puustotunnukset	31
5. TULOSTEN TARKASTELO	41
5.1 Puuston tila	41
5.2 Puuston kehityskelpoisuus	45
5.3 Hirvituhojen jatkuvuus	52
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	58
KIRJALLISUUS	60
LIITTEET (5 kpl)	65

## 1. JOHDANTO

### 1.1 Hirvikannan kehitys Suomessa

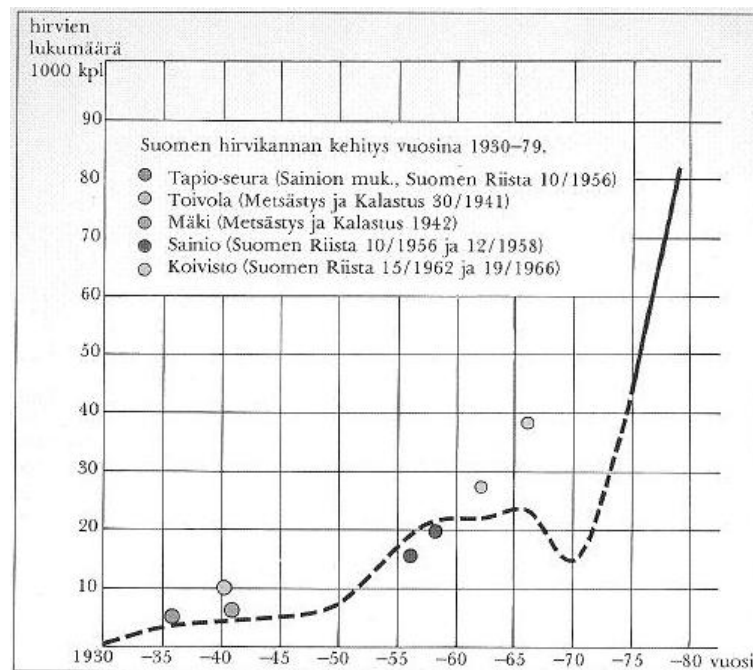
Hirvi (*Alces alces* Linnaeus, 1758) on suurikokoisin Suomen luonnossa elävä nisäkäs. Hirvi kuuluu sorkkaeläimiin (Artiodactyla), sorkkaeläinten märehäijöiden alalahkoon (Ruminantia) ja hirvieläinten (Cervidae) heimoön (Mäki ym. 1981). Hirven lisäksi Suomessa elää luonnonvaraisena neljä muuta hirvieläinlajia: valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780), metsäkauris (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), metsäpeura (*Rangifer tarandus fennicus* Lönnberg, 1909) ja täpläkauris (*Dama dama* Linnaeus, 1758) (Nisäkäsnnimistötoimikunta 2009). Tässä tutkimuksessa Suomessa elävistä hirvieläinlajeista on tarkastelun kohteena hirvi.

Hirvi saapui jääkauden jälkeen Suomeen Laatokan ja Vienanmeren välisen kannaksen kautta (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Härkönen 1997). Nykyään hirveä tavataan koko maassa (Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio 2000). Hirven historiaa on pyritty selvittämään muun muassa arkeologisten löytöjen avulla, koska aivan varhaisimpien hirvikantojen kehityksestä ei ole olemassa paljoakaan tietoa ja (Mäki ym. 1981, Löyttyniemi & Lääperi 1988).

Hirvikanta taantui voimakkaasti 1600- ja 1700-luvuilla erilaisten tautien, petojen ja pyynnin seurauksena (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Hirvikannan taantuminen jatkui 1800-luvun alkuun saakka ja vuosisadan puoliväliin mennessä hirvikanta oli ehtinyt laskea jo niin pieneksi, että hirven uskottiin hävinneen maasta kokonaan (Mäki ym. 1981, Löyttyniemi & Lääperi 1988). Hirvikannan taantumisen vuoksi hirvi rauhoitettiin vuonna 1868 (Heikkilä 1999) ja kannan alkaessa elpyä pyynnistä tuli luvanvaraista vuonna 1898 (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Heikkilä 1999). Hirvikanta elpyi rauhoitusten ja rajoitetun pyynnin ansiosta 1900-luvun alkaessa, mutta ensimmäisen maailmansodan aikana laitton pyynti pienensi hirvikantaa voimakkaasti. Vuonna 1923 säädettiin asetus hirven rauhoittamisesta Suomessa Kuusamon jäädessä rauhoitusten ulkopuolelle (Mäki ym. 1981, Löyttyniemi & Lääperi 1988).

Koko 1900-luvun hirvikannan kehitys kasvoi, vaikkakin hirvikanta vuoroin pienentyi ja kasvoi voimakkaasti (Palmén ym. 1983). Vuonna 1935 hirvikannan koko arvioitiin 3000–4000 yksilöksi ja vuonna 1940 10 000 yksilöksi (Mäki ym. 1981, Palmén ym. 1983, Löyttyniemi & Lääperi 1988, Härkönen 1997). Hirvikanta oli 1950-luvulla harvalukuinen mutta kasvava.

Hirvikanta jatkoi kasvuaan 1960-luvun alussa ja sen kooksi arviointiin tuolloin 20 000 yksilöä (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Hirvikanta kuitenkin pieneni voimakkaasti 1960-luvun lopulla (kuva 1) ja osassa maata hirvi jouduttiin rauhoittamaan liian voimakkaan ja väärin suunnatun metsästyksen vuoksi. Hirvikannan voimakkaan pienenemisen jälkeen talousmetsien mäntyvaltaisten taimikoiden lisääntyminen sekä uudet metsästyskäytännöt mahdollistivat hirvikannan hyvin voimakkaan kasvun (Mäki ym. 1981, Palmén ym. 1983, Löyttyniemi & Lääperi 1988, Härkönen 1997).

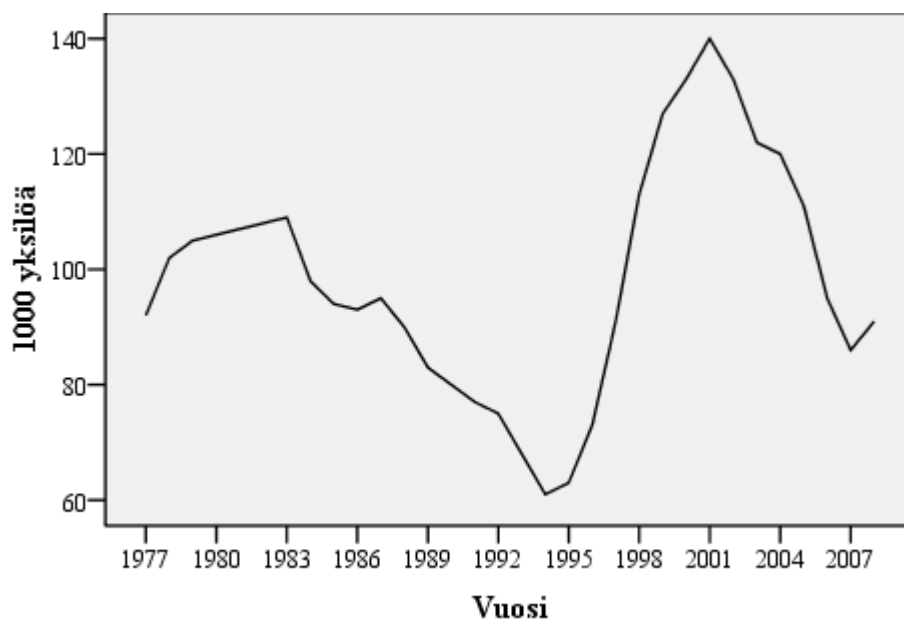


**Kuva 1.** Arvio Suomen hirvikannan kehityksestä vuosina 1930–1980. Ennen vuotta 1970 hirvikannan määrää on arvioitu viidellä eri menetelmällä, jotka näkyvät kuvassa ympyröin. Viivadiagrammilla on esitetty vallitseva käsitys hirvikannan kehityksestä 1900-luvun lopulla. Kiinteä viiva kuvaa talvikannan kasvua 1970-luvun loppupuolella, katkoviivoilla merkitty viiva kuvaa takautuvasti suoritettua laskelmaa, jonka pohjana ovat tiedot vuotuisista kaatomääristä ja hirvikannan lisääntymisestä 1960- ja 1970-luvuilla sekä arviot luonnollisesta poistumasta (Mäki ym. 1981).

Hirvi yleistyi 1980-luvulla koko maassa (Heikkilä 1999) ja talvikannan kooksi arvioitiin 80 000–100 000 yksilöä (Peltola 2009). Hirven talvikannan kehitys heikkeni 1990-luvun alkuvuosina ja vasta vuosikymmenen puolivälissä talvikanta alkoi jälleen kasvaa (Nygrén ym. 2000). Vuonna 1997 Suomen hirvikannan tuottavuus olikin parempi kuin koskaan aikaisemmin (Nygrén 1998). Vuosikymmenen loppua kohden hirven talvikanta kasvoi jälleen nopeasti koko maassa ja vähän ennen vuosituhannen vaihdetta se ylitti 100 000 yksilön määrän (kuva 2).

Hirven talvikanta saavutti tähänastisen huippunsa vuonna 2001, jolloin hirven talvikanta arvioitiin lähes 140 000 yksilön suuruiseksi (Peltola 2009). Vuodesta 2001 hirven talvikannan kehitys on jälleen heikentynyt. Vuonna 2008 hirven talvikannan kooksi arvioitiin noin 91 000 yksilöä (kuva 2), mikä tarkoittaa kasvua talvikannan koossa vuodesta 2007 (Pusenius 2009).

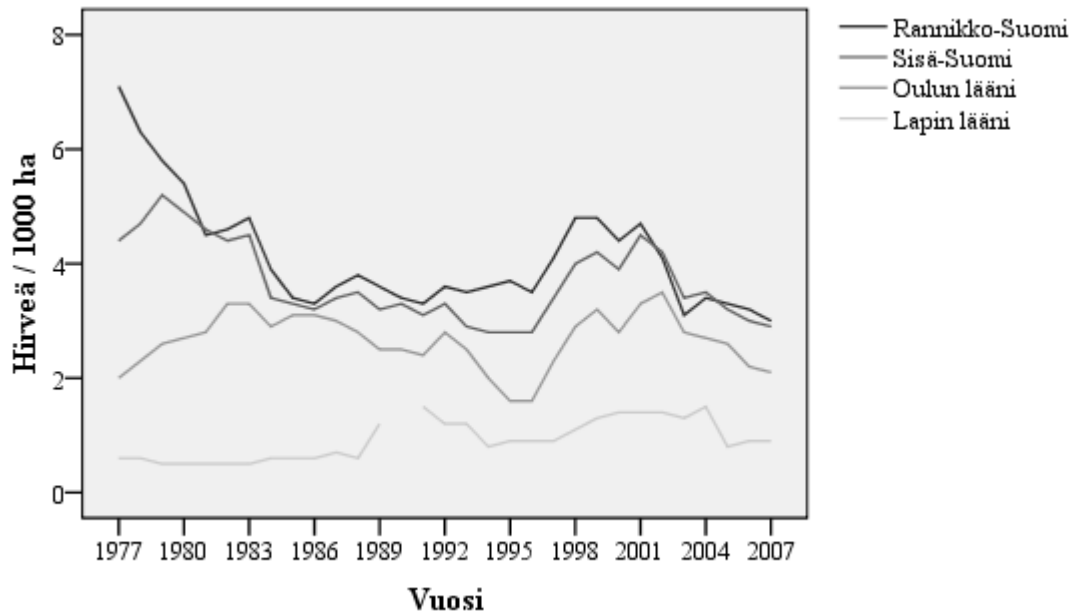
Viimeisen 30 vuoden aikana hirven talvikanta on Suomessa ensin pienentynyt voimakkaasti, jonka jälkeen on nähty voimakas talvikannan kasvu (kuva 2). Hirven talvikannan koossa tapahtuneista suurista muutoksista huolimatta on päädytty hyvin lähelle vuoden 1977 tilannetta, jolloin hirven talvikanta oli hieman alle 100 000 yksilöä (Peltola 2009).



**Kuva 2.** Metsästyksen jälkeisen hirven talvikannan kehitys Suomessa vuosina 1977–2008 (Peltola 2009, Pusenius 2009).

Hirvikannan kehityksessä on ollut suurta alueellista vaihtelua Suomen eri osien välillä (Heikkilä 1999). Esimerkiksi Itä- ja Pohjois-Suomessa hirvikanta taantui voimakkaasti 1990-luvulla (Nygrén 1998), kun Keski- ja Etelä-Suomessa hirvikanta oli voimakkaassa kasvussa (Heikkilä 1999). Kuvasta 3. nähdään, kuinka hirvitiheys on vaihdellut viimeisen 30 vuoden aikana eri osissa Suomea. Hirvitiheyden muutokset mukailivat hirven talvikannassa tapahtuneita muutoksia.





**Kuva 3.** Suomen hirvitiheys suuralueittain vuosina 1977–2007 (Peltola 2009).

## 1.2 Hirven ravinnonhankinta

Hirven ravinnontarve vaihtelee vuodenajan mukaan siten, että se on kesällä selvästi suurempi kuin talvella. Perssonin ym. (2000) mukaan hirvi syö talvella tuoretta ravintoa noin kymmenen kiloa vuorokaudessa, kun vastaavasti Löyttyniemi ja Lääperi (1988) ovat esittäneet, kuinka hirven ravinnontarve on talvella 8–16 kiloa vuorokaudessa. Kesällä hirvi voi syödä tuoretta ravintoa jopa 30–40 kiloa vuorokaudessa (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Persson ym. 2000).

Hirven ruokavalio jakaantuu kahteen kauteen vuodenaikojen mukaan. Talvella hirvi syö mäntyä, kun kesällä ruokavalio koostuu suurimmaksi osaksi koivun lehdistä (Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988). Kausien välillä, touko- ja lokakuussa, varpujen osuus hirven ruokavaliossa lisääntyy. Tällöin hirvi syö runsaasti mustikkaa ja kanervaa (Cederlund ym. 1980, Hjeljord ym. 1990). Talvella hirven ruokavaliossa on vain pientä vaihtelua, sillä eri puu- ja pensaslajit muodostavat pääosan talviravinnosta. Mänty on eniten ravinnoksi käytetty puulaji (Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988, Shipley ym. 1998). Männystä hirvi syö neulasia, kuorta ja oksia (Cederlund ym. 1980). Myös kataja ja koivu ovat suosittua ravintoa (Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988). Katajan ja koivun lisäksi hirvi syö mielellään eri pajulajeja, pihlajaa ja haapaa (Bryant & Kuropat 1980, Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988, Shipley ym. 1998), jos niitä on saatavilla.

Kesällä hirven ruokavalio on runsas ja vaihteleva (Cederlund ym. 1980, Hjeljord ym. 1990), jolloin hirvi syö lähes kaikkia kasvikunnan tuotteita, jopa suo- ja vesikasveja (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Härkönen 1997). Hirvi ruokailee kesällä kenttäkerroksessa, mutta se hankkii ravintoa myös puista ja pensaista. Kesällä hirven suosima ravinto vaihtelee kuukausittain (Hjeljord ym. 1990). Cederlundin ym. (1980) mukaan hirvi syö eri kasvilajeja monipuolisimmin touko- ja kesäkuussa, kun Hjeljordin ym. (1990) mukaan hirvi käyttää heinäkuun aikana monipuolisimmin eri kasvilajeja ravinnokseen. Yli puolet hirven ravinnosta kesän aikana koostuu raudus- ja hieskoivusta (Cederlund ym. 1980, Hjeljord ym. 1990). Koivujen lisäksi hirvi syö mustikkaa (Hjeljord ym. 1990). Hirvi käyttää ravinnokseen myös eri pajulajeja, vadelmaa sekä maitohorsmaa (Cederlund 1980, Hjeljord ym. 1990). Hirvi syö läpi vuoden pihlajaa sekä pienissä määrin muita saatavilla olevia lehtipuita, kuten vaivaiskoivua, tervaleppää, haapaa ja tuomea. Kuusta hirvi käyttää ravinnokseen vain harvoin (Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988).

Vaikka hirvi käyttää monipuolisesti eri kasvilajeja ravinnokseen läpi vuoden, se valikoi käyttämänsä ravinnon tarkkaan (Härkönen 1997). Erityisesti hirvi valitsee ravintonsa talvella, mutta myös tilanteissa, joissa on tarjolla paljon sopivaa ravintoa (Heikkilä 1991). Hirven ravinnonvalinta voi tapahtua monella eri tasolla. Se voi valita ravintonsa maantieteellisen levinneisyyden, elinympäristön, ruokailualueen, puulajien, puuyksilöiden ja puuyksilön eri osien perusteella (Hjeljord ym. 1990, Danell ym. 1991).

Hirven ravinnonvalintaan vaikuttavat ravintokasvin ominaisuudet, jotka voidaan jakaa laadullisiin ja määrällisiin ominaisuuksiin. Laadullisista ominaisuuksista kasvin ravintoarvo, eli kuinka paljon ravinteita kasvi sisältää, on yksi hirven ravinnonvalintaan vaikuttavista tekijöistä (Cederlund ym. 1980). Myös kasvin sisältämät hirvelle haitalliset aineet vaikuttavat ravinnonvalintaan (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Shipley ym. 1998). Hirvelle haitallisia kasvien sisältämiä aineita ovat sekundaariset aineenvaihdunnan tuotteet kuten terpenoidit, fenoliset yhdisteet ja alkaloidit (Löyttyniemi & Lääperi 1988), jolloin hirvi pyrkii suosimaan ravinnonvalinnassaan lehtipuita havupuiden sijasta, koska havupuut sisältävät suuria määriä hirvelle haitallisia terpeenejä (Shipley ym. 1998). Myös kasvin maistuvuus ja sen sulavuus voivat vaikuttaa hirven ravinnonvalintaan (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Palo ym. 1992, Hörnberg 2001).

Laadullisten ominaisuuksien lisäksi ravinnon määrälliset ominaisuudet vaikuttavat hirven ravinnonvalintaan. Määrällisistä ominaisuuksista kasvin saatavuus on tärkein valintaan vaikuttava tekijä (Cederlund ym. 1980, Heikkilä & Mikkonen 1992, Edenius 1993, Heikkilä & Härkönen 1993, Hörnberg 2001). Hörnbergin (2001) mukaan muiden ravintokasvien määrän hirven elinalueilla on havaittu vähentävän männyn osuutta hirven ruokavaliossa. Ravintokasvin laadullisten ja määrällisten ominaisuuksien lisäksi, kasvin morfologiset ominaisuudet vaikuttavat hirven ravinnonvalintaan. Danellin ym. (1991) mukaan hirvi suosii männyn taimia, joista hirvi saa paljon ravintoa ja joissa on suuret vuosikasvaimet, jolloin hirven ravinnonhankinta tehostuu. Suurikokoisia oksia syödessään hirvi välttyy kasvin sisältämien fenolien haittavaikutuksilta, koska suurissa oksissa fenoleita on vähemmän kuin pienikokoisissa oksissa. Pienikokoisissa oksissa sen sijaan on paljon ravinteita ja ne ovat sulavampia, jolloin hirven on valittava ravintoa hankkiessaan sopiva oksan koko (Palo ym. 1992). Myös Shipley ym. (1998) ovat todenneet hirven suosivan taimia, joissa on suurempia oksia pienempien oksien sijasta. Tällöin hirvi tekee ravintokasvin valinnan ensisijaisesti puuyksilön ominaisuuksien perusteella (Haukioja ym. 1982, Löyttyniemi & Lääperi 1988, Danell ym. 1991).

Ravintokasvin laadullisten, määrällisten ja morfologisten ominaisuuksien lisäksi hirven ravinnonvalintaan vaikuttaa monia muitakin tekijöitä. Ravinnonvalintaan voi vaikuttaa hirven yksilölliset ominaisuudet, kuten ikä, sukupuoli, kunto sekä ruokailutavat (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Hirven ravinnonvalintaan voi vaikuttaa myös taimen alkuperä, sillä hirven on havaittu käyttävän ravinnokseen valintatilanteessa eteläistä alkuperää olevia taimia enemmän kuin pohjoista alkuperää olevia taimia (Niemelä ym. 1989, Viherä-Aarnio & Heikkilä 2006). Lisäksi ravinnonvalintaan voi vaikuttaa kasvupaikan ravinteisuus, sillä hirven on havaittu hankkivan ravintonsa reheviltä kasvupaikoilta (Danell ym. 1991, Härkönen ym. 1996). Myös lannoitus, ojitus, valo-varjostus -olosuhteet ja aiempi syönte vaikuttavat hirven ravinnonvalintaan (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Heikkilä 1991, Heikkilä & Härkönen 1993, Shipley ym. 1998, Härkönen ym. 1998, Ball ym. 2000, Bergqvist ym. 2003). Kasvupaikan muut fyysiset ominaisuudet, kuten kosteus, voivat vaikuttaa ravinteisuuden lisäksi hirven ravinnonvalintaan. Hirvi suosii kosteita kasvupaikkoja, esimerkiksi soita, ravinnonhankinnassaan (Heikkilä & Härkönen 1993). Rungas vanhojen kuusikoiden määrä hirven elinalueilla on havaittu lisäävän männyn osuutta hirven ruokavaliossa (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Heikkilä & Härkönen 1993).

Myös maaston topografia voi ohjata hirven ravinnonvalintaa ja asutuksen, teiden ja peltojen määrä sekä läheisyys voivat vaikuttaa hirven ravinnonvalintaan (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Lisäksi ilmastoon on havaittu vaikuttavan hirven ravinnonvalintaan. Hörnbergin (2001) mukaan sekä lumen syvyys että ilman lämpötila lisäävät männyn osuutta hirven ruokavaliossa.

Taimikon puulajikoostumuksen on havaittu vaikuttavan hirven ravinnonvalintaan. Heikkilän (1993) ja Heikkilän ja Härkösen (1993) tutkimuksissa lehtipuiden määrän lisääntyessä hirven männylle aiheuttamat vahingot lisääntyivät. Myös männyn taimiin kohdistuneet pääangan katkaisut lisääntyivät lehtipuiden määrän lisääntyessä. Taimikon puulajikoostumuksen on havaittu lisäävän männyn taimikoihin kohdistuneita vahinkoja erityisesti, jos koivut kasvavat männyn taimikossa suurina tiheyksinä tai kun koivut kasvavat taimikossa etukasvuisena männyn taimien yläpuolella (Heikkilä 1993, Heikkilä & Härkönen 1993, Härkönen ym. 1998, Nikula ym. 2008).

Hirven ravinnonhankinnasta aiheutuu muulle luonnolle erilaisia pitkäaikaisia vaikutuksia. Pohjois-Amerikassa Isle Royalen saarella tehtyjen tutkimusten perusteella on todettu, kuinka hirven ravinnonkäytöllä on merkittäviä vaikutuksia metsäekosysteemiin (McInnes ym. 1992). Myös muissa tutkimuksissa on todettu hirven ravinnonkäytön vaikutus metsäekosysteemin rakenteeseen ja sen toimintaan, erityisesti metsäekosysteemin tuottavuuteen (Risenhoover ym. 1987, Huntly 1991, Persson ym. 2000, Pastor & Danell 2003, Persson 2003, Persson ym. 2005a, Heikkilä & Härkönen 2007). Hirven ravinnonhankinta vaikuttaa metsäekosysteemissä kasvien lisääntymiseen, kasvuun (Huntly 1991, Motta 1996) ja kuolleisuuteen (Huntly 1991, Pastor & Danell 2003), jolloin metsikön kehitys hidastuu (Risenhoover ym. 1987). Ravinnonhankinta vaikuttaa myös kasvillisuuden runsaussuhteisiin ja kasvillisuuden rakenteeseen hirven suosissa ravintonaan vain tiettyjä kasvilajeja (Risenhoover ym. 1987, Huntly 1991, Bryant ym. 1991, McInnes ym. 1992, Motta 1996, Pastor & Danell 2003). Hirven ravinnonhankinta hidastaa kasvien kehitystä, erityisesti pituuden kasvua (Risenhoover ym. 1987, Huntly 1991, Pastor & Danell 2003, Persson 2003, Persson ym. 2005a). Lehtipuiden keskipituuksien on havaittu laskeneen hirven ravinnonhankinnan seurauksena (Heikkilä ym. 2003). Pidempiaikainen pituuskasvun heikentyminen voi estää yksittäisten kasvilajien, erityisesti lehtipuiden lisääntymisen (Risenhoover ym. 1987, Heikkilä ym. 2003). Hitaammin pituutta kasvavat taimet ovat hirven saatavilla pidemmän ajan (Persson ym. 2005a).

Heikentynyt pituuden kasvu muuttaa metsikön rakennetta. Osa puista ei kasva hirven ravinnonhankinnan seurauksena ylempiin latvuserroksiin, jolloin metsikköön voi muodostua luontaista avoimempi latvusto (Risenhoover ym. 1987, McInnes ym. 1992). Avoimempi latvusto lisää valon määrää pensas- ja kenttäkerroksessa, jolloin nämä kerrokset runsastuvat (McInnes ym. 1992).

