

Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No 135

Metsäpalojen vaikutus puuston rakenteeseen Pyhä-Häkin kansallispuistossa

Hannu Lehtonen ja Taneli Kolström



METSÄHALLITUS
Luonnonsuojelu

Hannu Lehtonen
Metsähallitus
Pohjanmaan–Kainuun luontopalvelut
Toritie 2
93100 Pudasjärvi
puh. 0205 64 6520
hannu.lehtonen@metsa.fi

Taneli Kolström
Joensuun yliopisto
Mekrijärven tutkimusasema
Yliopistontie 4
82900 Ilomantsi
puh. (013) 251 5401
taneli.kolstrom@joensuu.fi

Julkaisun sisällöstä vastaavat tekijät,
eikä julkaisuun voida vedota
Metsähallituksen virallisena
kannanottona.

ISSN 1235-6549
ISBN 952-446-343-1

Oy Edita Ab
Helsinki 2002

Kansikuva: Palokanto. Juha Paso.



© Metsähallitus 2002

KUVAILULEHTI

Julkaisija

Metsähallitus

Julkaisun päivämäärä

1.3.2002

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji	
Hannu Lehtonen ja Taneli Kolström		Tutkimus	
		Toimeksiantaja	
		Metsähallitus, luonnonsuojelu	
		Toimielimen asettamispyvm	
Julkaisun nimi			
Metsäpalojen vaikutus puuston rakenteeseen Pyhä-Häkin kansallispuistossa			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä			
<p>Tutkimme Pyhä-Häkin kansallispuiston metsäpalohistoriaa ja metsäpalojen vaikutusta puuston rakenteeseen. Metsäpalohistoriaa tutkittiin käyttäen dendroekologisia menetelmiä. Aineisto käsitti kaikkiaan 52 männystä otettua näytettä. Metsäpalojen vaikutusta puuston rakenteeseen tutkittiin seitsemällä 20 m:n ympyräalalla, joiden keskipisteenä oli yksi palohistoriatutkimuksen näytepuista. Tutkimusaloilta kairattiin kaikki rinnankorkeudelta yli 4 cm olevat puut ja laskettiin puiden iät. Tutkimusosalta määritettyjä palovuosia verrattiin puiden syntymävuosiin.</p> <p>Pyhä-Häkin kansallispuistosta kerätystä aineistosta ajoitettiin kaikkiaan 44 erillistä metsäpaloa. Vanhin palo oli vuodelta 1508 ja viimeisin vuodelta 1921. Näiden vuosien välillä jossain puiston alueella on palanut keskimäärin 9 vuoden välein. Palojen määrä lisääntyi 1600-luvun puolivälissä mutta väheni selvästi 1700-luvun alussa. Palot lisääntyivät jälleen 1700-luvun loppupuolella mutta vähenivät selvästi 1800-luvun puolivälin jälkeen. 1900-luvulla puiston alueella on ollut vain yksi pieni palo. Keskimäärin puiston pinta-alasta paloi 1,91 % vuosittain vuosien 1634 ja 1858 välisenä aikana. Paloväli mediaani oli eteläosassa 43 vuotta ja pohjoisosassa 73 vuotta.</p> <p>Tutkimusaloilla elossa olevan puuston merkittävin uudistuminen tapahtui viimeisen metsäpalon jälkeen. Ennen viimeistä paloa syntyneet puuston ikäluokat muodostuivat kaikilla aloilla männystä, kun taas kuusi oli uudistunut aina vasta viimeisen metsäpalon jälkeen. Tuoreen kankaan aloilla kuusi oli uudistunut pian palon jälkeen, mutta karuimmilla aloilla kuusen uudistuminen oli kestänyt pidempään. Männyn uudistuminen oli tapahtunut tutkimusaloilla yleensä 30–40 vuoden kuluessa palosta.</p> <p>Metsäpalojen torjunta on johtanut merkittäviin muutoksiin puuston rakenteessa Pyhä-Häkin kansallispuistossa. Puuston kokonaismäärä ja kuusen osuus ovat kasvaneet huomattavasti. Metsän poltto olisi kansallispuistossa erittäin suositeltavaa luontaisten rakennepiirteiden palauttamiseksi.</p>			
Avainsanat			
dendroekologia, metsäpalot, palohistoria, puuston rakenne, Pyhä-Häkin kansallispuisto			
Muut tiedot			
Tutkimus tehtiin Metsähallituksen ja Joensuun yliopiston yhteistyönä.			
ISBN			
952-446-343-1			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	
Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 135		1235-6549	
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Luottamuksellisuus
23	suomi	10 euroa	julkinen
Jakaja		Kustantaja	
Metsähallitus, luonnonsuojelu		Metsähallitus	