Luontaista avoimemman latvuston seurauksena latvuserroksen tuottaman karikkeen määrään on havaittu vähentyneen (McInnes ym. 1992, Persson 2003, Persson ym. 2005b), jolloin pensas- ja kenttäkerroksen runsastuminen valon määrän lisääntymisen seurauksena lisää ruohovartisten kasvien karikkeen määrää (McInnes ym. 1992). Hirven ravinnonhankinnan seurauksena männyn taimikossa muodostuu avoimempi latvusto ja karikkeen määrä vähenee, sekametsikössä sen sijaan karikkeen määrää vähenee ja sen laatu heikkenee (Persson 2003), jolloin karikkeen määrään ja laadun muutokset ovat seurausta muutoksista kasvillisuudessa (McInnes ym. 1992, Persson 2003). Muutokset karikkeen määrässä ja laadussa voivat vaikuttaa ravinteiden saatavuuteen (Persson ym. 2005b) ja ravinteiden kiertoon, jolloin kasvupaikan tuottavuus laskee (Pastor & Danell 2003, Persson 2003, Persson ym. 2005b). Muutokset maaperän ravinteisuudessa voivat johtaa edelleen muutoksiin kasvillisuudessa (Pastor ym. 1993).

### **1.3 Metsätalousvahingot**

Hirven aiheuttamia vahinkoja metsässä ovat runkojen katkonta, latvakasvainten syönti, sivuoksien syönti sekä lehtien riivintä (Tomppo & Joensuu 2003). Merkkeinä vahingosta voivat olla myös hampaanjäljet sekä sarvien hankausjäljet puiden rungoissa. Tallaamisesta aiheutuu vahinkoja varsinkin nuorissa taimikoissa (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Tomppo & Joensuu 2003). Hirvivahingon tunnistamiseen maastossa vaikuttaa, kuinka kauan tapahtuneesta tuhosta on kulunut aikaa, kuinka voimakas tuho on ollut sekä siitä, missä osassa puun runkoa tuho ilmenee (Tomppo & Joensuu 2003). Jotkin puulajit kestävät paremmin hirven syönnin aiheuttamaa räsitusta, jolloin syöntijälkien havaitseminen voi olla hankalaa (Mäki ym. 1981). Hirvivahingot ovat kuitenkin suhteellisen helppoja tunnistaa (Tomppo & Joensuu 2003).

Hirvi tekee merkittäviä vahinkoja männyn taimikoissa (Haukioja ym. 1982). Pienistä männyn taimista hirvi syö latvakasvaimia. Latvatuhojen määrä vähenee taimien saavuttaessa kahden metrin pituuden ja nelimetristen taimien katkominen on jo harvinaista. Taimien kasvaessa hirvi siirtyvät syömään taimen sivuoksia.

Taimien ollessa 5–6 metriä pitkiä syönti loppuu (Heikkilä 1999). Vahinkojen merkittävyyteen vaikuttaa, kuinka moni taimista on vahingoittunut, onko vahinko kertaluonteinen vai toistuva, ja minkä pääranan kasvaimen kohdalta taimen latva on katkaistu (Tomppo & Joensuu 2003). Männyn lievällä oksasyönnillä tai lievillä kuorivaurioilla ei ole todettu olevan merkittävää vaikutusta taimen pituuden ja läpimitan kasvuun tai taimen laatuun (Danell ym. 1994, Faber 1996). Sivuoksien syönti voi jopa parantaa puun laatua vähentämällä oksaisuutta rungon tyviosassa (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Oksasyönnin seurauksena puuhun syntyy kuitenkin vioituskohta, johon voi myöhemmin iskeä laho. Latvakasvaimen katkeaminen sen sijaan vaikuttaa sekä männyn pituuden että läpimitan kasvuun (Heikkilä & Löyttyniemi 1992). Latvakasvaimen katkeaminen aiheuttaa myös puun laatua alentavan runkovian (Löyttyniemi 1983). Kun katkeaminen tapahtuu ylimmän tai toiseksi ylimmän kasvaimen alapuolelta, ei katkeamisella ole merkittävää vaikutusta taimen pituuden tai läpimitan kasvulle. Päärangan kolmannesta kasvaimesta katkenneet taimet pystyvät vielä ongelmitta jatkamaan kasvuaan, mutta kasvavat selvästi terveitä taimia hitaammin (Heikkilä & Löyttyniemi 1992). Päärangan kolmannen kasvaimen alapuolelta katkennut taimi ei sen sijaan elvy hirven aiheuttamasta vahingosta (Löyttyniemi 1983). Lievä, toistuva syönti voi pysäyttää taimen pituuskasvun ja johtaa taimen pensastumiseen (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Päärangan katkeaminen taas aiheuttaa voimakasta ja pysyvää mutkaisuutta, mikä taimen kasvaessa laskee kasvatettavan puutavaran laatua (Heikkilä & Löyttyniemi 1992).

Hirvi tekee vahinkoja myös koivun taimikoissa (Haukioja ym. 1982). Hirvi käyttää sekä raudus- että hieskoivua ravinnokseen ympäri vuoden (Cederlund ym. 1980, Danell ym. 1985). Hirven on havaittu suosivan rauduskoivua hieskoivun sijasta (Danell ym. 1985, Heikkilä 1991, Shipley ym. 1998). Rauduskoivun maistuvuus voi johtua sen nopeasta kasvutavasta, jonka seurauksena rauduskoivu on maittavampi ja sitä on tarjolla runsaammin kuin hieskoivua (Danell ym. 1985). Maittavuutensa ja taimikoiden vähyydestä johtuen lähes kaikki Suomessa kasvavat koivun taimikot joutuvat jossakin kehitysvaiheessa hirvituhojen kohteeksi (Heikkilä 1999). Kesällä hirvi riipii koivun lehtiä ja versoja, talvella se katkoo koivun latvoja ja oksia (Cederlund ym. 1980). Hirvi vahingoittaa koivun taimia pienistä taimista aina 3–4 metrisiin puihin (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Pienet, latvasta katkaistut taimet selviävät hirven ruokailusta hyvin ja ovat jatkossa kehityskelpoisia. Kookkaiden, ylimmän latvakasvaimen alapuolelta katkaistujen taimien selviäminen kehityskelpoisiksi on jo selvästi heikompi (Heikkilä 1993). Toistuvasti hirven vahingoittama koivu pensastuu (Löyttyniemi & Lääperi 1988).

Latvan katkeamisen seurauksena koivun runkoon kehittyi laatuviika, joka näkyy mutkaisuutena (Heikkilä 1993, Lilja & Heikkilä 2007). Varttuneemmissa taimissa vahingoitetusta kohdasta voi levitä värivika, joka myöhemmin muuttuu lahoviaksi. Lahovika voi vallata koko koivun rungon (Heikkilä 1999). Hirvituhojen aiheuttama mutkaisuus ja lahovika tekevät koivusta kasvatuskelvottoman (Löyttyniemi & Lääperi 1988).

Hirven taimikoille aiheuttamien vahinkojen määrän arvioiminen on tärkeää, koska hirvi voi metsissä liikkua aiheuttaen suuriakin taloudellisia vahinkoja (Heikkilä 1999). Valtakunnan metsien inventoinneissa on mitattu metsätuhoihin liittyvää tietoa aina 7. inventoinnista lähtien. Systemaattiseen otokseen perustuvaa tietoa metsätuhoista mitattiin ensimmäistä kertaa valtakunnan metsien 8. inventoinnissa. Inventoinneissa kuvataan metsätuhojen aiheuttajia, niiden ilmiä ja vakavuusastetta. Inventointituloksissa hirvi kuuluu luokkaan hirvet ja muut selkärankaisten. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin mukaan vuosina 1986–1994 koko maan metsämaan alasta 2,3 prosentilla eli noin 454 000 hehtaarilla ilmeni hirvien tai muiden selkärankaisten aiheuttamia tuhoja. Etelä-Suomessa tuhoja ilmeni 253 000 hehtaarilla ja Pohjois-Suomessa 201 000 hehtaarilla. Inventoinnin mukaan hirvien ja muiden selkärankaisten aiheuttamat tuhot olivat yleisempiä mäntyvaltaisissa metsissä ja tuhot kohdistuivat pääasiassa ikäluokkiin 1–20 vuotta metsikön puulajista riippumatta (Ylikojola & Nevalainen 2006). Ylikojolan ja Nevalaisen (2006) mukaan hirvet ja muut selkärankaisten kuuluvat koko maassa yleisimpiin metsätuhojen aiheuttajiin. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin mukaan hirvet ja muut selkärankaisten ovatkin olleet sienitautien jälkeen merkittävin tuhonaiheuttaja (Tomppo & Joensuu 2003). Kaikista hirvien ja muiden selkärankaisten aiheuttamista tuhoista suurin osa valtakunnan metsien 8. inventoinneissa oli lieviä tuhoja (49 %) ja lähes yhtä paljon havaittiin todettavia tuhoja (41 %). Vakavia tuhoja oli 0,8 prosenttia kaikista hirvien ja muiden selkärankaisten aiheuttamista tuhoista. Ylikojolan ja Nevalaisen (2006) mukaan hirvien ja muiden selkärankaisten aiheuttamien tuhojen esiintymisessä oli vuosina 1986–1994 suurta alueellista vaihtelua erityisesti tarkasteltaessa nuoria (ikäluokat 1–40) mäntyvaltaisia metsiä. Tällöin havaittiin tuhokeskittymiä Imatran ympäristössä, Uusimaa-Hämeen ja Pirkka-Hämeen, Pohjois-Karjalan, Kainuun itäosien, Pohjois-Pohjanmaan ja keskisen Lapin alueilla (Ylikojola & Nevalainen 2006).

Tehokkain keino metsätalousvahinkojen vähentämiseen on riittävän alhainen hirvikanta ja sen säätely (Heikkilä 1999, Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, Metsätuho-opas 2009). Ravinnon saatavuus, petoeläimet, erilaiset taudit ja kilpailevat kasvinsyöjät säätelevät luontaisesti hirvikantoja, mutta käytännössä hirvikantoja säädellään metsästämyllä (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Heikkilä 1999). Hirvikannan säätely metsästämyllä perustuu metsästyslakiin. Lain mukaan metsästystä tulee harjoittaa kestävän käytön periaatteiden mukaisesti. Kestävän käytön periaatteita noudattamalla hirvikanta pysyy elinvoimaisena. Lakiin säädetty elinvoimainen hirvikanta on optimaalisesti tuottava ja kehitykseltään tasainen. Hirvikantojen tuottavuuden jatkuvuus pyritään säilyttämään tarkoituksenmukaisella riistanhoidolla. Hirvikantojen säätelyä metsästämyllä perustellaan myös taloudellisella kantokyvyllä. Taloudellisen kantokyvyn tavoitteena on pitää kannan yksilötiheys sellaisella tasolla, että hirven aiheuttamat taloudelliset vahingot pysyvät kohtuullisina (Metsästyslaki 615/1993).

Hirvikannan säätely perustuu arvioon hirvikannan koosta. Riistaeläinten, joihin hirvi kuuluu, kannan koon arviointi ja kehityksen seuranta perustuu riistantutkimuksen ja metsästäjien yhteistoimintaan. Hirvikannan arviointi aloitettiin Suomessa lentolaskennoilla, joita käytetään paikoitellen edelleen kannan arvioinnissa. Lentolaskentojen lisäksi kannan kokoa arvioidaan hirvihavaintokortti-raportoinnilla. Hirvihavaintokortin avulla saadaan tietoa metsästyksen aikana tehdyistä havainnoista, metsästyksen jälkeen jäävästä hirvikannasta ja saadusta saaliista. Metsästysseurat tai seurueet täyttävät hirvihavaintokortit vuosittain. Hirvikannan koosta ja sen koostumuksesta tehdyt arviot perustuvat myös metsästäjien tekemiin kaatoilmoituksiin ja maastolaskentoihin (Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio 2000) ja harvemmin myös papanakasalaskentoihin (Heikkilä & Härkönen 2007). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tehtävä hirvikannan arvioinnissa on vastata tutkimustyöstä, joka järjestää laskennat ja käsittelee laskennoissa saadut tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos arvioi hirvikantaa usealla tavalla, joista tärkein on hirvihavaintokortti (Riistakantojen runsauden seuranta). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen lisäksi hirvikantaa arvioidaan riistanhoitopiireissä. Riistanhoitopiirien kannan arvioinnissa käytetään monia menetelmiä. Arvio perustuu tietoon alueen hirvikannan kehityssuunnasta, mahdollisiin lentolaskentoihin, hirvihavaintokortti-raportoinnin tuloksiin, saalismääriin ja metsästäjien muuhun havainnointiin (Hirvikannan arviointi 2009). Saadut arviot eivät ole täysin luotettavia tai yksiselitteisiä, mutta niiden avulla voidaan tehdä päätelmiä kannan koon ja sen koostumuksen kehityksestä (Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio 2000).



Hirvikannan tavoitetiheydet ovat koko maassa vähintään kaksi ja enintään neljä yksilöä 1000 hehtaarilla ja Keski- ja Pohjois-Lapissa vähintään puoli ja enintään kolme yksilöä 1000 hehtaarilla (Nikula ym. 2007). Hirvikannan koosta päätetään maan 15 riistanhoitopiirissä, jossa sopiva hirvikannan koko arvioidaan vuotuisen hirvikannan kokoarvion ja hirvivahinkojen määrän perusteella. Optimaalista hirvitiheyttä arvioitaessa on tärkeää huomioida yksilötiheys ja saatavilla olevan ravinnon määrä. Hirvitiheyden ylittäessä viisi yksilöä 1000 hehtaarilla alkavat taimikoihin kohdistuvat tuhot lisääntyä nopeasti (Heikkilä 1999). Kun hirvitiheys on yli kymmenen yksilöä 1000 hehtaarilla, metsien kestokyky on koetuksella ja hirven aiheuttamat vahingot ovat merkittäviä (Heikkilä & Härkönen 2007). Hirvitiheysiin tulee kiinnittää huomiota erityisesti hirven talvehtimisalueilla (Heikkilä 1999).

#### **1.4 Hirvivahinkojen korvaaminen**

Vuonna 2005 laaditussa riistavahinkotyöryhmän muistiossa on kattava kuvaus Suomen hirvieläinvahinkojen korvausjärjestelmän kehityksestä ja sen toiminnasta (Riistavahinkotyöryhmän muistio 2005). Hirvieläinten aiheuttamia vahinkoja on korvattu Suomessa jo vuodesta 1898, jolloin Keisari antoi Armollisen Asetuksensa (45/1989), joka koski metsästystä, mutta siihen sisältyi myös riistan aiheuttamien vahinkojen korvaaminen (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Riistavahinkotyöryhmän muistio 2005). Korvausjärjestelmää, jonka perusteella hirvieläinten aiheuttamia vahinkoja on Suomessa korvattu, on muutettu ajan myötä vain vähän. Hirvieläinten aiheuttamat vahingot on korvattu 2000-luvulle saakka metsästyslain (615/1993) 87 §:n nojalla (Riistavahinkotyöryhmän muistio 2005). Hirvieläinvahinkojen korvaamiseen liittyvä lainsäädäntö uudistui vuoden 2009 alussa. Uuden riistavahinkolain (105/2009) mukaan, joka on tullut voimaan 1.12.2009, korvataan hirvieläinten, petoeläinten sekä muiden riistaeläinten viljelysvahinkona, eläinvahinkona, metsävahinkona, irtaimisto- tai porovahinkona aiheuttamat vahingot. Hirvieläimiksi riistavahinkolaissa määritellään kuusipeura (po. täpläkauris), saksanhirvi (po. isokauris), japaninpeura (po. japaninkauris), hirvi, valkohäntäpeura (po. valkohäntäkauris) sekä metsäpeura.

Vahingonkorvausta hirvieläinvahinkoon voi hakea yksityinen maanomistaja, maanomistajan kuolinpesä, kuolinpesän osakkaiden muodostama yhtymä, yhteismetsän osakaskunta tai maanomistajien perustama yhtiö tai yhtymä (Riistavahinkolaki 105/2009). Korvausta haetaan alueellisista metsäkeskuksista kolmen vuoden kuluessa vahingon synnystä (Hirvieläinvahingot 2009).

Korvauksia voidaan hakea, kun hirvieläin on aiheuttanut vahinkoa metsänviljelyaineistolle, taimikolle tai sitä varttuneemmalle puustolle. Korvauksen saaminen edellyttää, että maanomistaja on pyrkinyt estämään vahingon syntymisen tai sen laajenemisen (Riistavahinkolaki 105/2009).

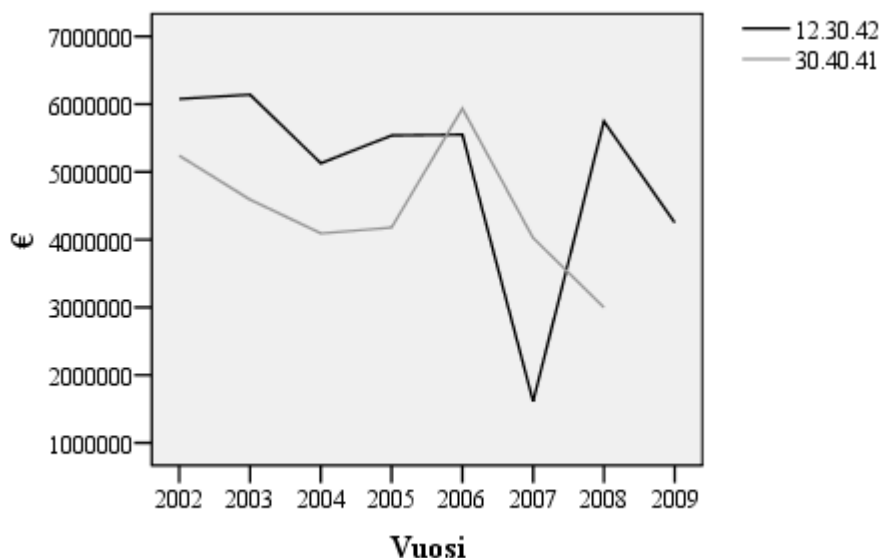
Metsänviljelyaineistolle aiheutetulla vahingolla tarkoitetaan hirvieläimen syönnin tai tallaamisen aiheuttamaa vahinkoa taimitarhalla, välivarastossa tai metsävarastossa olevalle viljelyaineistolle (Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01 2001). Metsänviljelyaineisto on vahingoittunut ja sille voidaan hakea korvausta, kun viljelyaineiston arvo on merkittävästi alentunut ja se ei hirvieläinvaurioiden vuoksi täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia. Taimikon tai sitä varttuneemman puuston vahinkojen korvaamiseen on mahdollista hakea korvausta, kun taimikon tai sitä varttuneemman puuston arvo on merkittävästi alentunut ja vahinkoalueella on yksi tai useampi vähintään 0,1 hehtaarin suuruinen hirven vahingoittama alue (Hirvieläinvahingot 2009, Riistavahinkolaki 105/2009). Lisäksi vahingoittuneen puuston tulee olla vahingon sattuessa metsälain (1093/1996) 8 §:n 1 momentissa kuvatulla tavalla kasvatuskelpoinen (Riistavahinkolaki 105/2009).

Taimikolle tai sitä varttuneemmalle puustolle tapahtuneet vauriot arvioi metsäkeskus maa- ja metsätalousministeriön antamien ohjeiden mukaan, jolloin alueelle tehdään maastokäynti vahingon arvioimiseksi. Maastoarvioinnin jälkeen lasketaan metsänomistajalle maksettava korvaus Hivala-ohjelman avulla. Korvauksen hakijan tulee maksaa metsäkeskukselle vahinkojen arvioinnista aiheutuneet kustannukset. Metsäkeskuksen arviointikustannus kattaa maastoarvioinnin tekemisen, vahingon arviokirjan laadinnan ja maksettavien korvausten laskennan. Metsäkeskukselle maksettu arviointikustannus korvataan maanomistajalle varsinaista vahingonkorvausta maksettaessa (Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01 2001). Hirvieläimen aiheuttamien vahinkojen yhteenlasketun määrän tulee ylittää kalenterivuoden aikana 170 euroa, jotta vahinko korvataan (Riistavahinkolaki 105/2009). Aiheutuneista vahingoista voidaan korvata korvauksen hakijalle metsätalousvahingoista johtuvat taloudelliset menetykset, kun metsänviljelyaineiston, taimikon tai varttuneemman puuston arvo on merkittävästi alentunut tai kun alue täytyy täydentää viljelemällä tai uudelleen metsittää (Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01 2001). Maksettavasta korvauksesta vähennetään kuluneen kolmen vuoden aikana maksetut korvaukset eikä korvausta makseta, jos vahingoittumattomien taimien lukumäärä ylittää hyvän metsänhoidon suositusten mukaiset metsänuudistamisen taimitiheydet.

Muut lainsäädännön tai vakuutuksen perusteella saadut korvaukset otetaan huomioon vähennyksinä korvausta laskettaessa. Lisäksi on olemassa tilanteita, joissa maksettavaa korvausta voidaan alentaa tai vahingonkorvauksen maksaminen julkisista varoista ei ole perusteltua. Tällaisissa tilanteissa korvauksen hakijan katsotaan myötävaikuttaneen vahingon syntymiseen tai sen laajenemiseen tai hakija on kieltänyt sellaisten toimenpiteiden suorittamisen, joilla voitaisiin estää hirvivahingon syntyminen tai sen laajeneminen (Riistavahinkolaki 105/2009).

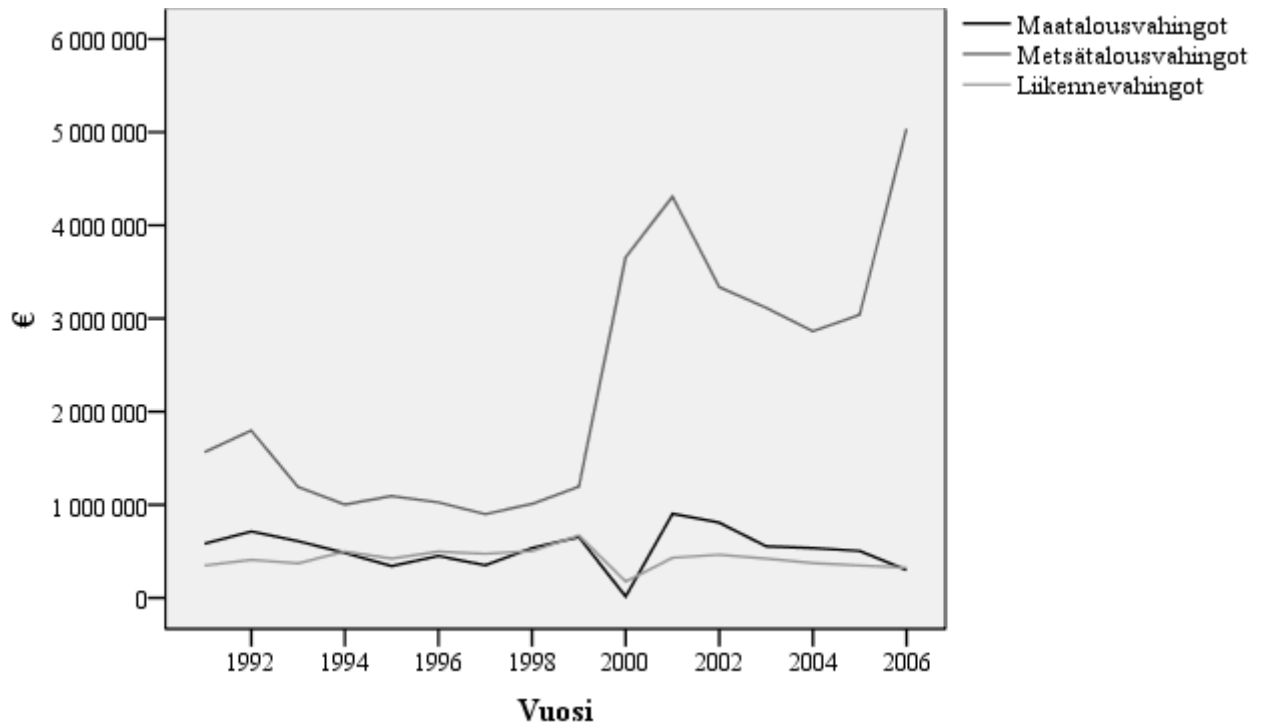
Metsäkeskukset toimittavat vuosittain tammikuun aikana maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosastolle tiedon oman alueensa edellisenä vuonna arvioitujen vahinkojen sekä ehdotettujen korvausten määrästä. Maa- ja metsätalousministeriö päättää metsäkeskusten tekemien ehdotusten pohjalta valtion talousarvion rajoissa valtion varoista maksettavat metsäkeskuskohtaiset määrärahat. Määrärahat myönnetään joka vuosi erikseen ja ne toimitetaan metsäkeskuksiin kevään aikana. Korvauksen hakija saa korvaukset suoraan metsäkeskukselta (Maa- ja metsätalousministeriön määräys 2001).

Hirvieläinvahingoista maksetut korvaukset ovat olleet vuodesta toiseen suurin piirtein saman verran kuin hirvieläinten pyyntilupamaksuista ja valtion hyväksi myytävistä hirvieläimistä kertyy valtiolle tuloja (Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio 2000). Hirvieläinvahinkojen korvaamiseen käytettävä arviomääräraha on sisällytetty valtion talousarvioon momentilla 30.41.40 *Hirvieläinten aiheuttamien vahinkojen korvaaminen* ja hirvieläinten pyyntilupamaksuista ja valtion hyväksi myytävistä hirvieläimistä kertyvät tulot momentilla 12.30.42 *Hirvieläinten metsästysmaksut* (Riistavahinkotyöryhmän muistio 2005). Kuvassa 4. ovat hirvieläinten metsästysmaksut ja hirvieläinten aiheuttamien vahinkojen korvaamiseen tarkoitetut arviomäärärahat vuodesta 2002 vuoteen 2008, sekä arvio vuodelle 2009 (Maa- ja metsätalousministeriön tilinpäätökset 2008).



**Kuva 4.** Momentilla 12.30.42 ilmoitetut hirvieläinten metsästysmaksut ja momentilla 30.40.41 hirvieläinten aiheuttamien vahinkojen korvaamiseen tarkoitetut arviomäärärahat vuodesta 2002 vuoteen 2008, sekä arvio vuodelle 2009 kertyvistä hirvieläintein metsästysmaksuista (Maa- ja metsätalousministeriön tilinpäätökset 2008).

Hirvieläinten aiheuttamien vahinkojen korvaamiseen käytetyt määrärahat voidaan jakaa maatalous-, metsätalous- ja liikennevahinkoihin. Koko 1990-luvun ajan on metsätalousvahinkojen korvaamiseen käytetty suurimmat määrärahat ja kehitys näyttäisi jatkuvan myös 2000-luvulla (kuva 5). Vuonna 2006 hirvieläinten aiheuttamien metsätalousvahinkojen korvaamiseen käytettiin ennätyselliset viisi miljoonaa euroa, mikä on suurin korvattu määrä 2000-luvulla. Vuonna 2007 metsätalousvahinkoja korvattiin 2 900 000 eurolla ja vuonna 2008 2 425 126 eurolla (Härkönen 2009, julkaisematon). Hirven aiheuttamien metsätalousvahinkojen todelliset kustannukset ovat kuitenkin valtion maksamia korvauksia suuremmat, sillä korvauksia ei makseta yhtiöille eikä valtiolle. Lisäksi kaikki metsänomistajat eivät hae hirven aiheuttamiin vahinkoihin korvauksia valtiolta (Aarnio & Härkönen 2007).



**Kuva 5.** Pyyntilupamaksuvaroilla korvatut maatalous-, metsätalous- ja liikennevahingot Suomessa vuosina 1991–2006 (Härkönen 2009, julkaisematon).

Valtion hyväksi myytävistä hirvieläimistä sekä hirvieläinten metsästäjien maksamina pyyntilupamaksuina saatuja varoja käytetään ensi sijassa hirvieläinten aiheuttamien vahinkojen ehkäisyyn sekä vahinkojen korvaamiseen. Varoja voidaan käyttää myös hirvieläinkantojen seurantaan sekä hirvieläinten tutkimukseen (Laki riistanhoitomaksusta ja pyyntilupamaksusta 616/1993).

## 2. TAVOITE

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia:

- 1) Mikä oli Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella vuonna 1997 hirvivaikokorvausta varten arvioitujen hirven vahingoittamien männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila vuonna 2007?
- 2) Mikä oli Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella vuonna 1997 hirvivaikokorvausta varten arvioitujen hirven vahingoittamien männyn taimikoiden kehityskelpoisuus vuonna 2007?
- 3) Olivatko Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella vuonna 1997 hirvivaikokorvausta varten arvioitujen hirven vahingoittamien männyn taimikoiden tuhot jatkuneet hirvivaikokorvausten suorittamisen jälkeen vuoteen 2007?

Tutkimuksen tarkastelujakson aikaisen, vuosien 1997–2007, Suomen hirven talvikannan koon ja sen kehityksen sekä hirven ravinnonhankinnan perusteella vuonna 1997 alueellisten metsäkeskusten arvioimien hirvituhojen hirvituhojen voidaan olettaa jatkuneen vuoteen 2007 saakka. Mikäli hirvituhot ovat jatkuneet arvioituilla hirvituhoilla, hirvituhojen voidaan olettaa heikentäneen sekä arvioitujen hirvituhojen metsänhoidollista tilaa että niiden kehityskelpoisuutta vuoteen 2007 mennessä.

### 3. AINEISTO JA MENETELMÄT

#### 3.1 Aineisto

Aineisto on kerätty kolmen metsäkeskuksen Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon alueelta. Vertailun mahdollistamiseksi tutkimukseen valittiin Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueet, jotka poikkeavat hirvitiheydeltään Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueesta. Keski-Suomen metsäkeskus on kartalla alue numero kahdeksan, Pohjois-Karjala numero kymmenen ja Pohjois-Savo numero yhdeksän (kuva 6) (Metsäkeskuksen internet-sivut 2010).



**Kuva 6.** Suomen metsäkeskukset, jossa Keski-Suomen metsäkeskus on kartalla alue numero kahdeksan, Pohjois-Karjala numero kymmenen ja Pohjois-Savo numero yhdeksän (Metsäkeskuksen internet-sivut 2010).

Metsäkeskusten hirvivahinkokohteista tutkimukseen valittiin kaikki männyn taimikot, joille oli vuonna 1997 tehty arvio hirven aiheuttamista vahingoista ja joille ei ollut tehty hirven aiheuttaman vahingon vuoksi täydennysviljelyä tai uudelleen metsitystä. Keski-Suomen metsäkeskuksen alueelta arvioinnin kohteena oli 13, Pohjois-Karjalan alueelta 19 ja Pohjois-Savon alueelta 21 kuviota. Arvioitujen kuvioiden määrä vaihtelee metsäkeskuksittain, koska vuonna 1997 hirvivahinkokohteita oli eri määrät eri metsäkeskusten alueella.

Kaikki arvioidut hirvituho-kuviot oli perustettu istuttamalla ja niille ei ollut tehty taimikon varhaishoitoa tai taimikonhoitoa ennen vuotta 1997. Tarkastelujakson aikana vuosina 1997–2007 tehdyistä taimikonhoitotoimenpiteistä ei ollut käytettävissä tietoja tutkimusta tehtäessä. Asianomaiset metsäkeskukset olivat arvioineet kuvioiden puuston vuonna 1997 ja vuonna 2007 kuviot arvioi Metsäntutkimuslaitos. Pohjois-Savon kuviot oli kuitenkin arvioitu poikkeuksellisesti jo vuonna 2005. Arviointien ohjeistus pohjautui maa- ja metsätalousministeriön metsäkeskuksille antamiin ohjeisiin hirvivahingon arvioimisesta (Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01 2001). Sekä vuonna 1997 että vuonna 2007 mitattiin ja arviointiin myös muita kuin maa- ja metsätalousministeriön ohjeisiin kirjattuja puustotunnuksia ja kuviotietoja. Kaikki vuosina 1997 ja 2007 kuvioilta mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot on kuvattu liitteissä 1 ja 2. Arvioitujen kuvioiden keskimääräinen pinta-ala tutkimusalueilla oli kaksi hehtaaria ja pinta-ala vaihteli 0,3–6 hehtaaria. Yleisin metsätyyppi kuvioilla oli tuore kangas, vastaava suo tai mustikkaturvekangas. Vuonna 2007 kuvioilta mitattujen koealojen lukumäärä vaihteli 7–15 koealaan kuvion koosta riippuen (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Kuvioiden ja koealojen perustiedot.

	<b>Keski-Suomi</b>	<b>Pohjois-Karjala</b>	<b>Pohjois-Savo</b>
Kuvioita (kpl)	13	19	21
Kuvioiden keskimääräinen koko (ha)	2	2	2
Pienin arvioitu kuvio (ha)	0,7	0,4	0,3
Suurin arvioitu kuvio (ha)	6	4,5	5
Koealoja keskimäärin kuviolla vuonna 2007	12	7	15

### 3.2 Menetelmät

Vuonna 1997 arvioiduilta alueilta oli täytetty hirvivahingon arviokirja ja koealalomake. Koealalomakkeen tiedot oli täytetty linjoittaisen koeala-arvioinnin avulla, jossa koealoina käytettiin 50 m<sup>2</sup> suuruisia ympyräkoealoja. Koealojen lukumäärä vahinkoalueelle määritettiin Tapi-  
on maastotarkastusohjeiden mukaan (taulukko 2).



**Taulukko 2.** Koealojen lukumäärä hirvivahinkoalueella Tapion maastotarkastusohjeen mukaan (Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01 2001).

Tarkastettavan kuvion koko (ha)	Linja- ja koealaväli (m)	Koealoja (kpl/ha)
alle 1,0	25	16
1,0–2,0	30	11
2,1–3,0	35	8
3,1–4,0	40	6
4,1–6,0	45	5
yli 6,0	50	4

Arviokirjaan oli kirjattu kuvion tiedot: korvauksen hakija, kunta, kuvion numero, kuvion sijainti, kuvion pinta-ala sekä metsätyyppi. Koealalomakkeelle oli kirjattu mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot: koealan numero, vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden taimien lukumäärä, toisen jakson taimien lukumäärä sekä vaurioituneiden taimien keskipituus koealalla. Vahingoittuneet taimet oli merkitty lomakkeessa neljään eri vaurioluokkaan (liite 3). Koealalomakkeen tiedoista oli laskettu arviokirjaan kuvion puustotiedot: vahingoittunut puulaji ja taimikon keskipituus ennen vahinkoa. Arviokirjaan oli merkitty myös taimikonhoitotyön tarve sekä kuvion toimenpide-ehdotus.

Vuonna 1997 suoritetuista arvioinneista on tutkimuksessa ollut käytettävissä seuraavat tiedot: omistaja, kunta ja arvioitavan kuvion numero. Kuvion pinta-ala oli ilmoitettu hehtaareina ja pinta-alan alaraja oli 0,1 hehtaaria. Kuvion metsätyyppi oli ilmoitettu neljän luokan avulla: OMT ja vastaava lehtomainen kangas, vastaava suo ja ruohoturvekangas, MT ja vastaava tuore kangas, vastaava suo ja mustikkaturvekangas, VT ja vastaava kuivahko kangas, vastaava suo ja puolukkaturvekangas ja CT ja vastaava kuiva kangas, vastaava suo ja varputurvekangas. Kuvion vahingoittunut puulaji oli se kasvatuskelpoinen puulaji, joka oli mahdollista kasvatuttaa päätehakkuuseen asti, tai se puulaji, jonka hyväksi taimikonhoitotyöt oli tehty tai tulitaisiin tekemään. Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena oli männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila ja kehityskelpoisuus, jolloin muut puulajit (liite 1) on jätetty tarkastelun ulkopuolelle vuoden 1997 tuloksista. Kuviolta oli ilmoitettu taimikon keskipituus ennen vahinkoa. Taimikon keskipituus tarkoittaa koealan mediaanipuun pituutta ennen hirvivahinkoa. Kuviolle oli määritetty taimikonhoitotyön tarve, jolloin arvioidulla kuviolla olevassa taimikossa joko oli tai ei ollut taimikonhoitotyön tarvetta.

Taimikonhoitotyön tarpeen lisäksi kuviolle oli määritetty toimenpide-ehdotus. Toimenpide-ehdotuksen määrittäminen tarkoittaa, että taimikossa tehdään hirvivahingon seurauksena täydennysviljely, uudelleen viljely tai taimikossa ei tehdä toimenpiteitä. Kuviolta oli ilmoitettu vahingoittumattomien taimien lukumäärä sekä vahingoittuneiden taimien lukumäärä eri vaurioluokkiin jaettuna. Vahingoittuneiden taimien luokitteluun käytetyt vaurioluokat on esitetty liitteessä 3. Vuonna 1997 kuviolta oli ilmoitettu lisäksi taimet, joista 20–50 % ja yli 50 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty, mutta taimissa ei ollut päärankavaurioita. Kuviolta oli ilmoitettu myös alemman jakson taimien lukumäärä. Alemman jakson taimilla tarkoitetaan koealoilla olevia toisen jakson taimia ja niiden lukumäärää. Mikäli arvioidulla kuviollla oli vahingoitettu vain toista jaksoa, oli lomakkeeseen merkitty vahingoittumattomien taimien lukumäärä. Arvioidulta kuviolta oli ilmoitettu tiheys, eli taimien lukumäärä hehtaarilla sekä tuhoutuneiden taimien lukumäärä ja maksetun korvauksen suuruus. Tuhoutuneiden taimien lukumäärä on laskennallinen ja se lasketaan Hivala-ohjelmalla taimien vaurioluokkia painottamalla.

Vuonna 2007 suoritetuista arvioinneista on tutkimuksessa ollut käytettävissä seuraavat tiedot: kunta, kuvion numero ja koealan numero. Arvioidut puulajit olivat: mänty, kuusi, rauduskoivu, hieskoivu, haapa, raita, muut pajut, pihlaja ja harmaaleppä. Puuston asema oli luokiteltu neljään luokkaan: valtapuu, lisävaltapuu, vallitsevan jakson muu puu, aluspuu ja alikasvos. Puuston kuntoluokka oli luokiteltu viiteen luokkaan: terve tai lievästi vioittunut, lievästi vioittunut, kohtalaisesti vioittunut, suuresti vioittunut ja kuollut puu. Puustosta oli ilmoitettu myös puuston pituus senttimetreinä, rinnankorkeusläpimitta millimetreinä ja päärankataitoksista aiheutuneiden latvanvaihtojen lukumäärä kappaleina. Puuston syöntiaste oli kuvattu neljällä luokalla: alle 25 %, 25–50 %, 50–75 % ja 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta syöty. Puustosta oli ilmoitettu myös päärankataitosten tyngän läpimitta millimetreinä sekä tyngän pituus senttimetreinä, paksuin oksa millimetreinä, mutkakulma asteina sekä päärangon katkaisukorkeus senttimetreinä. Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena eivät olleet männyn taimikoiden puutavaran laatuun liittyvät tekijät, jolloin edellä mainitut laatu-tunnukset (liite 2) on jätetty tarkastelun ulkopuolelle vuoden 2007 tuloksista.

Aineiston analysoinnissa käytettiin Microsoft Office Excel 2007 -taulukkolaskentaohjelmaa sekä SPSS 16.0 for Windows -ohjelmaa. Koealoilta mitattujen ja arvioitujen puustotunnusten ja muiden kuviotietojen avulla johdettiin kuviokohtaisia tietoja, jonka jälkeen kuviokohtaisten tietojen avulla voitiin johtaa metsäkeskuskohtaisia tietoja.

Vuonna 2007 koealoilta mitattujen tietojen avulla määritettiin aluksi kuvioiden perustiedot: pinta-ala, metsätyyppi ja mitattujen koealojen lukumäärä vuonna 2007. Osa vuonna 2007 arvioituista puustotunnuksista määritettiin myös puulajikohtaisesti. Puulajikohtaiset tunnuksset laskettiin puuston asemalle, kuntoluokalle, syöntiasteelle, latvanvaihdolle, pituudelle ja rinnankorkeusläpimitalle. Nämä tunnuksset määritettiin hehtaarikohtaisina tunnuksina.

Vuosina 1997 ja 2007 mitattuja ja arvioituja vertailukelpoisia puustotunnuksia vertailtiin keskenään, kuten männyn tiheyttä, männyn keskipituutta ennen vahinkoa ja vaurioituneiden mäntyjen lukumäärää eri vaurioluokkiin jaettuna. Vain niitä mitattuja ja arvioituja puustotunnuksia vertailtiin keskenään, joiden katsottiin olevan tarpeellisia tarkastelujakson aikana tapahtuneen muutoksen selvittämiseksi. Vuonna 1997 vahingoittuneet männyt oli arvioitu viiteen eri vaurioluokkaan (liite 3) ja myös vuonna 2007 vahingoittuneiden mäntyjen vaurioita oli kuvattu viidellä luokalla (liite 2). Männyn tiheys ja mäntyjen keskipituus ennen vahinkoa on määritetty vuosina 1997 ja 2007 samoilla menetelmillä, jolloin nämä tunnuksset ovat keskenään vertailukelpoisia. Korrelaatioanalyysi tehtiin käyttäen Pearsonin korrelaatiokerrointa. Korrelaatioanalyysissä vertailtavat puustotunnuksset metsäkeskuksittain olivat: vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 1997 ja 2007, vahingoitettujen mäntyjen tiheys ja lehtipuuston tiheys vuonna 2007 ja vahingoitettujen mäntyjen tiheys ja lehtipuuston pituus vuonna 2007. Varianssi-analyysinä käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä, jossa muuttujina olivat vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 1997 ja 2007 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla. Analyyseissä käytetyiksi puustotunnuksiksi valittiin sellaiset tunnuksset, joiden voitiin olettaa vaikuttaneen vahingoittuneiden mäntyjen tiheyteen aiempien tutkimustulosten perusteella.

## 4. TULOKSET

### 4.1 Vuosina 1997 ja 2007 arvioidut puustotunnukset

Pohjois-Karjalassa männyn tiheys oli vähentynyt arviointikertojen välillä kahdellatoista kuviolla ja seitsemällä kuviolla tiheys oli lisääntynyt (taulukko 3). Vuonna 1997 männyn keskimääräinen tiheys oli 1933 ja vuonna 2007 männyn keskimääräinen tiheys oli 1760 runkoa hehtaarilla. Keski-Suomessa männyn tiheys oli vähentynyt arviointikertojen välillä yhdeksällä kuviolla ja neljällä kuviolla tiheys oli lisääntynyt (taulukko 4). Vuonna 1997 männyn keskimääräinen tiheys oli 2033 runkoa hehtaarilla ja vuonna 2007 männyn keskimääräinen tiheys oli 1548 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Savossa männyn tiheys oli vähentynyt arviointikertojen välillä 20 kuviolla ja vain yhdellä kuviolla männyn tiheys oli lisääntynyt (taulukko 5). Vuonna 1997 männyn keskimääräinen tiheys oli 1931 ja vuonna 2007 männyn keskimääräinen tiheys oli 1231 runkoa hehtaarilla. Tutkimusalueiden puuston kokonaistiheys kuviokohtaisesti on esitetty liitteessä 5.

**Taulukko 3.** Männyn tiheys (r/ha) Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen hirvituhokuvioilla vuonna 1997 ja uudelleen arvioituna samoilla kuvioilla vuonna 2007.

Kuvio	1997	2007
1	2401	3943
2	2034	4667
3	1600	1800
4	2157	483
5	1657	1171
6	1771	829
7	1750	2350
8	2344	1957
9	1734	1167
10	1599	1200
11	3200	600
12	1825	2225
13	1966	1633
14	1700	1333
16	2333	1567
17	2025	1250
18	1514	2143
19	1675	1800
20	1445	1320

**Taulukko 4.** Männyn tiheys (r/ha) Keski-Suomen metsäkeskuksen alueen hirvituho kuvioilla vuonna 1997 ja uudelleen arvioituna samoilla kuvioilla vuonna 2007.

<b>Kuvio</b>	<b>1997</b>	<b>2007</b>
1234	2388	933
409	1657	1771
378	1715	914
203	1933	1000
6	1760	400
1	2000	1400
2	1900	2120
11	2000	2433
151	2208	1105
443	2375	6600
134	2400	750
12	1854	300
389	2234	400

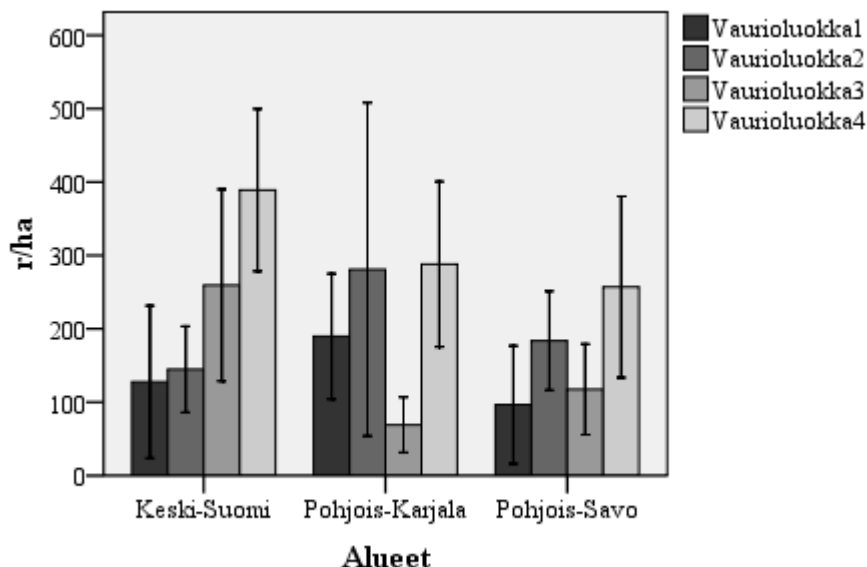
**Taulukko 5.** Männyn tiheys (r/ha) Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen hirvituho kuvioilla vuonna 1997 ja uudelleen arvioituna samoilla kuvioilla vuonna 2007.

<b>Kuvio</b>	<b>1997</b>	<b>2007</b>
6	2047	1573
169	2172	2333
170	2200	1691
140	2001	1320
141	1650	1225
317	1929	1333
116	1780	1300
449	1716	937
458	1800	1400
84	1600	811
139	1550	1171
167	1967	1162
235	2000	1575
241	2017	1600
265	1723	1150
278	2120	1600
104	2665	800
26	2052	1057
31	2072	571
33	2090	760
36	1400	491

Keski-Suomessa männyn pituus vuonna 1997 arvioiduilla kuvioilla oli keskimäärin 200 cm ja 757 cm vuonna 2007 (liite 4). Keski-Suomessa männyn pituuden kasvu tarkastelujakson aikana oli keskimäärin 557 cm. Keski-Suomessa kuvioden koko puuston pituus vuonna 2007 oli keskimäärin 601 cm. Pohjois-Karjalassa männyn pituus vuonna 1997 arvioiduilla kuvioilla oli keskimäärin 195 cm. Vuonna 2007 männyn pituus oli 651 cm ja männyn pituuden kasvu tarkastelujakson aikana oli keskimäärin 455 cm. Pohjois-Karjalassa kuvioden koko puuston pituus oli vuonna 2007 keskimäärin 547 cm. Pohjois-Savossa männyn pituus vuonna 1997 arvioiduilla kuvioilla oli keskimäärin 281 cm ja 475 cm vuonna 2007. Pohjois-Savossa männyn pituuden kasvu tarkastelujakson aikana oli keskimäärin 194 cm. Pohjois-Savossa kuvioden koko puuston pituus oli vuonna 2007 keskimäärin 550 cm.

Tutkimusalueilla hirvituokuvioden pääpuulaji oli vuonna 1997 mänty (liite 4). Vuonna 2007 Keski-Suomessa mänty oli pääpuulaji enää viidellä kuviolla. Keski-Suomessa kuvioilla, joiden pääpuulaji oli vaihtunut vuoteen 2007 mennessä, kuusi oli pääpuulaji viidellä kuviolla, rauduskoivu yhdellä kuviolla ja hieskoivu kahdella kuviolla. Pohjois-Karjalassa vuonna 2007 mänty oli pääpuulaji yhdellätoista kuviolla, kuusi oli pääpuulaji kolmella kuviolla ja hieskoivu viidellä kuviolla. Pohjois-Savossa vuonna 2007 pääpuulaji oli vaihtunut yhdellä kuviolla, jonka pääpuulaji oli hieskoivu.

Vuonna 1997 hirven vahingoittamat männyt arvioitiin neljään eri vaurioluokkaan (kuva 7). Vuonna 1997 lukumäärällisesti vakavimmin vaurioituneita, vaurioluokkaan 4 kuuluvia mäntyjä, oli eniten Keski-Suomessa ja vähiten Pohjois-Savossa. Vahingoittumattomia mäntyjä oli vuonna 1997 Keski-Suomessa 1042, Pohjois-Karjalassa 1009 ja Pohjois-Savossa 1182 runkoa hehtaarilla.



**Kuva 7.** Hirven vahingoittamien mäntyjen jakaantuminen eri vaurioluokkiin (r/ha) Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueen hirvituho kuvioilla vuonna 1997. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.

#### 4.2 Vuonna 2007 arvioidut puustotunnukset

Keski-Suomessa hirvituho kuvioiden puusto oli asemaltaan vuonna 2007 joko valtapuita tai alikasvosta (liite 5). Asemaltaan valtapuita edusti kahdeksan kuvioita ja alikasvosta viisi kuvioita. Pohjois-Karjalassa kuvioilta arvioitu puusto oli valtapuita, aluspuita tai alikasvosta. Asemaltaan valtapuita edusti yhdeksän kuvioita, aluspuita yksi kuvio ja alikasvosta yhdeksän kuvioita. Pohjois-Savossa kuvioilta arvioitu puusto edusti kaikkia puuston asemia. Suurin osa Pohjois-Savon kuvioista, kaksitoista kuvioita, edusti valtapuita.