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare Forststyrelsen		Utgivningsdatum 1.3.2002	
Författare (uppgifter om organet, organets namn, ordförande, sekreterare) Hannu Lehtonen och Taneli Kolström		Typ av publikation Undersökning	
		Uppdragsgivare Forststyrelsen, naturskydd	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation Skogsbrändernas effekt på beståndsstrukturen i Pyhä-Häkki nationalpark			
Publikationens delar			
Referat <p>Vi undersökte skogsbrändernas historia och effekter på beståndsstrukturen i Pyhä-Häkki nationalpark. Skogsbrändernas historia undersöktes med hjälp av dendroekologiska metoder. Materialet omfattade prover som tagits från totalt 52 tallar. Skogsbrändernas effekter på beståndsstrukturen undersöktes på sju cirkelprovytor med 20 m:s diameter och ett av provträden för den brandhistoriska undersökningen som medelpunkt. På provytorna togs borkkärnor på alla träd som fyllde 4 cm på brösthöjd, varefter trädens ålder räknades. De för provytan fastställda brandåren jämfördes med trädens födelseår.</p> <p>Med hjälp av det material som insamlades i Pyhä-Häkki nationalpark kunde sammanlagt 44 olika skogsbränder tidsbestämmas. Den äldsta branden inträffade 1508 och den senaste 1921. Mellan dessa år har det brunnit någonstans i parken med i genomsnitt 9 års intervall. Antalet bränder ökade kring medlet av 1600-talet, men minskade klart i början av 1700-talet. Mot slutet av 1700-talet ökade bränderna igen för att sedan klart minska efter medlet av 1800-talet. Under 1900-talet har det inte inträffat mer än en enda liten brand inom parken. I genomsnitt brann årligen 1,91 % av parkens areal mellan åren 1634 och 1858. Medianen för tiden mellan bränderna var i parkens södra del 43 år och i den norra 73 år.</p> <p>Den mest betydande förnyelsen av det levande beståndet på provytorna skedde efter den sista branden. Åldersklasserna i de bestånd som uppkommit före den sista branden bestod på alla provytor av tall, medan granen alltid hade förnyats först efter den sista skogsbranden. På friska momarker hade granen förnyats snart efter branden, medan det på de kargare ytorna hade dröjt längre innan granen kom in. Tallförnyelsen på provytorna hade i regel skett 30–40 år efter branden.</p> <p>Bekämpningen av skogsbränder har lett till betydande förändringar i beståndsstrukturen i Pyhä-Häkki nationalpark. Beståndets totala volym och andelen gran har ökat märkbart. För att återställa strukturens naturliga habitus vore det till fördel att bränna skog i parken.</p>			
Nyckelord dendroekologi, skogsbränder, brandhistoria, beståndsstruktur, Pyhä-Häkki nationalpark			
Övriga uppgifter Undersökningen utfördes i samarbete mellan Forststyrelsen och Joensuu universitet.			
ISBN 952-446-343-1			
Seriens namn och nummer Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja. Sarja A 135		ISSN 1235-6549	
Sidoantal 23	Språk finska	Pris 10 euro	Sekretessgrad offentlig
Distribution Forststyrelsen, naturskydd		Förlag Forststyrelsen	

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	8
2.1 Tutkimusalue.....	8
2.2 Palohistoria	10
2.3 Puuston rakenne	11
3 TULOKSET.....	12
3.1 Palohistoria	12
3.2 Puuston rakenne	14
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	17
LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