Keski-Suomessa kuvioiden puusto oli vuonna 2007 kuntoluokitukseltaan terveitä tai lievästi vioittuneita, lievästi vioittuneita ja suuresti vioittuneita. Puustoltaan terveitä tai lievästi vioittuneita kuvioita oli yksitoista, puustoltaan lievästi vioittuneita kuvioita oli yksi ja suuresti vioittuneita yksi kuvio (liite 5). Pohjois-Karjalassa kuvioiden puusto oli kuntoluokitukseltaan terveitä tai lievästi vioittuneita, lievästi vioittuneita, kohtalaisesti vioittuneita ja suuresti vioittuneita. Pohjois-Karjalassa kymmenen kuvioita oli puustoltaan terveitä tai lievästi vioittuneita, lievästi vioittuneita oli kolme kuvioita, puustoltaan kohtalaisesti vioittuneita oli neljä kuvioita ja suuresti vioittuneita kaksi kuvioita. Pohjois-Savossa kuvioiden puusto oli kuntoluokitukseltaan terveitä tai lievästi vioittuneita, lievästi vioittuneita ja suuresti vioittuneita. Puustoltaan terveitä tai lievästi vioittuneita kuvioita oli Pohjois-Savossa neljätoista, lievästi vioittuneita kaksi kuvioita ja suuresti vioittuneita viisi kuvioita.

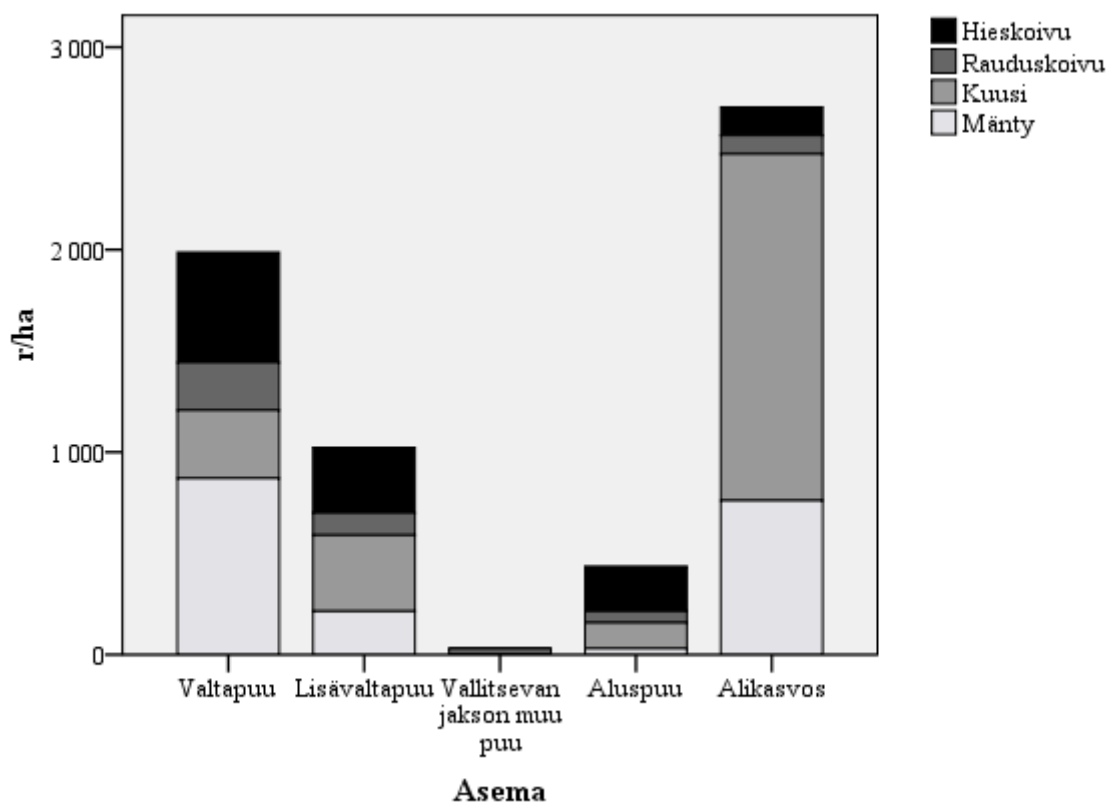
Keski-Suomessa kuvioden puustosta oli syöty 25–50 % tai 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta. Suurimmalla osalla Keski-Suomen kuvioista, kaikkiaan kahdeksalla kuviolla, oli puustosta syöty 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta. Kolmelta kuviolta puuttuivat tarvittavat syöntiastetta kuvaavat tiedot (liite 5). Pohjois-Karjalassa kuvioden puustosta oli syöty 25–50 %, 50–75 % tai 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta. Pohjois-Karjalassa suurimmalla osalla kuvioden puustosta oli syöty 25–50 % tai 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta. Myös Pohjois-Karjalassa kolmelta kuviolta puuttuivat tarvittavat syöntiastetta kuvaavat tiedot. Pohjois-Savossa kuvioden puustosta oli syöty alle 25 %, 25–50 % tai 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta. Suurimmalla osalla kuvioista, kaikkiaan yhdellätoista kuviolla, puustosta oli syöty alle 25 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta.

Keski-Suomessa männyn keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli 110 mm ja koko puuston keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta 93 mm, joka vaihteli 27–184 millimetriin (liite 5). Pohjois-Karjalassa männyn keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli 101 mm ja koko puuston rinnankorkeusläpimitta keskimäärin 90 mm, joka vaihteli 27–236 millimetriin. Pohjois-Savossa kuvioilta arvioidun männyn keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta ja koko puuston keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli 67 mm. Koko puuston keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta vaihteli 13–145 millimetriin.

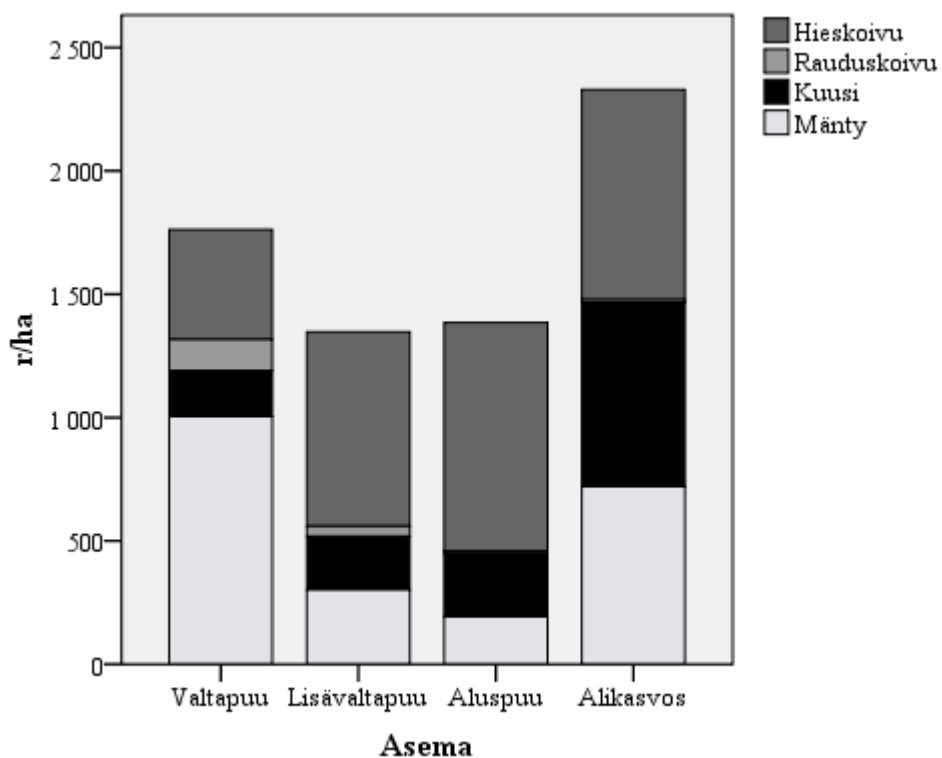
Keski-Suomessa kuvioilta oli arvioitu puuston asema puulajeilta mänty, kuusi, raudus- ja hieskoivu (kuva 8). Näiden puulajien lisäksi kuvioilta oli arvioitu puulajit: haapa, raita, muut pajut, pihlaja ja harmaaleppä. Mänty oli runsaslukuinen valtapuuna ja alikasvoksena, kuusta oli runsaasti alikasvoksena. Haapaa, raitaa, muita pajuja, pihlajaa ja harmaaleppää kasvoi Keski-Suomessa kuvioilla 200–500 runkoa hehtaarilla ja nämä puulajit olivat asemaltaan alikasvosta. Pohjois-Karjalassa kuvioden puusto edusti puuston asemia valtapuu, lisävaltapuu, aluspuu ja alikasvos. Pohjois-Karjalassa puulajeja kuvioilla olivat mänty, kuusi, raudus- ja hieskoivu (kuva 9). Mänty oli runsaslukuinen valtapuuna ja alikasvoksena, joista valtapuuna mäntyä oli kaikkiaan 1004 runkoa hehtaarilla. Kuusta oli runsaasti alikasvoksena ja hieskoivua runsaasti kaikissa puuston asemissa. Pohjois-Savossa hirvituhokuvioilta oli arvioitu kaikkia puuston asemia puulajeilta mänty, kuusi, raudus- ja hieskoivu (kuva 10). Kuvioilla oli myös haapaa, muita pajuja ja harmaaleppää.



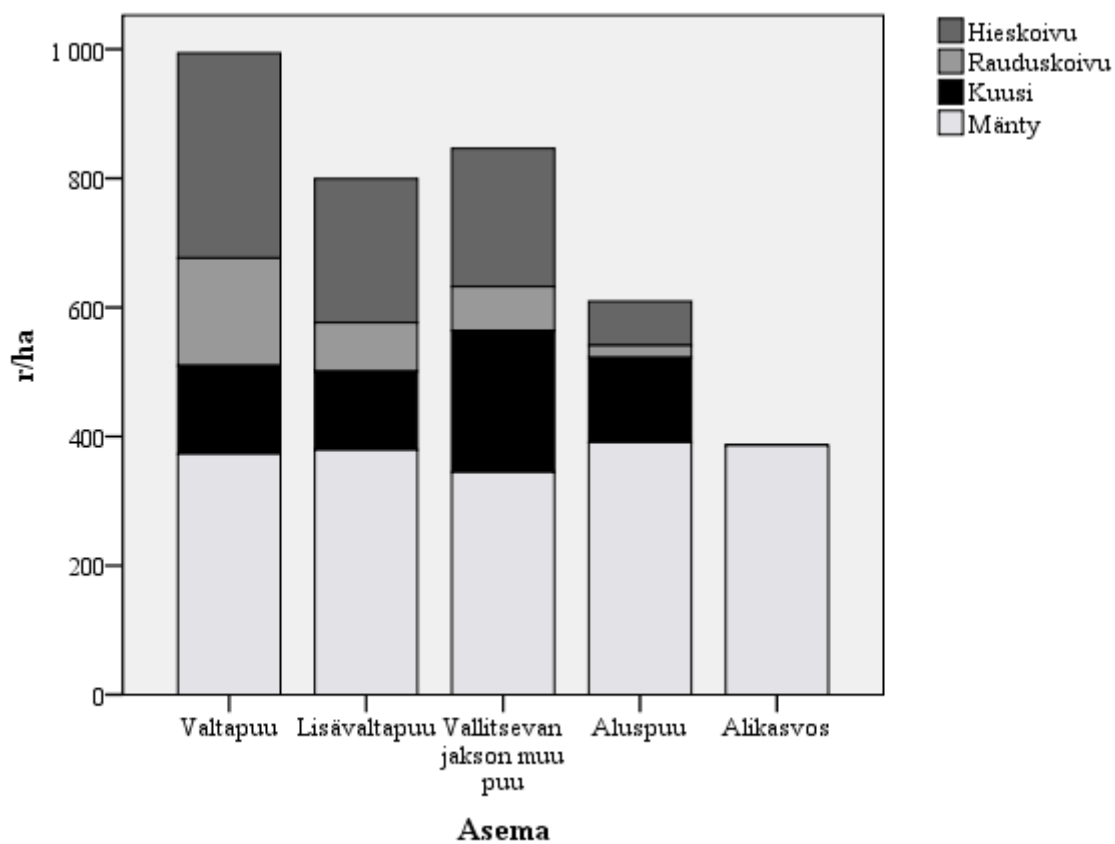
Pohjois-Savossa mäntyä oli tasaisen vähän kaikissa puuston asemissa, alle 400 runkoa hehtaarilla. Muita puulajeja oli myös tasaisen vähän kaikissa puuston asemissa, hieskoivua oli kuitenkin runsaasti valtapuuna. Haapaa, muita pajuja ja harmaaleppää oli kuvioilla 200–400 runkoa hehtaarilla kaikissa puuston asemissa.



**Kuva 8.** Puuston asema puulajeittain (r/ha) Keski-Suomessa vuonna 2007.

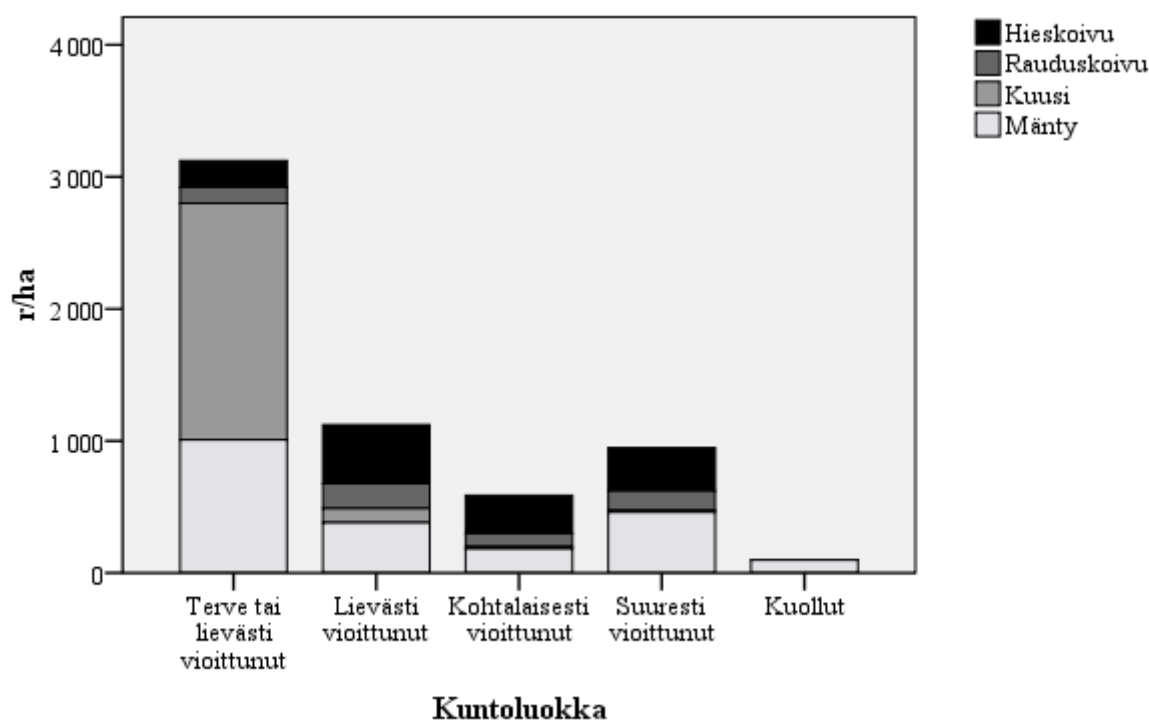


**Kuva 9.** Puuston asema puulajeittain (r/ha) Pohjois-Karjalassa vuonna 2007.

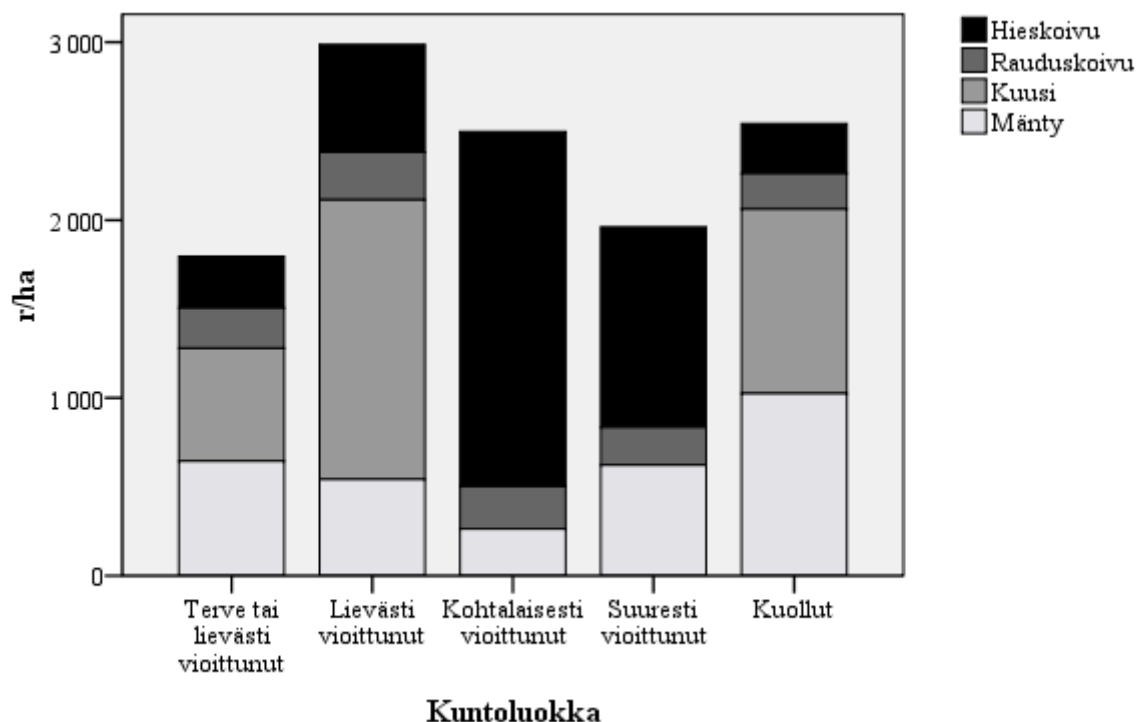


**Kuva 10.** Puuston asema puulajeittain (r/ha) Pohjois-Savossa vuonna 2007.

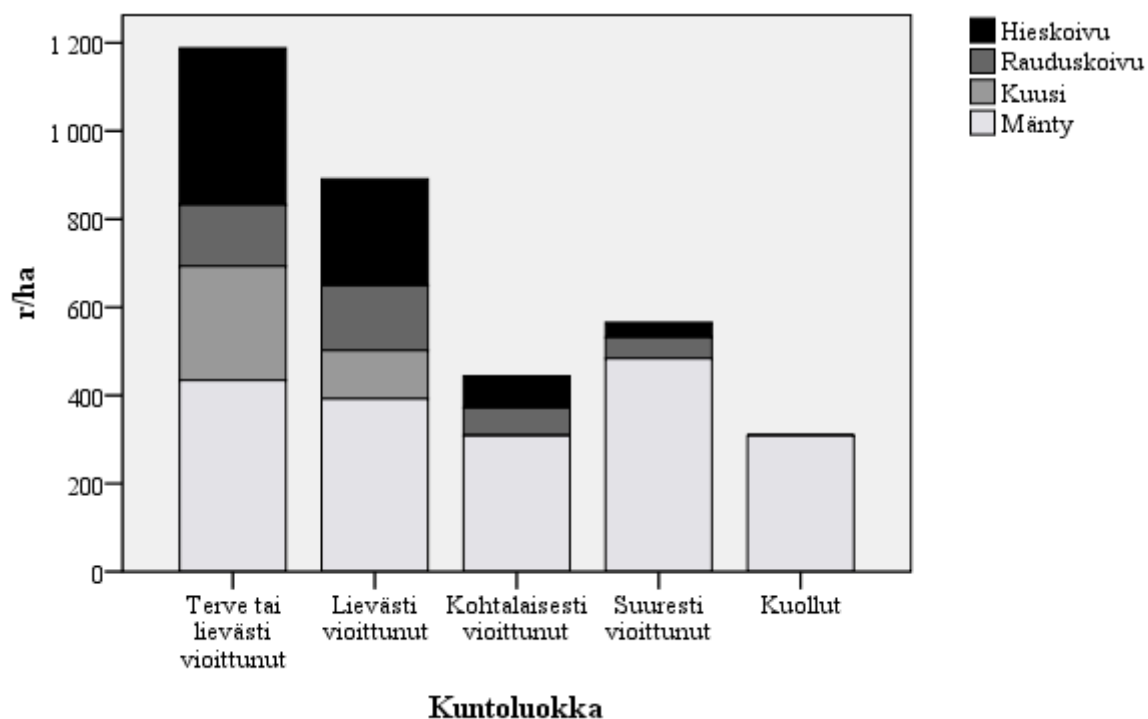
Keski-Suomessa oli vuoden 1997 hirvituho kuvioilla vuonna 2007 runsaasti terveitä tai lievästi vioittuneita mäntyjä, kaikkiaan 1008 runkoa hehtaarilla (kuva 11). Mäntyä oli kuitenkin myös kuolleen kaikkiaan 98 runkoa hehtaarilla. Kuusta kasvoi 1792 runkoa hehtaarilla terveenä tai lievästi vioittuneena. Haapaa, raitaa, muita pajuja, pihlajaa ja harmaaleppää oli 200–500 runkoa hehtaarilla tasaisesti kaikissa kuntoluokissa. Pohjois-Karjalassa mäntyä oli vuonna 2007 runsaasti kaikissa kuntoluokissa, erityisen paljon kuolleen, kaikkiaan 1025 runkoa hehtaarilla. Kuusta oli runsaasti sekä lievästi vioittuneena että kuolleen, molemmissa luokissa yli 1000 runkoa hehtaarilla. Hieskoivu oli kohtalaisesti tai suuresti vioittunut (kuva 12). Pohjois-Savossa mäntyä oli vähän kaikissa kuntoluokissa, 300–500 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Savossa mänty oli ainoa kuollut puulaji kuvioilla. Kuusta oli terveenä tai lievästi vioittuneina ja lievästi vioittuneina sekä hieskoivua oli terveenä tai lievästi vioittuneina hieman muita puulajeja enemmän (kuva 13). Haapaa, muita pajuja ja harmaaleppää oli kuvioilla 200–400 runkoa hehtaarilla tasaisesti kaikissa kuntoluokissa.



**Kuva 11.** Puuston kuntoluokat puulajeittain (r/ha) Keski-Suomessa vuonna 2007.



**Kuva 12.** Puuston kuntoluokat puulajeittain (r/ha) Pohjois-Karjalassa vuonna 2007.



**Kuva 13.** Puuston kuntoluokat puulajeittain (r/ha) Pohjois-Savossa vuonna 2007.

Keski-Suomessa männyn latvanvaihtojen lukumäärä vaihteli 1–7, suurimmat männyn runkoluvut olivat latvanvaihtojen määrillä 1–3. Keski-Suomessa mäntyjä, joiden rungoissa oli yksi tai useampi latvanvaihto oli arvioiduilla kuvioilla keskimäärin 90 runkoa hehtaarilla.

Kuusen rungoissa latvanvaihtoja oli keskimäärin 23 rungossa hehtaarilla ja latvanvaihtoja rungoissa oli yksi kappale. Rauduskoivulla latvanvaihtoja oli vähemmän kuin hieskoivulla. Hieskoivun rungoissa latvanvaihtoja oli 1–10 kappaletta, joista suurimmat runkoluvut olivat kahdella tai kolmella latvanvaihdolla (taulukko 6). Pohjois-Karjalassa männyn latvanvaihtojen lukumäärä vaihteli 1–10. Suurimmat männyn runkoluvut olivat yhdellä ja kahdella latvanvaihdolla, joiden runkoluku oli yli 300 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Karjalassa mäntyjä, joiden rungoissa oli yksi tai useampi latvanvaihto oli arvioiduilla kuvioilla keskimäärin 133 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Karjalassa kuusen rungoissa oli yksi latvanvaihto ja latvanvaihtoja sisältäviä runkoja oli keskimäärin yksitoista kappaletta hehtaarilla. Rauduskoivulla latvanvaihtoja oli Pohjois-Karjalassa lähes yhtä vähän kuin kuusella. Hieskoivun rungoissa oli latvanvaihtoja 1–10 kappaletta, erityisen paljon Pohjois-Karjalassa oli runkoja, joissa oli neljä tai viisi latvanvaihtoa (taulukko 7). Pohjois-Savossa männyn runkojen latvanvaihtojen lukumäärä vaihteli 1–11 ja erityisen paljon oli runkoja, joissa oli joko 1–6 tai yksitoista latvanvaihtoa. Pohjois-Savossa mäntyjä, joiden rungoissa oli yksi tai useampi latvanvaihto oli arvioiduilla kuvioilla keskimäärin 196 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Savossa kuusen rungoissa olevia latvanvaihtoja oli yksi tai kaksi ja katkottujen runkojen määrä hehtaarilla oli 19–33. Pohjois-Savossa rauduskoivun rungoissa oli merkittävästi vähemmän latvanvaihtoja kuin hieskoivun rungoissa. Hieskoivun rungoissa latvanvaihtojen lukumäärä vaihteli 1–8 (taulukko 8). Tutkimusalueilla arvioitujen latvanvaihtojen lukumäärä puulajeittain on esitetty liitteessä 5.