”Metsän hävittämistä, jossa Suomalainen ylipäänsä on tuiki taitavaksi oppinut, edesauttavat puolettomasti säännötöin karjan syöminen, kaskan poltto ja ne **ylen turmelewiset kulowalkeat ...**” kirjoitti Edmund von Berg vuonna 1859 Suomen metsistä kuljettuaan runsaan kuukauden ajan eri puolilla Suomea. Von Bergin kirjoituksesta käy selvästi ilmi ajatus metsäpaloista pelkästään tuhoa aikaansaavana luonnonvoimana, joka tulisi täysin torjua. Sama, erittäin torjuva suhtautuminen metsäpaloihin on ollut vallalla 1800-luvun loppupuolelta aivan viime vuosikymmenille saakka (esim. Saari 1923, Hildén 1930, Kalela 1937) lukuun ottamatta joitain poikkeuksia, joissa metsäpalojen tärkeä merkitys metsien luontaisena häiriönä on ymmärretty (esim. Haapanen 1965, 1973). Kyseessä ei ole kuitenkaan ainoastaan suomalainen ilmiö, vaan tilanne on ollut hyvin samanlainen myös muissa maissa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa luonnonsuojelualueiden palontorjuntaa pidettiin hyvin tärkeänä ja tavoitteena oli varjella suojelualueita muutoksia aikaansaavilta tekijöiltä, jollaisiksi metsäpalotkin katsottiin. Asenteet muuttuivat Yhdysvalloissa 1960-luvulla ja metsäpalot alettiin nähdä osana suojelualueiden luontaista kehitystä ja tulta alettiin käyttää yhtenä työkaluna suojelualueita hoidettaessa (Kilgore & Nichols 1995). Suojelualueille laadittiin erityisiä metsäpalosuunnitelmia, joiden mukaan luontaisesti syttyneiden palojen annettiin palaa tai alueilla suoritettiin hallittuja polttoja suojelualueen luonteesta riippuen. Yellowstonen kansallispuistossa kesällä 1988 sattuneet laajat metsäpalot aiheuttivat Yhdysvalloissa keskustelua suojelualueiden palo- ja polttosuunnitelmista, mutta suuriin muutoksiin ei nähty aihetta, koska palojen nähdään olevan osa suojelualueiden luontaista kehitystä.

Metsäpaloilla on ollut tärkeä rooli metsien kehityksessä myös Suomessa. Suojelualueiden palo- tai polttosuunnitelmia meillä ei ole tähän mennessä kuitenkaan tehty. Kun suojelualueille laaditaan metsäpalosuunnitelmaa, on metsäpalohistorian tuntemus välttämätöntä ja kaiken lähtökohta (Mutch 1995). Metsäpalohistoriaa on Suomessa tutkittu aiemmin ainoastaan muutamilla suojelualueilla, kuten Ulvinsalon luonnonpuistossa ja Patvinsuon kansallispuistossa (Haapanen & Siitonen 1978, Lehtonen ym. 1996). Metsäpalohistoria voidaan määrittää eri tavoin. Tietoja aikaisemmista metsäpaloista on mahdollista saada arkistotietojen ja vanhan karttamateriaalin avulla (Saari 1923). Menetelmä on kuitenkin ajallisesti rajoittunut ja kattaa yleensä enimmillään vain runsaan 100 vuoden jakson. Lisäksi ajanjaksoon sisältyvä tehokas palontorjunta heikentää aineiston käyttökelpoisuutta. Järvien pohjasedimenttitutkimuksilla on mahdollista selvittää ajallisesti hyvin pitkälle ulottuva metsäpalohistoria (Clark 1990). Menetelmä ei kuitenkaan ole täysin tarkka, ja lisäksi saadaan selville vain alueellinen paloväli eli kuinka pitkin välein jossain järven ympäristössä on palanut. Myöskään palojen laajuuksista ja palojen sijoittumisesta alueelle ei saada tietoa. Dendrokronologisin menetelmin metsäpalohistoria on mahdollista määrittää puissa olevien palokorojen avulla vuoden tarkkuudella noin 500 vuoden ajalta (Arno & Sneek 1977, Zackrisson 1977). Menetelmän etuina ovat tarkkuus ja tarkka paikkaan sidottu tieto menneisyyden metsäpaloista.

Yhdistämällä metsäpalohistoria ja puuston rakenne saadaan tärkeää tietoa paloissa selvinneiden puiden määrästä. Näin voidaan arvioida palojen voimak-

kuutta. Tämän tyyppistä tutkimusta ei Suomessa ole aiemmin tehty, vaan metsäpalojen vaikutusta puuston rakenteeseen on tarkasteltu pääasiassa paloalojen taimettumisen näkökulmasta (esim. Sarvas 1937) tai laajemmassa mittakaavassa (Lehtonen 1998).

Tutkimme Pyhä-Häkin kansallispuiston metsäpalohistoriaa ja metsäpalojen vaikutusta puuston rakenteeseen. Tutkimus tehtiin Metsähallituksen ja Joensuun yliopiston yhteistyönä. MMM Reini Pohjonen teki aineistosta opinnäytetyönsä (Pohjonen 1998).

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusalue

Pyhä-Häkin kansallispuisto sijaitsee Keski-Suomen maakunnassa Saarijärven kunnan pohjoisosassa (kuva 1). Pyhä-Häkin säästömetsä erotettiin Saarijärven hoitoalueeseen kuuluvasta Pyhä-Häkin kruununpuistosta 1912. Varsinainen kansallispuisto perustettiin 1956 ja sitä laajennettiin 1982. Laajennuksen jälkeen puiston pinta-ala on 1 200 ha.

Kallioperältään kansallispuisto kuuluu Pohjanmaan, Etelä-Suomen ja Savon liuskeiden rajaamaan syväkivialueeseen, jossa graniitti on pääasiallinen kivilaji (Rankama 1964). Maaperältään puisto on pääasiassa moreenia. Kasvimaantieteellisesti puisto sijaitsee eteläboreaalisen ja keskiboreaalisen vyöhykkeen rajalla kuuluen kuitenkin eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen (Ahti ym. 1968).

Pyhä-Häkin kansallispuistoa arvostettiin luontokohteena jo vuosisadan alussa. Nykyään sitä voidaan pitää yhtenä parhaista Etelä-Suomen vanhoista metsistä, vaikkakin vuoden 1912 metsätalouden tarkastuksessa todetaan, ettei missään puiston alueella ole hakkuilta säästyneitä aarniometsiä. Mainitut hakkuut olivat kuitenkin poimintahakkuuta, joiden vaikutus puuston rakenteeseen on ollut hyvin pieni. Luonnontilaisuutensa takia Pyhä-Häkin kansallispuisto on lähes ainoita kohteita Etelä-Suomessa, missä metsäpalojen ja puuston rakenteen yhteyttä voidaan vielä tutkia.

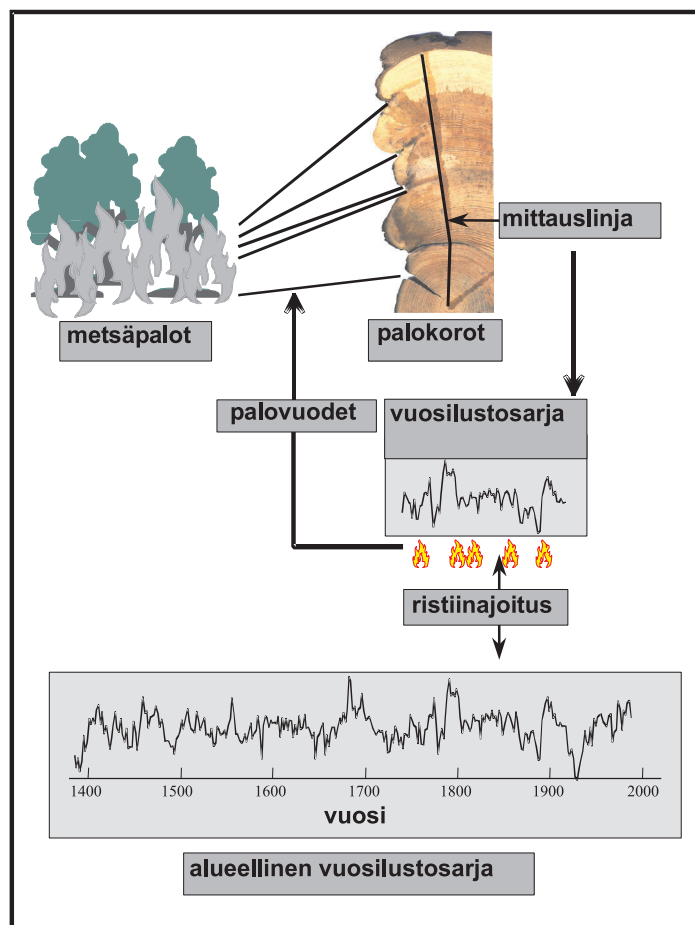
2.2 Palohistoria

Pyhä-Häkin kansallispuiston metsäpalohistoria tutkittiin käyttäen dendroekologisia menetelmiä. Menetelmän avulla metsäpalohistoria on mahdollista määrittää puissa olevien palokorojen avulla vuoden tarkkuudella noin 500 vuoden ajalta (Zackrisson 1977, Lehtonen 1997). Metsäpalo aikaansaa puun jälsisolukon osittaisen kuoleamisen tai vaurioitumisen, jolloin syntyy palokoro, jota puu pyrkii peittämään seuraavien vuosien paksuuskasvulla. Palovuosi saadaan selville määrittämällä ja ajoittamalla vaurioitunut vuosilusto.