**Taulukko 6.** Latvanvaihtojen lukumäärä hirven vahingoittamissa taimissa puulajeittain (r/ha) Keski-Suomessa vuonna 2007.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Mänty</b>	292	246	219	131	62	31	15			
<b>Kuusi</b>	23									
<b>Rauduskoivu</b>	104	94	87	68	62	31	15			92
<b>Hieskoivu</b>	187	244	271	153	176	117	46	33	15	46

**Taulukko 7.** Latvanvaihtojen lukumäärä hirven vahingoittamissa taimissa puulajeittain (r/ha) Pohjois-Karjalassa vuonna 2007.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Mänty</b>	376	359	206	126	244	119	11	11		11
<b>Kuusi</b>	11					11				
<b>Rauduskoivu</b>	39	32	62	69	32	21		11		
<b>Hieskoivu</b>	101	135	235	311	358	81	63	37		32

**Taulukko 8.** Latvanvaihtojen lukumäärä hirven vahingoittamissa taimissa puulajeittain (r/ha) Pohjois-Savossa vuonna 2007.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Mänty</b>	400	329	263	249	257	238	98	71	24	29	200
<b>Kuusi</b>	33	19									
<b>Rauduskoivu</b>	100	79	67	48	19						
<b>Hieskoivu</b>	175	186	52	25	12	24	14	10			

Vuonna 2007 Keski-Suomessa oli havupuita, erityisesti kuusta, oli entisillä vuoden 2007 hirvituhokuvioilla runsaasti. Toisaalta Pohjois-Karjalassa oli keskimääräisesti enemmän männyn runkoja kuin Keski-Suomessa ja Pohjois-Savossa vuonna 1997 arvioiduilla hirvituhokuvioilla. Pohjois-Karjalassa kuvioilla oli myös hieskoivua runsaasti, kaikkiaan 2772 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Savossa kaikkia puulajeja oli keskimääräisesti vähemmän kuin muilla tutkimusalueilla (taulukko 9). Tutkimusalueilla arvioitujen puulajien kuviokohtaiset tiheydet on esitetty liitteessä 5.

**Taulukko 9.** Vuonna 1997 arvioitujen hirvituhokuvioiden puuston tiheys (r/ha) Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vuonna 2007.

	Mänty	Kuusi	Rauduskoivu	Hieskoivu	Haapa	Raita	Muut pajut	Pihlaja	Harmaaleppä
<b>Keski-Suomi</b>	1548	1867	313	824	49	64	62	77	216
<b>Pohjois-Karjala</b>	1760	971	172	2772	0	0	0	0	0
<b>Pohjois-Savo</b>	1231	101	93	322	13	0	2	0	14

Puuston syöntiaste oli kirjattu vain pienelle osalle arvioiduista puulajeista. Keski-Suomessa männystä oli mitattu syöntiasteet 2–4, jolloin männyn hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta on syöty 25–50 %, 50–75 % tai 75–100 %. Suurimmalla osalla männystä, 195 runkoa hehtaarilla, hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty 75–100 %. Myös suurimmalla osalla koivuista oksabiomassasta oli syöty 75–100 %. Keski-Suomessa puuston syöntiaste oli mitattu myös haavalle, raidalle ja harmaalepälle. Näiden puulajien hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty joko alle 25 % tai 75–100 % (liite 5). Pohjois-Karjalassa mäntyjen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty 25–50 % tai 75–100 %. Pohjois-Karjalassa mäntyjä, joiden hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty 75–100 %, oli mitattu kaikkiaan 804 runkoa hehtaarilla. Kuusen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty Pohjois-Karjalassa alle 25 % tai 75–100 %, hieskoivun joko 25–50 % tai 50–75 %.

Pohjois-Savossa mäntyjen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty alle 25 % tai 75–100 %. Raudus- ja hieskoivun osalta hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty alle 25 %. Pohjois-Savossa oli havaittu hirven aiheuttamia vahinkoja myös haavalla, muilla pajuilla ja harmaalepällä, joiden hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty alle 25 %, 25–50 % tai 50–75 %.

Vuosina 1997 ja 2007 vahingoitettujen mäntyjen tiheyden välinen korrelaatio oli Keski-Suomessa 0,034 ( $p = 0,912$ ), Pohjois-Karjalassa  $-0,359$  ( $p = 0,131$ ) ja Pohjois-Savossa  $-0,148$  ( $p = 0,523$ ). Vuonna 2007 vahingoitettujen mäntyjen tiheyden ja lehtipuuston tiheyden välinen korrelaatio oli Keski-Suomessa 0,171 ( $p = 0,576$ ), Pohjois-Karjalassa  $-0,042$  ( $p = 0,863$ ) ja Pohjois-Savossa  $-0,099$  ( $p = 0,699$ ). Vuonna 2007 vahingoitettujen mäntyjen tiheyden ja lehtipuuston pituuden välinen korrelaatio oli Keski-Suomessa 0,214 ( $p = 0,482$ ), Pohjois-Karjalassa 0,193 ( $p = 0,430$ ) ja Pohjois-Savossa  $-0,243$  ( $p = 0,288$ ). Varianssianalyysissä käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä, jossa muuttujina olivat vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 1997 ja 2007 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella (taulukot 10–13). Vallin (2001) mukaan tilastollisesti melkein merkitsevän tuloksen  $p$ -arvo on 0,05, tilastollisesti merkitsevän tuloksen  $p$ -arvo 0,01 ja tilastollisesti erittäin merkitsevän tuloksen  $p$ -arvo 0,001, jolloin analyysissä saadut tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

**Taulukko 10.** Kooste varianssianalyysissä käytetyistä tiedoista. Muuttujana vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 1997 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella.

	Keskiarvo	Havaintoja	Keskihajonta
<b>Keski-Suomi</b>	920,8	13	283,5
<b>Pohjois-Karjala</b>	827,9	19	457,8
<b>Pohjois-Savo</b>	654,6	21	302,1

**Taulukko 11.** Kooste varianssianalyysin tuloksista. Muuttujana vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 1997 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella.

	Neliöiden summa	Vapausasteet (df)	Neliöiden keskiarvo	F-arvo	p-arvo
<b>Ryhmiä väliset</b>	631450,6	2	315725,3	2,4	0,101
<b>Ryhmän sisäiset</b>	6562344,4	50	131246,9		

**Taulukko 12.** Kooste varianssianalyysissä käytetyistä tiedoista. Muuttujana vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 2007 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella.

	<b>Keskiarvo</b>	<b>Havaintoja</b>	<b>Keskihajonta</b>
<b>Keski-Suomi</b>	1123,3	13	756,6
<b>Pohjois-Karjala</b>	1786,2	19	1224,8
<b>Pohjois-Savo</b>	1493,7	21	364,6

**Taulukko 13.** Kooste varianssianalyysin tuloksista. Muuttujana vahingoitettujen mäntyjen tiheys vuonna 2007 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella.

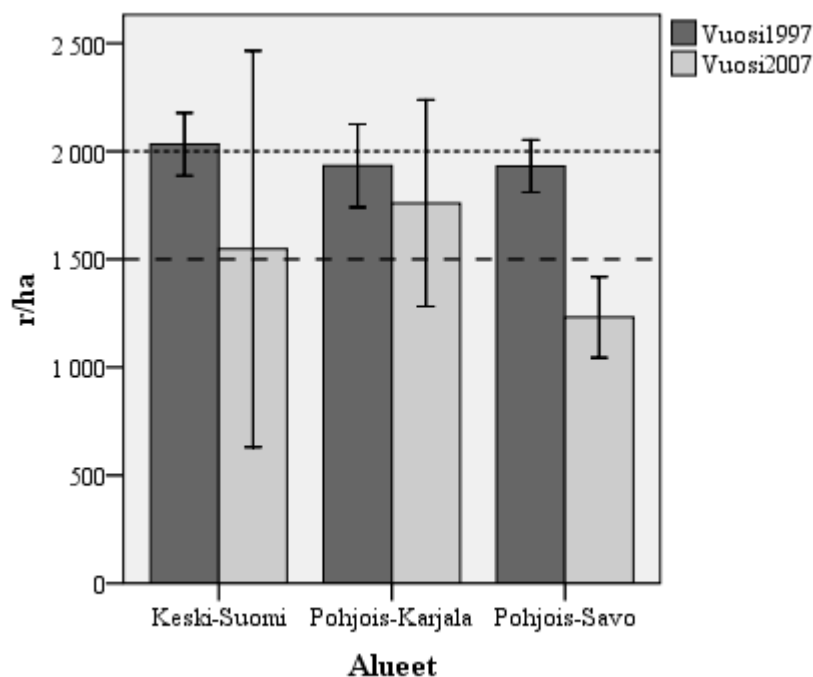
	<b>Neliöiden summa</b>	<b>Vapausasteet (df)</b>	<b>Neliöiden keskiarvo</b>	<b>F-arvo</b>	<b>p-arvo</b>
<b>Ryhmien väliset</b>	3398636,6	2	1699318,3	2,3	0,108
<b>Ryhmän sisäiset</b>	$3,7 \cdot 10^7$	50	730555,0		



## 5. TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1 Puuston tila

Männyn taimikon istutustiheydeksi suositellaan hyvän metsänhoidon suositusten (2006) mukaan 2000 runkoa hehtaarilla ja täydennysrajaksi 1500 runkoa hehtaarilla. Keski-Suomessa männyn tiheys korvatuilla hirvituhokuvioilla oli vuonna 1997 keskimäärin 2033 runkoa hehtaarilla. Kuudella kuviolla Keski-Suomessa männyn tiheys oli alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen istutustiheyden. Vuonna 2007 Keski-Suomessa samoilla kuvioilla männyn tiheys oli laskenut keskimäärin 1548 runkoon hehtaarilla. Yhdeksällä kuviolla männyn tiheys oli alle 1500 runkoa hehtaarilla, jolloin suurin osa Keski-Suomen kuvioista jäi alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan vuonna 2007. Pohjois-Karjalassa männyn tiheys oli vuonna 1997 arvioiduilla hirvituhokuvioilla keskimäärin 1933 runkoa hehtaarilla. Kahdellatoista kuviolla tiheys oli alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen istutustiheyden. Vuoteen 2007 mennessä Pohjois-Karjalassa männyn tiheys oli laskenut edelleen kuvioilla ja oli keskimäärin 1760 runkoa hehtaarilla. Yhdeksän kuviota Pohjois-Karjalassa jäi alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan. Pohjois-Savossa männyn tiheys hirvituhokuvioilla oli vuonna 1997 keskimäärin 1931 runkoa hehtaarilla ja kymmenellä kuviolla männyn tiheys oli alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen istutustiheyden. Vuoteen 2007 mennessä Pohjois-Savossa männyn tiheys oli laskenut voimakkaasti, 1231 runkoon hehtaarilla, ja 15 kuviolla tiheys oli alle 1500 runkoa hehtaarilla.



**Kuva 14.** Männyn keskimääräinen tiheys vuonna 1997 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla arvioiduilla hirvituho-kuvioilla ja uudelleen mitattuna samoilla kuvioilla vuonna 2007. Kuvaan on merkitty pisteillä hyvän metsänhoidon suositusten mukainen männyn istutustiheys ja katkoviivalla hyvän metsänhoidon suositusten mukainen täydennysraja. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.

Tarkastelujakson alussa vain Keski-Suomessa männyn keskimääräinen tiheys ylitti hirvituho-kuvioilla hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen istutustiheyden (kuva 14). Vuonna 1997 vakavimmat hirven männyn tiheydelle aiheuttamat vahingot arvioitiin Pohjois-Karjalassa, vaikka alueella oli siihen aikaan Keski-Suomea ja Pohjois-Savo pienempi hirvikanta (kuva 22). Hirven aiheuttamien vahinkojen vakavuus on ilmennyt Suomessa jo valtakunnan metsien 8. inventoinnissa vuosina 1986–1994 (Tomppo & Joensuu 2003), jolloin hirven aiheuttamia vahinkoja oli erityisen paljon Pohjois-Karjalassa (Ylikojola & Nevalainen 2006). Pohjois-Karjalassa hirven aiheuttamien vahinkojen vakavuuteen vuonna 1997 ovat voineet vaikuttaa hirvivahingot, jotka ovat syntyneet useita vuosia ennen ensimmäistä arviointikertaa. Hirven aiheuttamien vahinkojen voidaan olettaa jatkuneen vakavina valtakunnan metsien 8. inventoinnin jälkeen, koska hirven talvikannan voimakas kasvu Suomessa alkoi vasta vuonna 1994, jolloin valtakunnan metsien 8. inventointi päättyi. Ensimmäisten hirvituhoarviointien aikaan vuonna 1997 hirvikanta oli Suomessa tuottava ja se oli koko maassa voimakkaassa kasvussa (kuva 2) (Nygrén ym. 2000).

Myös hirvisaaliiden määrät ovat kasvaneet vuodesta 1997 aina 2000-luvun alkuun saakka (kuva 21). Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon hirvisaalis vuonna 1997 oli kuitenkin noin 1000 yksilöä Keski-Suomen hirvisaalista pienempi, mikä on osaltaan voinut vaikuttaa tässä tutkimuksessa todettujen Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vuonna 1997 hirven aiheuttamien vahinkojen vakavuuteen.

Suomen hirvikannan voimakas kasvu jatkui aina vuoteen 2001 (Peltola 2009), jolloin hirven aiheuttamien vahinkojen voidaan olettaa jatkuneen tässä tutkimuksessa tarkastelluilla alueilla aina 2000-luvun alkuvuosiin saakka. Vuonna 2007 suurin männyn keskimääräinen tiheys ja koko puuston keskimääräinen tiheys oli Pohjois-Karjalan kuvioilla, mutta myös Keski-Suomessa männyn keskimääräinen tiheys ylitti hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan. Vuonna 2007 alhaisin männyn keskimääräinen tiheys oli puolestaan Pohjois-Savossa, jossa myös koko puuston keskimääräinen tiheys oli hyvin lähellä täydennysrajaa. Vaikka Pohjois-Savossa oli vuosina 1997–2007 suurimmat hirvisaalismäärät (kuva 21) ja jäävä hirven talvikanta vuosina 2000–2008 oli pienempi kuin Keski-Suomessa (kuva 22), ovat tässä tutkimuksessa todetut hirven puustolle aiheuttamat vahingot olleet Pohjois-Savossa vakavimmat.

Vuonna 1997 arvioitujen hirvituhokuvioiden pääpuulaji oli kaikkien kolmen metsäkeskuksen alueilla mänty. Vuonna 2007 Pohjois-Savossa vain yhden kuvion pääpuulaji oli vaihtunut vuodesta 1997 ja mänty oli edelleen määrällisesti runsaslukuisin puulaji (taulukko 9). Pohjois-Karjalassa kuvioiden pääpuulaji oli vaihtunut vuoteen 2007 mennessä kahdeksalla kuviolla 19 kuviosta. Pääpuulajiksi oli vaihtunut viidellä kuviolla hieskoivu, joka oli runsaslukuisin puulaji Pohjois-Karjalassa. Myös Keski-Suomessa pääpuulaji oli vaihtunut kahdeksalla kuviolla 13 kuviosta. Viidellä kuviolla pääpuulajiksi oli vaihtunut kuusi, joka oli runsaslukuisin puulaji Keski-Suomen kuvioilla. Hyvän metsänhoidon suositukset (2006) suosittelevat uudistettaviksi puulajeiksi kuusta, mäntyä, rauduskoivua ja joissain tapauksissa myös hieskoivua, jolloin vuonna 2007 Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan kuvioiden puusto oli tapahtuneista pääpuulajin vaihdoksista huolimatta puulajisuhteiltaan kehityskelpoista. Kuusen runsaslukuisuutta Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa sekä rauduskoivun harvalukuisuutta Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa arvioiduilla hirvituhokuvioilla voi selittää hirven ravinnonvalinta alueilla. Hirvi käyttää kuusta ravinnokseen harvoin (Cederlund ym. 1980, Löyttyniemi & Lääperi 1988), jolloin kuusella on mahdollisuus lisääntyä ja kasvaa hirven elinalueilla lähes vahingoittumattomana.

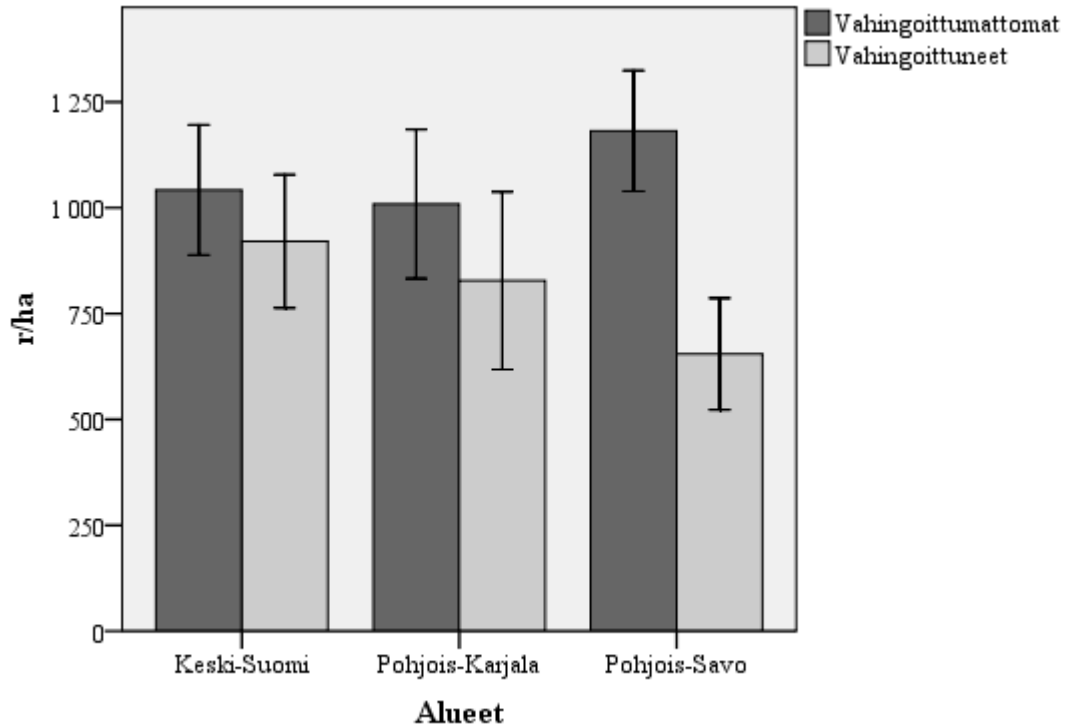
Koivut sen sijaan (Cederlund ym. 1980, Hjeljord ym. 1990), erityisesti rauduskoivu (Danell ym. 1985, Heikkilä 1991, Shipley ym. 1998), ovat hirven suosimaa ravintoa, jolloin hirven ravinnonhankinta voi vaikuttaa koivujen esiintymiseen. Viirin (2007) mukaan kasvatettava puusto on Suomessa muuttumassa hirven aiheuttamien vahinkojen seurauksena kuusivaltaisemmaksi ja rauduskoivu on häviämässä, koska metsänuudistamisessa pääpuulajina suositaan kuusta hirvivahinkojen välttämiseksi. Viimeisen 30 vuoden aikana Suomessa vuosittainen männyn metsänviljelyala on vähentynyt 41 000 hehtaaria ja kuusen metsänviljelyala lisääntynyt samaan aikaan 25 600 hehtaaria (Peltola 2009). Männyn taimikoiden pinta-alan vähetessä hirven aiheuttamien vahinkojen voidaan olettaa keskittyvän vuodesta toiseen samoille ja aiempia vuosia pienemmille alueille, jolloin hirven männyn taimikoille aiheuttamien vahinkojen seuraukset ovat entistä vakavampia. Vuonna 2008 Keski-Suomessa männyn metsänviljelyala oli 2 990 ja Pohjois-Karjalassa 3760 hehtaaria (Peltola 2009). Pohjois-Savossa vuonna 2008 männyn metsänviljelyala oli 1690 hehtaaria (Peltola 2009), jolloin männyn vähäinen metsänviljelyala ja tarkastelujakson aikainen alueen suuri hirven talvikanta ovat voineet vaikuttaa Pohjois-Savossa hirven männylle aiheuttamiin muihin tutkimusalueita vakavampiin vahinkoihin. Arvioitujen kuvioiden kasvupaikan rehevyydellä ei sen sijaan ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta männyn vahingoittumiseen, joten sitä ei tarkastella tässä työssä yksityiskohtaisemmin.

Vuonna 1997 pituudeltaan lyhyimmät männyn olivat Pohjois-Karjalassa ja pisimmät Pohjois-Savossa, kun vuonna 2007 pituudeltaan lyhyimmät männyn olivat Pohjois-Savossa ja pisimmät Keski-Suomessa. Männyn suurin pituuden keskimääräinen kasvu oli Keski-Suomessa ja pienin Pohjois-Savossa. Vuonna 2007 läpimitaltaan pienimmät männyn olivat Pohjois-Savossa ja suurimmat männyn Keski-Suomessa. Vaikka Pohjois-Savossa oli vuonna 1997 keskimäärin pisimmät männyn taimet, oli tarkastelujakson aikana männyn pituuden keskimääräinen kasvu ja männyn läpimitta vuonna 2007 Pohjois-Savossa pienin verrattuna muihin tutkimusalueisiin. Hirven ravinnonkäytön on havaittu hidastavan puuston kehitystä, erityisesti pituuden kasvua (Risenhoover ym. 1987, Huntly 1991, Pastor & Danell 2003, Persson 2003, Persson ym. 2005a), joten hirven aiheuttamat vahingot ovat voineet hidastaa männyn pituuden ja läpimitan kasvua erityisesti Pohjois-Savossa.

Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa hirvituho kuvioiden puusto jakautui valtapuihin ja alikasvokseen. Männyt kasvoivat valtapuina tai alikasvoksena, kuuset alikasvoksena. Raudus- ja hieskoivua hyvän metsänhoidon suositukset (2006) suosittelivat kasvatettavaksi havupuiden rinnalla lievän lehtipuusekoituksen aikaansaamiseksi. Rauduskoivu kasvoi Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan hirvituho kuvioilla valtapuustona. Keski-Suomessa hieskoivu kasvoi valtapuina tai lisävaltapuina, Pohjois-Karjalassa hieskoivu jakaantui tasaisesti eri puuston asemiin. Pohjois-Savossa vain kahdellatoista 21 kuvioista puusto oli asemaltaan valtapuustoa. Mäntyä kasvoi eri puuston asemissa ja kuusi kasvoi vallitsevan jakson muina puina. Koivut, raudus- ja hieskoivu, kasvoivat Pohjois-Savossa valtapuina. Koska valtapuustona kasvavaa puustoa oli Pohjois-Savossa keskimäärin vain 994 runkoa hehtaarilla, oli puuston asema heikko sen jatkokehityksen kannalta.

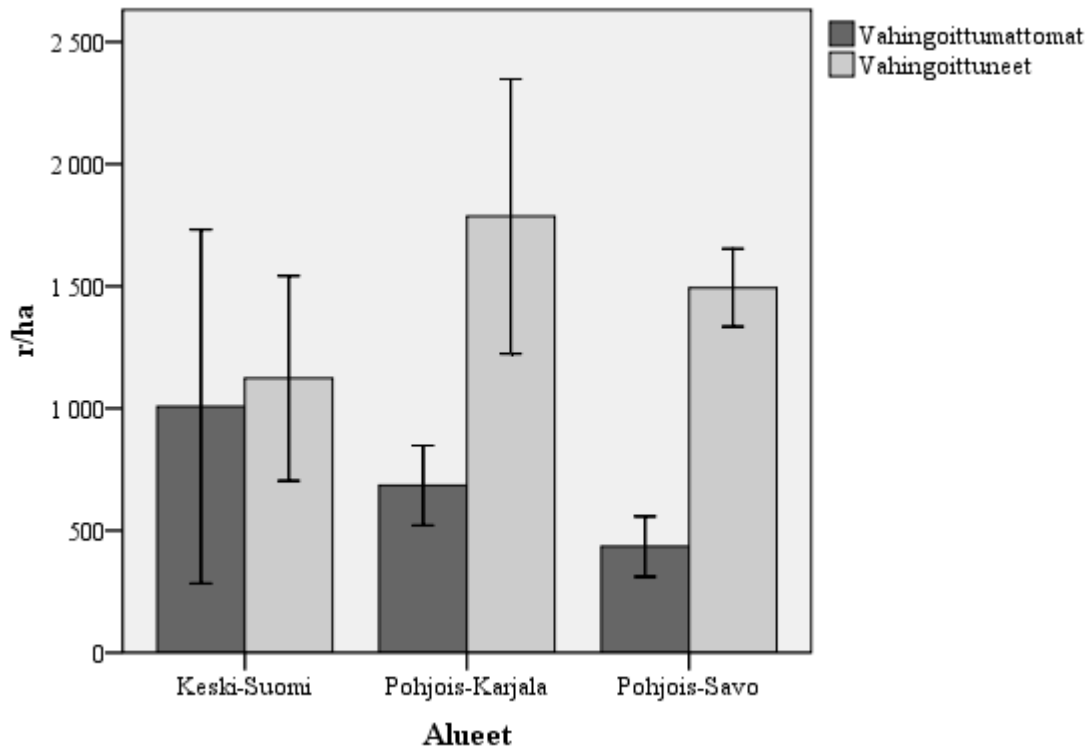
## **5.2 Puuston kehityskelpoisuus**

Vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumääriä ja mäntyjen vahingoittumisen astetta vuosina 1997 ja 2007 oli mahdollista vertailla vuonna 1997 arvioidun puuston vioittumisen asteen (liite 3) ja vuonna 2007 arvioidun puuston kuntoluokituksen (liite 2) avulla. Vuonna 1997 männyt, joissa ei ole ollut vaurioita kuvaavat vahingoittumattomia taimia ja vaurioluokat 1–4 kuvaavat hirven vahingoittamia taimia (kuva 15). Puuston kehityskelpoisuuden kannalta edullisin tilanne vuonna 1997 oli Pohjois-Savossa, jossa oli runsaasti vahingoittumattomia ja vähän vahingoittuneita mäntyjä.



**Kuva 15.** Vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä (r/ha) vuonna 1997 Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystytjanalla.

Vuoden 2007 arvioinneissa terveet tai lievästi vioittuneet männyt kuvaavat vahingoittumattomia mäntyjä ja kuntoluokat 2–5 kuvaavat hirven vahingoittamia mäntyjä (kuva 16). Puuston kehityskelpoisuuden kannalta olisi edullista, että vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä on lisääntynyt ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä vähentynyt vuosina 1997–2007, jolloin hirven männylle aiheuttamien vahinkojen määrän ja vakavuuden voidaan olettaa vähentyneen tarkastelujakson aikana. Tutkimusalueilla vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli kuitenkin vähentynyt ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä lisääntynyt arviointikertojen välillä, jolloin hirven männyn taimikoille aiheuttamat vahingot ovat jatkuneet vakavina kaikilla alueilla vuoteen 2007 saakka. Vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli vähentynyt eniten Pohjois-Savossa ja vahingoittuneiden taimien lukumäärä oli lisääntynyt Pohjois-Karjalassa. Vuonna 2007 puusto oli kehityskelpoisinta Keski-Suomessa, jossa oli eniten vahingoittumattomia ja vähiten vahingoittuneita mäntyjä.



**Kuva 16.** Vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä (r/ha) vuonna 2007 Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.

Terveiden tai lievästi vioittuneiden mäntyjen lukumäärä oli tutkimusalueilla alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan, 1500 runkoa hehtaarilla, jolloin taimikoissa joudutaan kasvattamaan riittävän tiheyden saavuttamiseksi joko hirven vahingoittamia mäntyjä tai muita, luontaisesti syntyneitä puulajeja. Jos terveiden tai lievästi vioittuneiden mäntyjen lisäksi alueilla kasvatettaisiin hirven lievästi vioittamia mäntyjä, Keski-Suomessa männyn tiheys olisi 1389, Pohjois-Karjalassa 1161 ja Pohjois-Savossa 827 runkoa hehtaarilla. Edes lievästi vioittuneiden mäntyjen kasvattaminen ei siis riittäisi hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan ja riittävän tiheyden saavuttamiseksi. Jos tiheyteen laskettaisiin mukaan terveen tai lievästi vioittuneen ja lievästi vioittuneen männyn lisäksi hirven kohtalaisesti vioittamat männyt, olisi männyn tiheys Keski-Suomen kuvioilla 1572, Pohjois-Karjalan kuvioilla 1400 ja Pohjois-Savon kuvioilla 1135 runkoa hehtaarilla. Vain Keski-Suomessa kohtalaisesti vioittuneiden mäntyjen laskeminen mukaan kasvatettavien taimien tiheyteen lisäisi männyn tiheyden yli 1500 runkoa hehtaarilla. Hirven kohtalaisesti vioittamat männyt ovat kuitenkin jo vakavasti vahingoittuneita, joten niiden tai niitä vielä vakavammin vahingoittuneiden mäntyjen kasvattaminen ei ole puuston kehityskelpoisuuden kannalta suositeltavaa.

Lievästi vioittuneiden mäntyjen lisäksi puuston tiheyttä voidaan lisätä kasvattamalla kuvioilla männyn lisäksi hyvän metsänhoidon suositusten (2006) mukaisesti kuusta ja raudus- ja hieskoivua. Keski-Suomessa terveen tai lievästi vioittuneen ja lievästi vioittuneen männyn lisäksi terveen tai lievästi vioittuneen kuusen kasvattaminen lisäisi taimikoiden tiheyden 3180 runkoon hehtaarilla ja terveen tai lievästi vioittuneen raudus- ja hieskoivun kasvattaminen 3502 runkoon hehtaarilla. Kun kasvatettaviksi puulajeiksi valitaan mänty, kuusi sekä raudus- ja hieskoivu, olisi Keski-Suomessa mahdollista kasvattaa vahingoittumatonta puustoa kaikkiaan 3121 runkoa hehtaarilla. Vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden taimien lukumäärä vaihtelee kuitenkin eri kuvioiden välillä, jolloin hirven vahingoittamia taimia käytännössä joudutaan jättämään kasvatettavaksi puustoksi vahingoittumattomien taimien lukumäärästä huolimatta riittävän tiheyden saavuttamiseksi, aukkoisuuden välttämiseksi ja kasvatettavien puiden laadun parantamiseksi. Pohjois-Karjalassa terveen tai lievästi vioittuneen ja lievästi vioittuneen männyn lisäksi terveen tai lievästi vioittuneen kuusen kasvattaminen lisäisi tiheyden 1693 runkoon hehtaarilla ja terveen tai lievästi vioittuneen raudus- ja hieskoivun kasvattaminen 1929 runkoon hehtaarilla. Pohjois-Savossa terveen tai lievästi vioittuneen kuusen kasvattaminen lisäisi tiheyden 1085 runkoon hehtaarilla ja terveen tai lievästi vioittuneen raudus- ja hieskoivun kasvattaminen 1581 runkoon hehtaarilla. Pohjois-Karjalassa ja erityisesti Pohjois-Savossa hirven vahingoittamien taimien kasvattaminen kuvioilla puulajista huolimatta on välttämätöntä riittävän tiheyden saavuttamiseksi. Hyvän metsänhoidon suositukset (2006) suosittelee kasvattamaan luontaisesti syntynyttä puustoa sekapuustona, silloin kun pääpuulajien muodostama puusto jää aukkoiseksi. Keski-Suomessa vahingoittumattoman haavan, raidan, muiden pajujen ja harmaalepän kasvattaminen lisäisi vahingoittumattomien taimien lukumäärää noin 250 runkoa hehtaarilla. Pohjois-Savossa haavan, muiden pajujen ja harmaalepän kasvattaminen lisäisi vahingoittumattomien taimien lukumäärää 756 runkoa hehtaarilla. Hyvän metsänhoidon suositusten mukaisista, luontaisesti syntyneistä puulajeista vain haapaa kasvoi Keski-Suomessa ja Pohjois-Savossa arvioiduilla kuvioilla. Varsinkin Pohjois-Savossa näiden puulajien, erityisesti haavan, kasvattaminen olisi kannattavaa riittävän tiheyden saavuttamiseksi.

Hirven männylle aiheuttamien vahinkojen määrään on havaittu lisääntyvän raudus- ja hieskoivun kasvaessa suurina tiheyksinä männyn taimikossa ja erityisesti koivujen kasvaessa taimikossa etukasvuisena männyn taimien yläpuolella (Heikkilä 1993, Heikkilä & Härkönen 1993, Härkönen ym. 1998, Nikula ym. 2008).



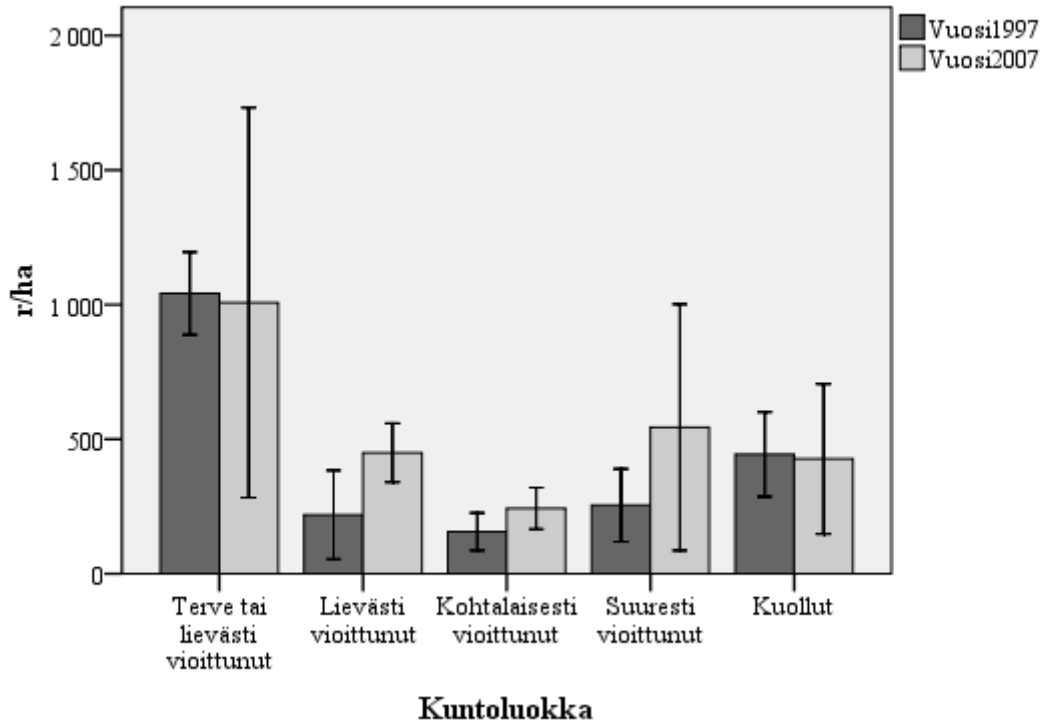
Pohjois-Karjalassa mänty oli runsaslukuinen kuolleena ja kuusi lievästi vioittuneena ja kuolleena, jolloin raudus- ja hieskoivun suuri tiheys Pohjois-Karjalassa on voinut lisätä männyn, mutta myös kuusen taimien hirvivahinkoja. Vuonna 2007 Keski-Suomessa ja Pohjois-Savossa hieskoivu kasvoi mäntyä pidempänä (taulukko 14), jolloin raudus- ja hieskoivun etukasvuisuus on voinut lisätä mäntyyn kohdistuneita hirvivahinkoja. Korrelaatioanalyysin perusteella Keski-Suomessa lehtipuuston määrän voidaan olettaa lisänneen vuonna 2007 vahingoitettujen mäntyjen määrää. Lehtipuuston pituuden sen sijaan voidaan olettaa lisänneen vuonna 2007 vahingoitettujen mäntyjen määrää Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa. Positiivinen korrelaatio muuttujien välillä sekä lehtipuuston määrän että sen pituuden osalta on hyvin lievä ja saadut tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

**Taulukko 14.** Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon puuston pituus (cm) puulajeittain vuonna 2007.

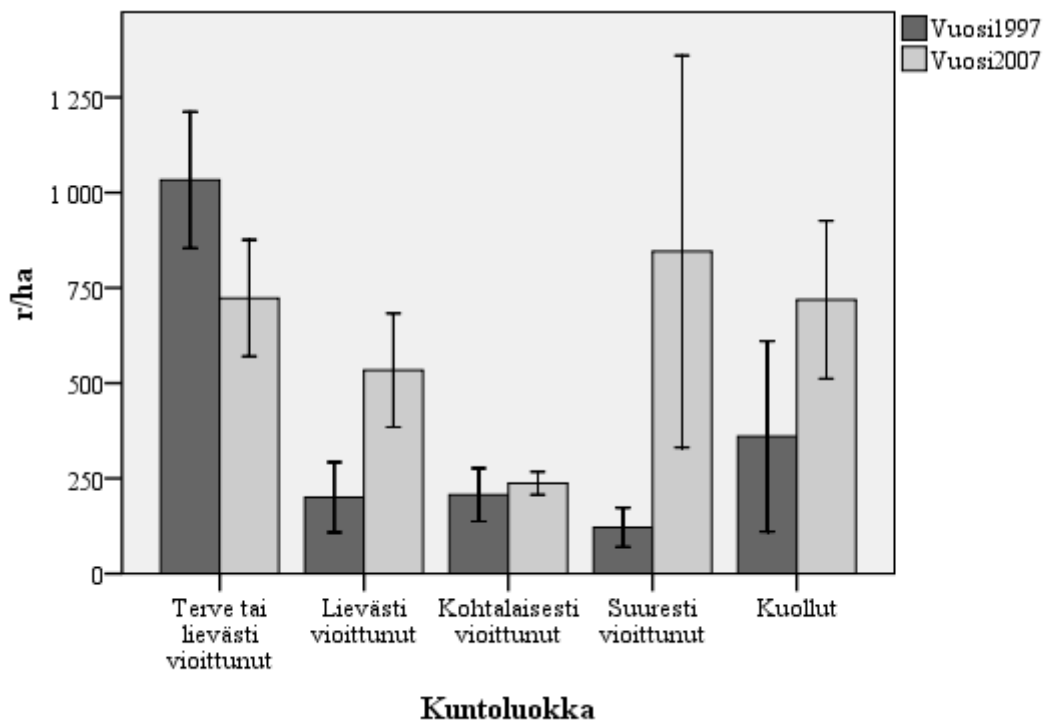
	<b>Keski-Suomi</b>	<b>Pohjois-Karjala</b>	<b>Pohjois-Savo</b>
<b>Mänty</b>	757	651	475
<b>Kuusi</b>	253	220	532
<b>Rauduskoivu</b>	670	459	442
<b>Hieskoivu</b>	763	524	659

Raudus- ja hieskoivu olivat Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa lievästi, kohtalaisesti tai suuresti vioittuneita. Hirven aiheuttamat vahingot voivat selittää erityisesti rauduskoivun, mutta myös hieskoivun pituuden hitaampaa kasvua tutkimusalueilla (taulukko 14). Pohjois-Savossa rauduskoivu kasvoi terveenä tai lievästi vioittuneena ja hieskoivu lievästi vioittuneena, jolloin Pohjois-Savossa raudus- ja hieskoivu eivät olleet yhtä vakavasti hirven vahingoittamia kuin Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa.

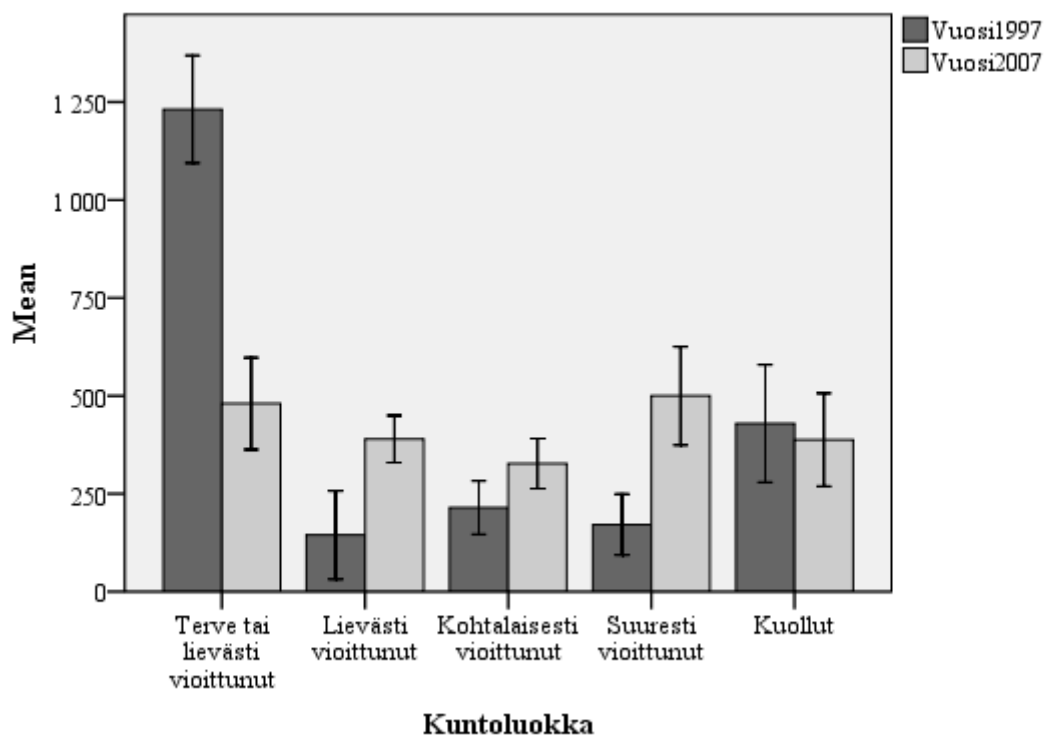
Keski-Suomessa terveiden tai lievästi vioittuneiden mäntyjen lukumäärä on vähentynyt vain kymmeniä runkoja hehtaarilla ja kuolleiden mäntyjen lukumäärä on vähentynyt merkittävästi (kuva 17), jolloin hirven männylle aiheuttamien vahinkojen vakavuuden voidaan olettaa vähentyneen tarkastelujakson aikana. Lievästi, kohtalaisesti ja suuresti vioittuneiden mäntyjen lukumäärä oli kuitenkin lisääntynyt arviointikertojen välillä, mikä lisää vahingoittuneiden mäntyjen kokonaismäärää Keski-Suomessa. Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä on vähentynyt satoja runkoja hehtaarilla ja Pohjois-Karjalassa hirven vahingoittamien mäntyjen lukumäärä lisääntynyt tarkastelujakson aikana (kuvat 18 ja 19), jolloin hirven aiheuttamat vahingot ovat jatkuneet vakavina vuoteen 2007 saakka.



**Kuva 17.** Mänty (r/ha) kuntoluokittain hirvituho-kuvioilla Keski-Suomessa vuosina 1997 ja 2007. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.



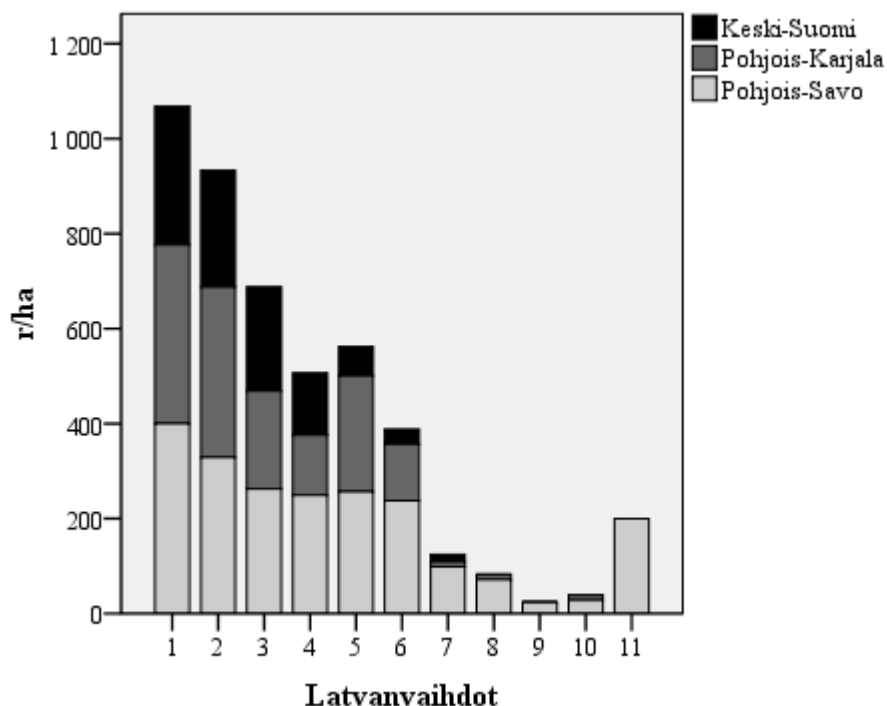
**Kuva 18.** Mänty (r/ha) kuntoluokittain hirvituho-kuvioilla Pohjois-Karjalassa vuosina 1997 ja 2007. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.



**Kuva 19.** Mänty (r/ha) kuntoluokittain hirvituokuvioilla Pohjois-Savossa vuosina 1997 ja 2007. Keskiarvon keskivirheen suuruus on ilmaistu pystyjanalla.

Pohjois-Savossa yli puolella arvioiduista hirvituokuvioista hirvi oli syönyt vain alle 25 prosenttia saatavillaan olevasta oksabiomassasta. Yhdeksällä kuviolla hirvi oli kuitenkin syönyt 75–100 prosenttia saatavillaan olevasta oksabiomassasta, jolloin myös Pohjois-Savossa oli vakavasti vahingoitettua puustoa. Pohjois-Savossa puulajeittain tarkasteltuna männyn, raudus- ja hieskoivun hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta oli syöty kuitenkin vain alle 25 %. Keski-Suomessa männyn sekä raudus- ja hieskoivun saatavillaan olevasta oksabiomassasta hirvi oli syönyt 75–100 prosenttia. Pohjois-Karjalassa männyn saatavillaan olevasta oksabiomassasta hirvi oli syönyt 75–100 prosenttia ja raudus- ja hieskoivun 25–50 tai 50–70 prosenttia.

Latvan katkeaminen on haitallinen männyn kehitykselle (Löyttyniemi 1983, Heikkilä & Löyttyniemi 1992), koska latvan katkeamisen ja sitä seuraavan latvanvaihdon seurauksena puun rungossa on puutavaran laatua alentava vika (Heikkilä & Löyttyniemi 1992). Keski-Suomen männyn taimissa oli lukumäärällisesti vähiten latvanvaihtoja ja Pohjois-Savon männyn taimissa oli lukumäärällisesti eniten latvanvaihtoja. Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa männyn taimia oli paljon aina kuudenteen latvanvaihtoon saakka (kuva 20).



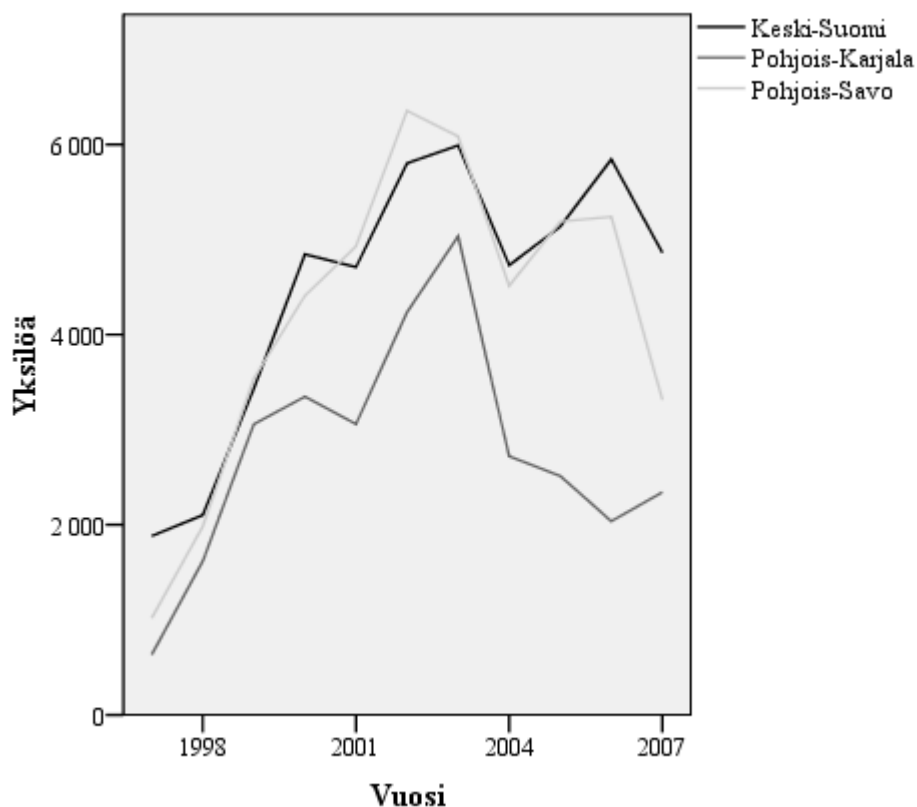
**Kuva 20.** Männyn lukumäärä (r/ha) eri latvanvaihtojen määrillä Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa.

### 5.3 Hirvituhojen jatkuvuus

Heikkilän (1999) mukaan männyn latvatuhojen määrä vähenee taimien saavuttaessa kahden metrin pituuden, nelimetristen taimien katkominen on harvinaista ja taimien ollessa 5–6 metriä pitkiä vioitukset loppuvat. Vuonna 2007 Keski-Suomessa männyn keskipituus oli alle kuusi metriä vain kahdella kuviolla, joista yhden kuvion puuston keskipituus oli alle neljä ja yhden alle kaksi metriä, jolloin hirven aiheuttamien latvatuhojen määrän voidaan olettaa vähentyneen vuoteen 2007 mennessä ja vähentyvän edelleen mäntyjen saavuttaessa kuuden metrin pituuden. Pohjois-Karjalassa mäntyjen keskipituus oli alle kuusi metriä kahdeksalla kuviolla, joista seitsemällä kuviolla keskipituus oli alle neljä metriä. Pohjois-Savossa männyn keskipituus oli alle kuusi metriä 17 kuviolla, joista seitsemällä kuviolla keskipituus oli alle neljä metriä ja yhdellä alle kaksi metriä. Hirven aiheuttamien uusien latvatuhojen syntyminen ja esiintyminen männyissä vuonna 2007 ja sen jälkeen on mahdollista kaikilla tutkimusalueilla, koska osalla kuvioista männyt olivat edelleen vuonna 2007 hirven ulottuvilla. Löyttyniemen ja Lääperin (1988) mukaan hirvet vahingoittavat koivuja aina 3–4 metrin pituuteen saakka. Tutkimusalueilla sekä raudus- että hieskoivun keskimääräinen pituus oli ylittänyt neljän metrin pituuden vuonna 2007, jolloin hirven koivujen latvoihin aiheuttamien vahinkojen voidaan olettaa vähentyneen vuoteen 2007 mennessä ja sen jälkeen.

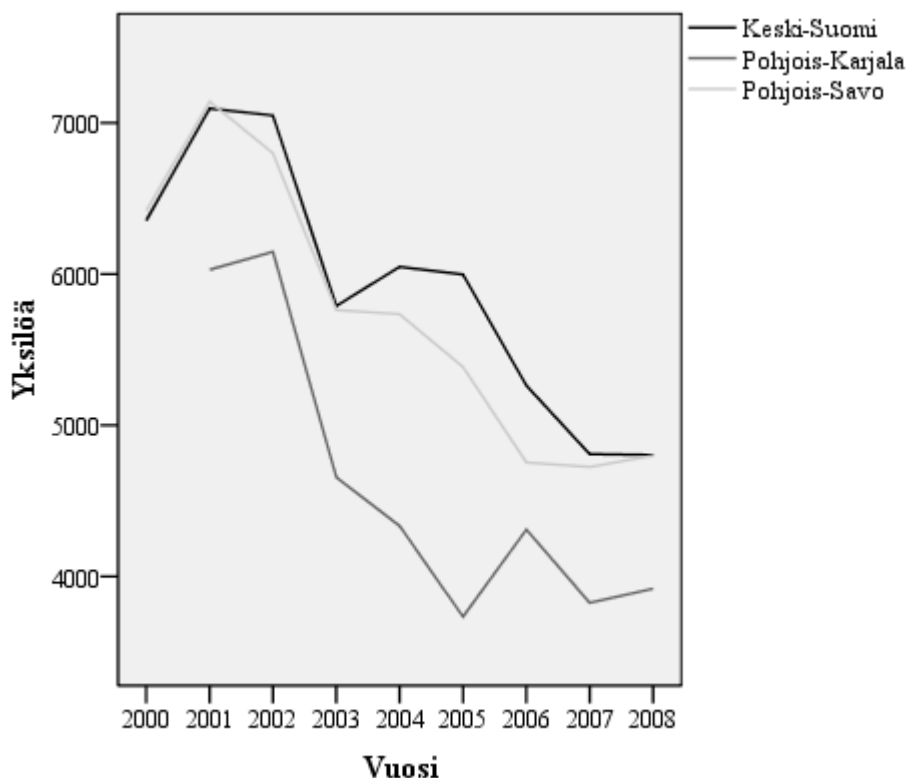
Männyn taimien syönti voi johtaa tilanteeseen, jossa jo aiemmin hirven syömät männyt syödään vuodesta toiseen uudelleen (Löyttyniemi & Lääperi 1988, Heikkilä 1991). Osa kuvioista, jotka olivat vuonna 1997 männyn tiheyden osalta alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen istutustiheyden, olivat edelleen vuonna 2007 alle hyvän metsänhoidon suositusten mukaisen täydennysrajan. Näillä kuvioilla hirven aiheuttamien vahinkojen voidaan olettaa jatkuneen puustoa vakavasti vaurioittavina tarkastelujakson aikana. Keski-Suomessa hirven aiheuttamat vahingot olivat jatkuneet neljällä kuviolla, Pohjois-Karjalassa kuudella kuviolla ja Pohjois-Savossa kymmenellä kuviolla, jolloin puuston kehityskelpoisuuden kannalta heikoin tilanne oli vuonna 2007 Pohjois-Savossa. Korrelaatioanalyysin perusteella vain Keski-Suomessa vuonna 1997 vahingoitettujen mäntyjen lukumäärän voidaan olettaa lisänneen vuonna 2007 vahingoitettujen mäntyjen lukumäärää. Positiivinen korrelaatio muuttujien välillä on hyvin lievä ja saadut tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Vuosien 1997 ja 2007 Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsänkeskusten alueella vahingoitettujen mäntyjen lukumäärän varianssianalyysin tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Myös tilastoitujen hirvisaaliiden, hirvikannan kokoarvioiden ja hirvituhoista maksettujen korvausten avulla voidaan arvioida hirven aiheuttamien vahinkojen jatkuvuutta tutkimusalueilla. Hirvisaalismäärät ovat lisääntyneet kaikilla alueilla vuodesta 1997 (kuva 21), mutta vuodesta 2003 saalismäärien kehitys on kuitenkin ollut laskeva. Vuonna 2004 tilastoitiin tarkastelujakson pienimmät hirvisaaliit tutkimusalueilla. Keski-Suomessa ja Pohjois-Savossa saalismäärät kasvoivat vuosina 2004–2006, kunnes vuonna 2006 saalismäärät alkoivat jälleen laskea. Pohjois-Karjalassa hirvisaalismäärät ovat pienentyneet tasaisesti vuoteen 2006 saakka.



**Kuva 21.** Hirvisaalis Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vuosina 1997–2007 (Riistaweb-verkkopalvelu 2010).

Hirvitiheys Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa on viimeisen 30 vuoden aikana mukailnut Suomen hirvikannan yleistä kehitystä (kuva 3). Hirvitiheys on ollut Sisä-Suomen alueella, johon Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueet kuuluvat, vuosina 1977–2007 keskimäärin 3,7 hirveä 1000 hehtaaria kohti (Peltola 2009), mikä on koko maahan suositellun hirvikannan tavoiteteiheyden ylärajalla (Nikula ym. 2007). Hirvitiheys Sisä-Suomessa on lähtenyt kasvuun hieman ennen tämän tutkimuksen ensimmäistä hirvituhoarviointia ja vuonna 1997 kannat ovat olleet kasvussa kaikilla alueilla, minkä voidaan olettaa lisänneen hirven puustolle aiheuttamia vahinkoja. Vuonna 1997 hirvitiheys Sisä-Suomessa on ollut 3,4 ja vuonna 2007 se on ollut 2,9 hirveä 1000 hehtaaria kohti. Suurin hirvitiheys oli vuonna 2001, jolloin tiheydeksi on ilmoitettu 4,5 hirveä 1000 hehtaaria kohti (Peltola 2009). Tutkimusalueista Keski-Suomessa on ollut runsaslukuisin hirvikanta koko 2000-luvun ja Pohjois-Savon hirvikanta on ollut hieman Keski-Suomen hirvikantaa pienempi. Pohjois-Karjalassa on ollut Keski-Suomea ja Pohjois-Savoaa pienempi hirvikanta (kuva 22). Hirvikannat ovat laskeneet 2000-luvun alusta vuosikymmenen loppua kohden kaikilla tutkimus alueilla, minkä voidaan olettaa vähentäneen hirven puustolle aiheuttamia vahinkoja.



**Kuva 22.** Hirven talvikanta Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vuosina 2000–2008. Pohjois-Karjalan talvikannan koko on saatavilla vuodesta 2001 (Riistaweb-verkkopalvelu 2010).

Hirvien aiheuttamista vahingoista maksetut korvaukset ovat olleet koko maassa kasvussa vuodesta 1999, mikä osaltaan kertoo hirvituhojen määrän kasvusta (kuva 5). Vuosina 2001–2005 maksetut korvaukset pienenevät hieman, mutta vuoden 2005 jälkeen hirvien aiheuttamista tuhoista maksetut korvaukset ovat jälleen olleet voimakkaassa kasvussa.

Tarkastelujaksosta vuodet 1997–2003 sijoittuvat valtakunnan metsien 9. inventointiin, joka suoritettiin vuosina 1996–2003. Keski-Suomi, Pohjois-Karjala ja Pohjois-Savo sijoittuvat valtakunnan metsien inventoinneissa Etelä-Suomen inventointialueeseen. Tompon ja Joensuuun (2003) mukaan valtakunnan metsien 9. inventoinnissa hirvieläinten aiheuttamia tuhoja oli Etelä-Suomessa 3,3 prosentilla metsämaan alasta. Hirvieläintuhoja mitattiin Etelä-Suomessa 9. inventoinnissa kaikkiaan 364 000 hehtaarilla. Hirvieläintuhojen osuus taimikoiden pinta-alasta oli kasvanut 8. ja 9. inventoinnin välillä Etelä-Suomessa lähes kaikkien metsäkeskusten alueella. Suurinta lisäys oli Ahvenanmaalla, mutta myös Rannikon, Hämeen-Uudenmaan, Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueilla tuhot olivat lisääntyneet.

Valtakunnan metsien 9. inventoinnin mukaan hirvieläintuhot olivat suhteellisesti yleisimpiä Etelä-Suomessa Ahvenmaan, Etelärannikon alueen, Pirkanmaan ja Pohjois-Savon taimikoissa (Tomppo ja Joensuu 2003).

Valtakunnan metsien 10. inventointi suoritettiin vuosina 2004–2008, johon tutkimuksen tarkastelujaksosta sijoittuvat vuodet 2004–2007. Korhonen ym. (2010) ovat tarkastelleet 10. inventoinnin tuloksia metsänuudistamisen näkökulmasta, jolloin tulosten laskennassa on huomioitu vain pienet ja varttuneet taimikot. Valtakunnan metsien 10. inventoinnin mukaan erilaiset tuhot olivat toiseksi yleisin syy taimikon laadun alenemiseen ja yleisin tuhojen aiheuttaja taimikoissa oli hirvi. Koko maan taimikoista 21 prosenttia kärsi erilaisista tuhoista, jonka seurauksena yli 3 000 000 hehtaaria maan taimikoista oli laadultaan joko välttäviä tai vajaa-tuottoisia. Hirvituhoja havaittiin 19 prosentilla koko maan taimikoista. Etelä-Suomessa hirvituhoja oli 19 prosentilla puuntuotannon metsämaan taimikoista, Pohjois-Suomessa 20 prosentilla. Etelä-Suomessa hirvituhoja ilmeni pienissä ja varttuneissa taimikoissa kaikkiaan 410 000 hehtaarilla. Vahingoittuneiden taimikoiden pinta-ala on todellisuudessa suurempi, kun pinta-alaan lisätään nuoret ja varttuneet kasvatusmetsät. Valtakunnan metsien 10. inventoinnissa hirvituhoja on inventoitu 8. ja 9. inventointeja enemmän (taulukko 15).

**Taulukko 15.** Hirvituhojen ala (km<sup>2</sup>) ja metsikön laatua alentaneiden hirvituhojen ala (km<sup>2</sup>) valtakunnan metsien 8., 9. ja 10. inventoinnin mukaan Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Tomppo ym. 2001, Tomppo & Joensuu 2003, Valtakunnan metsien...2009).

	VMI 8 1986–1994		VMI 9 1996–2003		VMI 10 2004–2008	
	Etelä- Suomi	Pohjois- Suomi	Etelä- Suomi	Pohjois- Suomi	Etelä- Suomi	Pohjois- Suomi
<b>Hirvituhoja</b>	2437	2026	3642	2890	5908	4448
<b>Metsikön laatua alentavia hirvituhoja</b>	1166	1120	1902	1782	3604	2805

Korhosen ym. (2010) mukaan hirvituhot keskittyivät männyn taimikoihin. Koko maassa männyn taimikoiden hirvituhoja ilmeni 557 000 hehtaarilla, mikä on 24 prosenttia koko maan männyn taimikoiden pinta-alasta. Männyn taimikoissa vakavia tai täydellisiä tuhoja ilmeni 61 000 hehtaarilla, todettavia tuhoja 282 000 hehtaarilla ja lieviä tuhoja 214 000 hehtaarilla. Hirvituhoja ilmeni männyn taimikoissa koko maassa, mutta tuhokeskittymiä havaittiin maan kaakkoisosissa sekä Etelä-Savossa ja Lapin kolmion alueella.



Valtakunnan metsien 9. ja 10. inventoinnin välillä hirvituhojen ala on lisääntynyt kaikilla tutkimusalueilla, erityisesti Keski-Suomessa (taulukko 16). Metsikön laatua alentaneiden tuhojen ala on lisääntynyt vain Keski-Suomessa ja Pohjois-Savossa. Pohjois-Karjalassa hirvituhojen alan kasvu on ollut pienin verrattuna muihin tutkimusalueisiin ja metsikön laatua alentaneiden tuhojen määrä on laskenut inventointikertojen välillä. Valtakunnan metsien 10. inventoinnin tulosten perusteella ei hirven aiheuttamien vahinkojen voida olettaa vähentyvän vielä tulevina vuosina.

**Taulukko 16.** Hirvituhojen ala (km<sup>2</sup>) ja metsikön laatua alentaneiden hirvituhojen ala (km<sup>2</sup>) valtakunnan metsien 9. ja 10. inventoinnin mukaan Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa (Valtakunnan metsien...2009).

	VMI 9			VMI 10		
	Keski-Suomi	Pohjois-Karjala	Pohjois-Savo	Keski-Suomi	Pohjois-Karjala	Pohjois-Savo
<b>Hirvituhoja</b>	613	1085	971	1038	1301	1363
<b>Metsikön laatua alentavia tuhoja</b>	255	660	449	354	575	720

Taulukossa 17. on selkärankaisten aiheuttamat tuhot ilmaistuna prosentteina puuntuotannon metsämaan alasta koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa eri ajanjaksoina vuosina 1992–2008. Taulukosta 17. nähdään selkeä selkärankaisten aiheuttamien tuhojen määrän kasvu vuodesta 1992 vuoteen 2008 (Peltola 2009).

**Taulukko 17.** Selkärankaisten aiheuttamat tuhot prosentteina metsämaan alasta (ha) koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Peltola 2009).

Alue	1992–2000	1992–2002	1993–2003	2004–2006	2004–2007	2004–2008	Metsämaan ala
Koko maa	1,9	1,7	1,9	3,4	3,4	3,3	19059
Etelä-Suomi	2,1	1,8	1,8	3,3	3,3	3,3	10927
Pohjois-Suomi	1,6	1,6	2,0	3,6	3,4	3,5	8132

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia hirven Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueella 1990-luvun puolivälissä vahingoittamien männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila ja kehityskelpoisuus 10 vuotta hirvivahinkoarvion suorittamisen jälkeen. Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila vuonna 2007 oli hirven aiheuttamista vahingoista huolimatta hyvä. Pohjois-Savossa männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila sen sijaan oli muita alueita heikompi erityisesti männyn ja muiden puulajien alhaisen tiheyden vuoksi. Taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin vahingoittumattomien ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärän sekä vioittumisen asteen avulla. Kaikilla tutkimusalueilla vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli vähentynyt ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä lisääntynyt vuoteen 2007 mennessä, mikä kertoo hirven aiheuttamien vahinkojen määrän ja vakavuuden lisääntymisestä alueilla, joilla arvioitiin hirven aiheuttamia vahinkoja ensimmäisen kerran vuonna 1997. Erityisesti vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli laskenut hyvin alhaiseksi tarkastelujakson aikana kaikilla alueilla. Vuonna 2007 kehityskelpoisimmat männyn taimikot olivat Keski-Suomessa. Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa vahingoittumattomien mäntyjen lukumäärä oli vähentynyt ja vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärä lisääntynyt merkittävästi tarkastelujakson aikana. Männyn tiheyden väheneminen, muutokset puulajisuhteissa, vahingoittuneiden mäntyjen lukumäärän ja vioittumisasteen lisääntyminen arvioiduilla kuvioilla kertovat hirven aiheuttamien vahinkojen jatkumisesta vakavina, jolloin vuonna 2007 tutkimusalueilla kasvatettiin edelleen hirven vahingoittamia mäntyjä. Tutkimusalueiden alhainen männyn tiheys ei varsinkaan Pohjois-Savossa mahdollista vioittuneiden mäntyjen poistoa tulevaisuudessa taimikonhoidon tai harvennusten yhteydessä. Alueilla kasvaa kuitenkin männyn lisäksi vahingoittumatonta, luontaisesti syntynyttä puustoa, jolloin hirven aiheuttamista vahingoista huolimatta hirvituho-kuvioille saadaan tulevaisuudessa kasvatuskelpoinen metsikkö.

Voimakas kasvu hirven talvikannassa 1990-luvun puolivälistä 2000-luvun alkuun saakka on lisännyt hirven männylle aiheuttamien vahinkojen määrää ja vakavuutta tutkimusalueilla tarkastelujakson aikana. Hirvivahinkojen määrää ja vakavuutta ei kuitenkaan voida arvioida ai-noastaan hirven talvikannan koon perusteella. Alueellisen hirven talvikannan koon ohella erityisesti alueen männyn metsänviljelyalan suuruudella on merkittävä vaikutus. Tutkimusalueista Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella arvioitiin vuonna 2007 lievimmät hirven aiheuttamat vahingot, vaikka alueella oli suurin hirven talvikanta tarkastelujakson aikana.

Pohjois-Karjalassa sen sijaan hirven talvikanta oli pienin ja hirven männylle aiheuttamat vahingot vakavia. Hirven talvikanta on vähentynyt Suomessa vuodesta 2001, jolloin kannan pieneneminen olisi voinut olettaa vähentäneen hirven männylle aiheuttamia vahinkoja vuoteen 2007 mennessä. Hirven talvikannan koon pieneneminen näkyi hirven aiheuttamien vahinkojen vähenemisenä vuonna 2007 kuitenkin vain Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

Arvio hirven puustolle aiheuttamasta vahingosta tehdään usein taimikon kehityksen ollessa vielä varhaisessa vaiheessa, koska korvauksen hakemiseen on metsänomistajalla aikaa kolme vuotta vahingon syntymisestä. Arvion suorittamisen jälkeen taimikon kehitystä ei yleensä seurata, ellei metsänomistaja itse ole aktiivinen. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella hirven vahingoittamien taimikoiden kehityksen seuraaminen on erityisen tärkeää, koska hirven aiheuttamat vahingot voivat jatkua ja muuttua entistä vakavammaksi taimikon varttuessa. Tieto hirven aiheuttamien vahinkojen jatkuvuudesta ja vakavuudesta ovat erityisen tärkeitä metsänomistajalle, koska vahingoittumattomien taimien lukumäärän väheneminen ja erilaiset runkovauriot johtavat metsästä saatavan puutavaran laadun alenemiseen ja taloudellisiin menetyksiin. Korvausjärjestelmän avulla metsänomistajalle korvataan hirven aiheuttamasta vahingosta aiheutuneet taloudelliset menetykset kasvu- ja laatutappiokorvauksina sekä taimikon täydennys- tai uudelleenviljelystä aiheutuneet kustannukset. Korvausjärjestelmän ongelmaksi muodostuu kuitenkin hirven aiheuttamien vahinkojen jatkuvuus taimikoissa. Metsänomistajalla on mahdollisuus hakea toistuvasti korvauksia hirven aiheuttamiin vahinkoihin, jolloin vuodesta toiseen samoissa taimikoissa tehdään vahinkoarvioita ja voidaan hakea korvauksia hirven aiheuttamista vahingoista, vaikka alueelle muodostuisikin luontaisesti syntyneen puuston avulla kasvatuskelpoinen metsikkö.

## KIRJALLISUUS

- Aarnio, J. & Härkönen, S. 2007. Hirvestä hyötyjä ja kustannuksia. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007: 101–106.
- Ball, J. P., Danell, K. & Sunesson, P. 2000. Response of a herbivore community to increased food quality and quantity: an experiment with nitrogen fertilizer in a boreal forest. *Journal of Applied Ecology* 37: 247–255.
- Bergqvist, G., Bergström, R. & Edenius, L. 2003. Effects of moose (*Alces alces*) rebrowsing on damage development in young stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forest Ecology and Management* 176: 397–403.
- Bryant, P. J. & Kuropat, J. P. 1980. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: The role of plant chemistry. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 261–285.
- Bryant, P. J., Provenza, F.D., Pastor, J., Reichardt, P.B., Clausen, T.P. & Toit, J.T. 1991. Interactions between Woody Plants and Browsing Mammals Mediated by Secondary Metabolites. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 431–446.
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. 1980. Foods of moose and roe deer at Grimsö in central Sweden – results of rumen content analysis. *Swedish Wildlife Research Supply* 11: 169–247.
- Danell, K., Bergström, R. & Edenius, L. 1994. Effects of large mammalian browsers on architecture, biomass and nutrients of wood plants. *Journal of Mammalogy* 75: 833–844.
- Danell, K., Edenius, L. & Lundberg, P. 1991. Herbivory and tree stand composition: moose patch use in winter. *Ecology* 72: 1350–1357.
- Danell, K., Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66: 1867–1878.
- Edenius, L. 1993. Browsing by moose on Scots pine in relation to plant resource availability. *Ecology* 74: 2261–2269.
- Faber, W.E. 1996. Bark stripping by moose on young *Pinus sylvestris* in south-central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 300–306.
- Haukioja, E., Huopalahti, R., Kotiaho, J. & Nygrén, K. 1982. Millaisia männyntaimia hirvi suosii? *Suomen Riista* 30: 22–27.
- Heikkilä, R. 1991. Moose browsing in a Scots pine plantation mixed with deciduous tree species. *Acta Forestalia Fennica* 224. 13 s.
- Heikkilä, R. 1993. Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikossa. *Folia Forestalia* 815. 18 s.
- Heikkilä, R. 1999. Hirvien hakamaat. Pihlaja-sarja nro. 4. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 147 s.

- Heikkilä, R., Hokkanen, P., Kooiman, M., Aygüney, N. & Bassoulet, C. 2003. The impact of moose browsing on tree species composition in Finland. *Alces* 39: 203–213.
- Heikkilä, R. & Härkönen, S. 1993. Moose (*Alces alces* L.) browsing in young Scots pine stands in relation to the characteristics of their winter habitats. *Silva Fennica* 27: 127–143.
- Heikkilä, R. & Härkönen, S. 2007. Hirvivahingot ja hirvikanta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007: 122–126.
- Heikkilä, R. & Mikkonen, T. 1992. Effects of density of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand on moose (*Alces alces*) browsing. *Acta Forestalia Fennica* 231. 14 s.
- Heikkilä, R. & Löyttyniemi, K. 1992. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage. *Silva Fennica* 26: 19–26.
- Hirvieläinvahingot 2009. [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: [http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/kalastus\\_riista\\_porot/riistatalous/vahinkojen\\_korvaaminen/hirvielainvahingot.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/kalastus_riista_porot/riistatalous/vahinkojen_korvaaminen/hirvielainvahingot.html). [Viitattu 24.4.2010].
- Hirvikannan arviointi. 2009. [Verkkodokumentti]. Metsästäjäin Keskusjärjestö. Saatavissa: [http://www.riista.fi/?mag\\_nr=13&group=00000168](http://www.riista.fi/?mag_nr=13&group=00000168). [Viitattu 5.1.2010].
- Hirvivahinkotyöryhmä 2000:n muistio. 2000. [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: [http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmuistiot/2000/2000\\_11/11-2000Tr.htm](http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmuistiot/2000/2000_11/11-2000Tr.htm). [Viitattu 24.4.2010].
- Hjeljord, O., Hövik, N. & Pedersen, H.B. 1990. Choice of feeding sites by moose during summer, the influence of forests structure and plant phenology. *Holarctic Ecology* 13: 281–292.
- Huntly, N. 1991. Herbivores and the Dynamics of Communities and Ecosystems Source. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 477–503.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsäkustannus Oy, Helsinki. 100 s.
- Härkönen, S. 1997. Hirvi. Teoksessa: Nummi, P. & Ermala, A. (toim.). Suomen luonto. Nisäkkäät. Eläimet. Weilin+Göös. s. 256–263.
- Härkönen, S., Heikkilä, R., Faber, W. E. & Pehrson, Å. 1998. The influence of silvicultural cleaning on moose browsing in young Scots pine stands in Finland. *Alces* 34: 409–422.
- Härkönen, S., Heikkilä, R. & Kitunen, V. 1996. Moose (*Alces alces* L.) browsing on young Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) in relation to terpene compounds. *Mammalian Biology: Zeitschrift für Säugetierkunde* 62: 88–92.
- Hörnberg, S. 2001. The relationship between moose (*Alces alces*) browsing utilisation and the occurrence of different forage species in Sweden. *Forest Ecology and Management* 149: 91–102.
- Laki riistanhoitomaksusta ja pyyntilupamaksusta 616/1993. 1993. [Verkkodokumentti]. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19930616>. [Viitattu 5.1.2010].

- Lilja, A. & Heikkilä, R. 2007. Väriviat hirvien taittamissa koivuissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007: 127–129.
- Löyttyniemi, K. 1983. Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen. *Folia Forestalia* 560. 11 s.
- Löyttyniemi, K. & Lääperi, R. 1988. Hirvi ja metsätalous. Helsingin yliopisto. Maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Julkaisuja 13. 56 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön määräys. 2001. [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/56A86626-55E2-4165-95BB-48F8D8F9EF89/10683/sisainenmaarays24107232001su.pdf>. [Viitattu 24.4.2010].
- Maa- ja metsätalousministeriön määräyskokoelma no: 29/01. 2001. [Verkkodokumentti] Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: [http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/0B5F67DD-978D-4D77-A0E8-3B42D58E70DC/0/mmm\\_maarays\\_hirvielainten aiheuttamien\\_1218\\_621\\_2001.pdf](http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/0B5F67DD-978D-4D77-A0E8-3B42D58E70DC/0/mmm_maarays_hirvielainten aiheuttamien_1218_621_2001.pdf). [Viitattu 24.4.2010].
- Maa- ja metsätalousministeriön tilinpäätökset. 2008. [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: <http://wwwb.mmm.fi/netra/>. [Viitattu 24.4.2010].
- McInnes, P. F., Naiman, R. J., Pastor, J. & Cohen, Y. 1992. Effects of moose browsing on vegetation and litter of the boreal forest, Isle Royale, Michigan, USA. *Ecology* 73: 2059–2075.
- Metsäkeskuksen internet-sivut. 2010. [Verkkodokumentti]. Metsäkeskus. Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi/web/fin>. [Viitattu 6.1.2010].
- Metsästyslaki 615/1993. 1993. [Verkkodokumentti]. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19930615>. [Viitattu 24.4.2010].
- Metsätuho-opas. 2009. [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/opas/index.htm>. [Viitattu 24.4.2010].
- Motta, R. 1996. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 88: 93–98.
- Mäki, T., Soikkanen, M. & Rinne, V. 1981. Tapiola – Suuri suomalainen eräkirja. *Weilin+Göös*. s. 152–175.
- Niemelä, P., Hagman, M. & Lehtilä, K. 1989. Relationship between *Pinus sylvestris* L. origin and browsing preference by moose in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 239–246.
- Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2008. Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 42: 587–603.
- Nikula, A., Härkönen, S., Leskinen, P. & Kurttila, M. 2007. Hirvikannan säätelyn tasot ja päätöksenteko. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007: 112–118.

- Nisäkäsanimistötoimikunta. 2009. [Verkkodokumentti]. Luonnontieteellinen keskusmuseo. Saatavissa: <http://www.fmnh.helsinki.fi/luonto/nimet/nisakkaat/>. [Viitattu 4.4.2010].
- Nygrén, T. 1998. Voimistunut hirvikanta tuottavampi kuin koskaan – taustalla muutokset lainsäädännössä, menettelytavoissa sekä tavoitteissa. Riistantutkimuksen tiedote 154. 17 s.
- Nygrén, T., Tykkyläinen, R. & Wallén, M. 2000. Syksyn suurjahdin kohteena erittäin tuottava, nopeasti kasvanut hirvikanta. Riistantutkimuksen tiedote 168. 16 s.
- Palmén, E., Koivisto, I. & Aarnio, M. 1983. Suomen eläimet. Weilin+ Göös. s. 287–293.
- Palo, R. T., Bergström, R. & Danell, K. 1992. Digestibility, distribution of phenols, and fiber at different twig diameters of birch in winter. Implication for browsers. *Oikos* 65: 450–454.
- Pastor, J. & Danell, K. 2003. Moose-vegetation-soil interactions: a dynamic system. *Alces* 39: 177–192.
- Pastor, J., Dewey, B., Naiman, R. J., McInnes, P. F. & Cohen, Y. 1993. Moose Browsing and Soil Fertility in the Boreal Forests of Isle Royale National Park. *Ecology* 74: 467–480.
- Peltola, A. (toim.). 2009. Metsätaloustilastollinen vuosikirja. [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/vsk/index.htm>. [Viitattu 24.4.2010].
- Persson, I-L. 2003. [Verkkodokumentti]. Moose Population Density and Habitat Productivity as Drivers of Ecosystem Processes in Northern Boreal Forests. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria* 272. Saatavissa: <http://www.szooek.slu.se/swe/publikationer/VisaPub.cfm?1408>. [Viitattu 5.4.2010].
- Persson, I-L., Danell, K. & Bergström, R. 2000. Disturbance by large herbivores in boreal forests with special reference to moose. *Annual Zoology Fennici* 37: 251–263.
- Persson, I-L., Danell, K. & Bergström, R. 2005a. Different moose densities and accompanied changes in tree morphology and browse production. *Ecological Applications* 15: 1296–1305.
- Persson, I-L., Pastor, J., Danell, K. & Bergström, R. 2005b. Impact of moose population density on the production and composition of litter in boreal forests. *Oikos* 108: 297–306.
- Pusenius, J. 2009. Hirvikanta vuonna 2008. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.rktl.fi/riista/riistavarat/hirvikanta\\_vuonna\\_2.html](http://www.rktl.fi/riista/riistavarat/hirvikanta_vuonna_2.html). [Viitattu 24.4.2010].
- Riistakantojen runsauden seuranta. 2009. [Verkkodokumentti]. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.rktl.fi/riista/riistavarat/>. [Viitattu 5.1.2010].
- Riistavahinkolaki 105/2009. 2009. [Verkkodokumentti]. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090105>. [Viitattu 24.4.2010].
- Riistavahinkotyöryhmän muistio. 2005. [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: [http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005\\_13.pdf](http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005_13.pdf). [Viitattu 24.4.2010].

Riistaweb-verkkopalvelu. 2010. [Verkkodokumentti]. Riistaweb. Saatavissa: <http://riistaweb.riista.fi/>. [Viitattu 6.1.2010].

Risenhoover, K. L. & Maas, S. A. 1987. The influence of moose on the composition and structure of Isle Royale forests. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 357–364.

Shipley, L. A., Blomquist, S. & Danell, K. 1998. Diet choices made by free-ranging moose in northern Sweden in relation to plant distribution, chemistry, and morphology. *Canadian Journal of Zoology* 76: 1722–1733.

Tomppo, E., Henttonen, H. & Tuomainen, T. 2001. 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.

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

Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. PS-kustannus, Jyväskylä. 118 s.

Valtakunnan metsien inventointi. 2009. [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/vmi>. [Viitattu 24.4.2010].

Viherä-Aarnio, A. & Heikkilä, R. 2006. Effect of the latitude of seed origin on moose (*Alces alces*) browsing on silver birch (*Betula pendula*). *Forest Ecology and Management* 229: 325–332.

Viiri, H. 2007. Syökö hirvi metsänuudistamisen monimuotoisuuden? *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007: 133–136.

Ylikojola, H. & Nevalainen, S. 2006. Metsätuhojen esiintyminen Suomessa 1986–1994. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2006: 97–180.

### **Julkaisematon kirjallisuus**

Härkönen, S. 2009. Pyyntilupamaksuvaroilla korvatut maatalous-, metsätalous- ja liikennevahingot vuodesta 1991 vuoteen 2008. Julkaisematon.

Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Miina, J., Saksa, T. & Viiri, H. 2010. Metsänuudistamisen tila Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja*. Hyväksytty käsikirjoitus. 89 s.



**LIITE 1.** Vuonna 1997 mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot**Omistaja****Kunta****Arvioitavan kuvion numero****Vahingoittuneen alueen pinta-ala**

Pinta-alan alaraja on 0,1 hehtaaria.

**Kuvion metsätyyppi**

2 OMT ja vastaava (lehtomainen kangas, vastaava suo ja ruohoturvekangas)

3 MT ja vastaava (tuore kangas, vastaava suo ja mustikkaturvekangas)

4 VT ja vastaava (kuivahko kangas, vastaava suo ja puolukkaturvekangas)

5 CT ja vastaava (kuiva kangas, vastaava suo ja varputurvekangas)

**Vahingoittunut puulaji**

Vahingoittunut puulaji on se kasvatuskelpoinen puulaji, joka on mahdollista kasvattaa pääte-hakkuuseen asti, tai se puulaji, jonka hyväksi taimikonhoitotyöt on tehty tai tullaan tekemään.

Vahingoittunut puulaji ilmoitetaan seuraavilla numeroilla:

1 mänty

2 kuusi

3 viljelty rauduskoivu

4 luontainen rauduskoivu

5 luontainen hieskoivu

6 viljelty hieskoivu

7 visakoivu

8 haapa

9 hybridihaapa

10 lehtikuusi

11 muu lehtipuu

12 muu havupuu

**Taimikon keskipituus ennen vahinkoa**

Keskipituus tarkoittaa koealan mediaanipuun pituutta ennen hirvieläinvahinkoa.

**Taimikonhoitotyön tarve**

1 ei, 2 kyllä

**Toimenpide-ehdotus**

11 ei toimenpiteitä, 12 täydennysviljely, 13 uudelleenviljely

**Vahingoittumattomien taimien lukumäärä****Vaurioituneiden taimien lukumäärä eri vaurioluokkiin jaettuna**

Vaurioluokat on kuvattu liitteessä 3.

**20–50 %**

20–50 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta on syöty.

**yli 50 %**

Yli 50 % taimen saatavilla olevasta oksabiomassasta on syöty.

**Alemman jakson taimien lukumäärä**

Alemman jakson taimilla tarkoitetaan koealoilla olevia toisen jakson taimia ja niiden lukumäärää. Mikäli mitatulla kuvioilla on vahingoitettu vain toista jaksoa, on lomakkeeseen merkitty vahingoittumattomien taimien lukumäärä. Näin ollen nämä taimet ovat alemman jakson vahingoittumattomia taimia.

**Tiheys**

Taimien lukumäärä hehtaarilla.

**Tuhoutuneiden taimien lukumäärä****Maksetun korvauksen suuruus**

**LIITE 2.** Vuonna 2007 mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot**Kunta****Kuvion numero****Koealan numero****Vahingoittunut puulaji**

1 mänty

2 kuusi

3 rauduskoivu

4 hieskoivu

5 haapa

6 raita

7 muut pajut

8 pihlaja

9 harmaaleppä

**Asema**

1 valtapuu

2 lisävaltapuu

3 vallitsevan jakson muu puu

4 aluspuu

5 alikasvos

**Kuntoluokka**

1 terve tai lievästi vioittunut

2 lievästi vioittunut

3 kohtalaisesti vioittunut

4 suuresti vioittunut

5 kuollut

**Pituus (cm)****Läpimitta (mm)****Paksuin oksa (mm)****Mutkakulma (°)****Katkaisukorkeus (cm)****Syöntiaste**

1 alle 25 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta syöty

2 25–50 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta syöty

3 50–75 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta syöty

4 75–100 % taimen hirven saatavilla olevasta oksabiomassasta syöty

**Tyngän läpimitta (mm)****Tyngän pituus (cm)****Latvanvaihtojen määrä (kpl)**

**LIITE 3.** Vuonna 1997 arvioinneissa käytetyt puulajeittaiset vaurioluokat**MÄNTY****Ei vahinkoa**

Vähäisiä oksavaurioita

**Vaurioluokka I**

Pääranka katkaistu ensimmäisen vuosikasvaimen kohdalta

**Vaurioluokka II**

Pääranka katkaistu toisen vuosikasvaimen kohdalta

Pääranka katkaistu ensimmäisen vuosikasvaimen kohdalta ja koko ensimmäinen oksakiehkura vaurioitunut

Ei päärankavauriota, mutta neulasmassasta menetetty yli 75 %

**Vaurioluokka III**

Pääranka katkaistu kolmannen vuosikasvaimen kohdalta

Pieni kuorivaurio

**Vaurioluokka IV**

Pääranka katkaistu neljännen vuosikasvaimen kohdalta tai alemmaa

Päärankavaurion lisäksi neulasmassasta menetetty yli 75 %

Taimi kuollut

Taimi pensastunut

Suuri kuorivaurio

Pieni kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut alle 50 %

Suuri kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut vähintään 50 %

**RAUDUSKOIVU, HIESKOIVU, VISAKOIVU, HAAPA, HYBRIDIHAAPA JA MUUT LEHTIPUUT****Ei vahinkoa**

Päärangan katkaisukohdan läpimitta korkeintaan 0,5 cm ja katkaistun osan pituus enintään 1/3 taimen pituudesta

Vähäisiä oksavaurioita

**Vaurioluokka I**

Luokka ei käytössä

**Vaurioluokka II**

Päärangan katkaisukohdan läpimitta suurempi kuin 0,5 cm ja katkaistun osan pituus enintään 1/3 taimen pituudesta

**Vaurioluokka III**

Päärangan katkaistun osan pituus 1/3–1/2 taimen pituudesta

Ei päärankavauriota, mutta lehtimassasta menetetty yli 75 %

Pieni kuorivaurio

**Vaurioluokka IV**

Päärankavaurion lisäksi lehti massasta menetetty yli 75 %

Taimi kuollut

Taimi pensastunut

Suuri kuorivaurio

Pieni kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut alle 25 %

Suuri kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut vähintään 25 %, tai vaurion pinta-ala on yli 300 cm<sup>2</sup>

**KUUSI, LEHTIKUUSI****Ei vahinkoa**

Vähäisiä vaurioita latvakasvaimessa tai oksissa

Pääranka katkaistu ensimmäisen vuosikasvaimen kohdalta

**Vaurioluokka I**

Luokka ei käytössä

**Vaurioluokka II**

Pääranka katkaistu toisen vuosikasvaimen kohdalta

Ei päärankavauriota, mutta neulasmassasta menetetty yli 75 %

**Vaurioluokka III**

Pääranka katkaistu kolmannen vuosikasvaimen kohdalta

Pieni kuorivaurio

**Vaurioluokka IV**

Päärankavaurion lisäksi neulasmassasta on menetetty yli 75 %

Taimi kuollut

Taimi pensastunut

Suuri kuorivaurio

Pieni kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut alle 25 %.

Suuri kuorivaurio: vauriokohdan vaipasta on vahingoittunut vähintään 25 % tai vaurion pinta-ala on yli 300 cm<sup>2</sup>

**LIITE 4.** Vuoden 1997 ja 2007 arvioinnin tulokset kuvioittain ja metsäkeskuksittain. Vuonna 1997 mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot on kuvattu liitteessä 1 ja vuonna 2007 mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot liitteessä 2.

### PITUUS, cm

#### Keski-Suomi

Kuvio	Mänty		Kuusi	Rauduskoivu	Hieskoivu	Koko puusto
	1997	2007	2007	2007	2007	2007
1234	200	885	227	1045	891	464
409	100	343	92	0	528	206
378	300	1138	228	700	420	544
203	300	827	449	1250	1000	723
6	300	900	599	0	487	563
1	200	801	313	950	785	597
2	200	641	240	361	531	543
11	200	647	150	573	699	463
151	250	982	207	800	791	632
443	100	109	135	743	865	313
134	150	797	164	902	986	731
12	100	721	405	0	953	827
389	200	1050	86	1387	986	1203

#### Pohjois-Karjala

Kuvio	Mänty		Kuusi	Rauduskoivu	Hieskoivu	Koko puusto
	1997	2007	2007	2007	2007	2007
1	200	389	232	0	240	286
2	200	207	314	0	314	263
3	200	395	213	0	478	432
4	200	342	216	0	449	322
5	100	364	168	0	0	314
6	140	212	159	687	428	366
7	200	496	0	200	0	490
8	160	637	172	1005	432	528
9	150	864	149	0	530	636
10	230	894	322	0	481	536
11	300	665	100	1090	900	380
12	180	1004	0	1100	800	1003
13	200	934	437	1167	996	819
14	150	863	426	1100	589	730
16	220	943	372	0	725	867
17	280	994	271	500	637	694
18	250	791	181	0	235	371
19	150	353	220	620	762	436
20	200	1014	233	1250	953	923

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>		<b>Kuusi</b>	<b>Rauduskoivu</b>	<b>Hieskoivu</b>	<b>Koko puusto</b>
	<b>1997</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>
6	250	593	690	0	203	590
169	300	531	600	0	806	550
170	300	408	573	928	768	495
140	400	751	885	0	912	785
141	100	275	43	0	40	262
317	200	243	459	1065	0	441
116	300	512	600	0	714	572
449	300	452	596	1061	882	641
458	300	488	631	0	1238	591
84	300	149	453	533	858	279
139	500	935	720	0	1035	962
167	500	646	740	670	830	702
235	200	359	385	0	500	378
241	100	375	453	632	560	391
265	300	447	545	849	817	649
278	300	281	333	834	460	354
104	400	804	523	1076	720	812
26	150	410	620	0	607	489
31	150	399	304	0	557	475
33	150	504	427	793	639	569
36	400	416	585	850	699	573

**PÄÄPUULAJI****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>1997</b>	<b>2007</b>
1234	1	2
409	1	2
378	1	2
203	1	1
6	1	2
1	1	1
2	1	1
11	1	1
151	1	1
443	1	2
134	1	4
12	1	4
389	1	3

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>1997</b>	<b>2007</b>
1	1	4
2	1	1
3	1	4
4	1	2
5	1	1
6	1	4
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	4
11	1	2
12	1	1
13	1	1
14	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	4
19	1	2
20	1	1

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>1997</b>	<b>2007</b>
6	1	1
169	1	1
170	1	1
140	1	1
141	1	1
317	1	1
116	1	1
449	1	1
458	1	1
84	1	1
139	1	1
167	1	1
235	1	1
241	1	1
265	1	1
278	1	1
104	1	1
26	1	1
31	1	4
33	1	1
36	1	1

**LIITE 5.** Vuoden 2007 arvioinnin tulokset kuvioittain ja metsäkeskuksittain. Vuonna 2007 mitatut ja arvioidut puustotunnukset ja muut kuviotiedot on kuvattu liitteessä 2.

**PUUSTON KOKONAISTIHEYS, r/ha**

**Keski-Suomi**

Kuvio	2007
1234	5014
409	4848
378	3029
203	2267
6	3180
1	4000
2	4978
11	6213
151	4388
443	20670
134	2483
12	1750
389	2450

**Pohjois-Savo**

Kuvio	2007
6	1609
169	2533
170	2164
140	1700
141	1300
317	2150
116	2014
449	1516
458	1950
84	1200
139	1671
167	1762
235	1863
241	1728
265	2417
278	2533
104	1708
26	1752
31	1443
33	1520
36	782

**Pohjois-Karjala**

Kuvio	2007
1	12748
2	9833
3	6200
4	2636
5	1821
6	12686
7	2550
8	12290
9	2677
10	8100
11	4160
12	2625
13	3333
14	2453
16	2133
17	3164
18	9152
19	6552
20	2720



**ASEMA****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>Asema</b>
1234	5
409	5
378	5
203	1
6	1
1	1
2	1
11	5
151	1
443	5
134	1
12	1
389	1

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>Asema</b>
1	5
2	5
3	1
4	5
5	5
6	5
7	5
8	4
9	1
10	1
11	5
12	1
13	1
14	1
16	1
17	1
18	5
19	5
20	1

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Asema</b>
6	1
169	1
170	1
140	1
141	4
317	4
116	1
449	1
458	5
84	5
139	1
167	1
235	1
241	1
265	1
278	4
104	2
26	3
31	2
33	2
36	1

**KUNTOLUOKKA****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>Kuntoluokka</b>
1234	1
409	1
378	1
203	1
6	1
1	1
2	1
11	1
151	1
443	1
134	1
12	4
389	2

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>Kuntoluokka</b>
1	3
2	3
3	3
4	1
5	1
6	3
7	4
8	1
9	1
10	2
11	1
12	2
13	1
14	1
16	1
17	1
18	4
19	1
20	2

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Kuntoluokka</b>
6	1
169	1
170	1
140	1
141	4
317	1
116	1
449	1
458	1
84	4
139	1
167	1
235	4
241	4
265	1
278	4
104	1
26	1
31	2
33	1
36	2

**SYÖNTIASTE****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>Syöntiaste</b>
1234	4
409	0
378	0
203	4
6	2
1	4
2	4
11	4
151	4
443	4
134	2
12	4
389	0

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>Syöntiaste</b>
1	4
2	4
3	4
4	3
5	2
6	2
7	4
8	2
9	3
10	2
11	2
12	0
13	0
14	4
16	2
17	2
18	4
19	4
20	0

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Syöntiaste</b>
6	1
169	1
170	4
140	1
141	4
317	4
116	1
449	1
458	4
84	4
139	1
167	4
235	4
241	2
265	4
278	4
104	1
26	1
31	1
33	1
36	1

**LÄPIMITTA, mm****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Koko puusto</b>
1234	126	92
409	64	62
378	126	114
203	93	92
6	137	101
1	106	95
2	90	80
11	117	92
151	140	113
443	104	60
134	110	96
12	120	101
389	103	105

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Koko puusto</b>
1	68	67
2	39	44
3	66	56
4	71	52
5	111	109
6	63	47
7	130	130
8	104	94
9	109	78
10	109	94
11	90	93
12	126	125
13	112	103
14	109	96
16	137	128
17	129	100
18	114	100
19	100	81
20	138	122

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Koko puusto</b>
6	87	86
169	60	60
170	53	56
140	106	104
141	44	44
317	39	54
116	72	69
449	63	77
458	57	68
84	25	40
139	116	109
167	89	85
235	49	49
241	59	59
265	64	67
278	42	43
104	108	95
26	52	55
31	55	51
33	68	61
36	90	86



**PUULAJIT, r/ha****Keski-Suomi**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Kuusi</b>	<b>Rauduskoivu</b>	<b>Hieskoivu</b>	<b>Haapa</b>	<b>Raita</b>	<b>Muut pajut</b>	<b>Pihlaja</b>	<b>Harmaaleppä</b>
1234	933	2088	520	673	200	0	400	200	0
409	1771	2543	0	333	0	0	200	0	0
378	914	1714	200	200	0	0	0	0	0
203	1000	667	400	200	0	0	0	0	0
6	400	1480	0	700	200	200	0	200	0
1	1400	1400	200	400	0	0	0	200	400
2	2120	725	533	1600	0	0	0	0	0
11	2433	2100	200	1080	0	200	200	0	0
151	1105	1000	475	773	240	235	0	200	360
443	6600	9150	320	2850	0	200	0	200	1350
134	750	693	222	817	0	0	0	0	0
12	300	360	0	690	0	0	0	0	400
389	400	350	1000	400	0	0	0	0	300

**Pohjois-Karjala**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Kuusi</b>	<b>Rauduskoivu</b>	<b>Hieskoivu</b>
1	3943	433	0	8371
2	4667	1167	0	4000
3	1800	867	0	3533
4	483	1169	0	983
5	1171	650	0	0
6	829	2343	200	9314
7	2350	0	200	0
8	1957	767	667	8900
9	1167	550	0	960
10	1200	1000	0	5900
11	600	2520	840	200
12	2225	0	200	200
13	1633	920	300	480
14	1333	600	200	320
16	1567	300	0	267
17	1250	886	200	829
18	2143	1143	0	5867
19	1800	2543	267	1943
20	1320	600	200	600

**Pohjois-Savo**

<b>Kuvio</b>	<b>Mänty</b>	<b>Kuusi</b>	<b>Rauduskoivu</b>	<b>Hieskoivu</b>	<b>Haapa</b>	<b>Muut pajut</b>	<b>Harmaaleppä</b>
6	1573	18	0	18	0	0	0
169	2333	33	0	167	0	0	0
170	1691	73	255	145	0	0	0
140	1320	120	0	260	0	0	0
141	1225	25	0	50	0	0	0
317	1333	383	417	0	17	0	0
116	1300	14	0	443	129	14	114
449	937	53	316	158	21	0	32
458	1400	350	0	200	0	0	0
84	811	84	63	242	0	0	0
139	1171	14	0	414	71	0	0
167	1162	114	19	457	0	0	10
235	1575	50	0	238	0	0	0
241	1600	24	64	40	0	0	0
265	1150	50	158	900	8	25	125
278	1600	107	67	747	0	0	13
104	800	354	446	108	0	0	0
26	1057	86	57	552	0	0	0
31	571	71	0	771	29	0	0
33	760	60	60	640	0	0	0
36	491	36	36	218	0	0	0

**SYÖNTIASTE, puulajeittain r/ha****Keski-Suomi**

<b>Puulaji</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Mänty</b>		31	46	195
<b>Rauduskoivu</b>		38	31	108
<b>Hieskoivu</b>	15	46	31	112
<b>Haapa</b>				200
<b>Raita</b>				205
<b>Harmaaleppä</b>	250			

**Pohjois-Karjala**

<b>Puulaji</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Mänty</b>	145	451	177	804
<b>Kuusi</b>	13			13
<b>Rauduskoivu</b>	44	83	38	25
<b>Hieskoivu</b>	75	326	287	175

**Pohjois-Savo**

<b>Puulaji</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Mänty</b>	514	349	206	517
<b>Kuusi</b>	52			
<b>Rauduskoivu</b>	166	48	29	
<b>Hieskoivu</b>	238	40	43	11
<b>Haapa</b>	200	467	200	
<b>Muut pajut</b>	200			
<b>Harmaaleppä</b>	200			