Näytepuut valittiin subjektiivisella otannalla pyrkien kattamaan kansallispuiston alue mahdollisimman hyvin. Aineisto käsitti kaikkiaan 52 männyistä (*Pinus sylvestris* L.) otettua näytettä, joista 51 kyettiin ajoittamaan. Näytteet otettiin palon vaurioittamasta kohdasta kiilamaisina sektorinäytteinä elävistä puista, keloista, maapuista tai kannoista (kuva 2). Näytteistä mitattiin vuosilustojen paksuus 1/100 mm:n tarkkuudella. Samalla määritettiin mikroskoopin avulla palokorojen sijainti vuosilustosarjassa. Mitattu vuosilustosarja ristiinajoitettiin käyttäen apuna aiemmin rakennettua alueellista vuosilustosarjaa (kuva 2). Ristiinajoituksella tarkoitetaan menetelmää, jossa ajoittamatonta lustosarjaa verrataan ja rinnastetaan lustosarjaan, jonka jokaisen vuosiluston tarkka ajoitus tiedetään (Fritts 1976). Näin saadaan tarkka ajoitus myös ajoittamattoman lustosarjan jokaiselle vuosilustolle ja samalla näytepuusta löydetyille palokoroille. Ristiinajoituksen taustalla on ajatus, että samalla alueella samaan aikaan eläneiden puiden kasvunvaihtelut ovat yhtenevät. Näin kuolleen puun vuosilustosarja voidaan rinnastaa tarkasti elävän puun vuosilustosarjan kanssa, mikäli sarjat menevät ajallisesti päällekkäin. Menetelmä mahdollistaa näytteiden oton kuolleista puista ja kannoista, joten metsäpalohistoria voidaan määrittää paljon pidemmältä ajalta kuin pelkästään elävistä puista lustoja laskemalla. Samalla eliminoidaan mahdolliset näytepuiden lustosarjoissa esiintyvät virheet (esim. puuttuvat lustot ja valelustot), joita voi syntyä erilaisten häiriöiden, kuten kasvukauden aikaisen hallan tai metsäpalojen, aiheuttamina. Puuttuvat lustot tai valelustot aiheuttavat ajoitusvirheen, jos paloja määritetään lustoja laskemalla.

Kahden perättäisen palon välinen aika eli paloväli laskettiin näytepuusta ajoitetuista paloista ja kaikkien näytepuiden palovälit yhdistettiin palovälijakaumaksi. Palovälijakauma laskettiin erikseen sekä puiston pohjois- että eteläosalle ja jakaumien eroja tutkittiin Kolmogorovin-Smirnovin kahden populaation testillä. Keskimääräinen vuosittain palanut pinta-ala (palofrekvenssi sensu Johnson 1992) laskettiin jakamalla tietynä vuonna palaneiden näytteiden määrä kyseisenä vuonna eläneiden näytepuiden määrällä (Niklasson 1998).

Kulonkiertämien löytämiseksi tutkittiin potentiaaliset suosaarekkeet. Kulonkiertämiksi määriteltiin kuviot, joilla viimeisestä palosta oli kulunut yli 300 vuotta.



Kuva 2. Dendroekologisen metsäpalohistoriatutkimuksen periaate Lehtosen (1997) mukaan.

2.3 Puuston rakenne

Metsäpalojen vaikutusta puuston rakenteeseen tutkittiin seitsemällä 20 m:n säteisellä ympyräalalla, joiden keskipisteenä oli yksi palokoropuista. Tutkimusaloista kaksi sijaitsi mustikkatyypin (MT) kankaalla, neljä puolukkatyypin (VT) kankaalla ja yksi kanervatyypin (CT) kankaalla (Cajander 1949). Tutkimusaloilta kairattiin kaikki rinnankorkeudelta yli 4 cm olevat puut. Lustot laskettiin mikroskoopin avulla. Koska kairaus suoritettiin rinnankorkeudelta, ikään lisättiin Ilvessalon (1969) esittämät luvut syntyvuoden määrittämiseksi. Mustikkatyypin kankaalla nämä luvut ovat männyllä ja koivulla 10 vuotta ja kuusella 14 vuotta. Puolukkatyypin kankaalla vastaavat luvut ovat 14 ja 20 vuotta ja kanervatyypillä 18 ja 23 vuotta. Saatujen ikien perusteella puut ryhmiteltiin tutkimusaloittain ja puulajeittain 10 vuoden luokkiin syntymävuoden mukaan. Tutkimusalalta määritettyjä palovuosia verrattiin puiden syntymävuosiin.

Palojen voimakkuuden selvittämiseksi tutkimusaloilta laskettiin ennen viimeistä paloa syntyneet puut. Viimeisestä palosta selvinneiden puiden lukumäärän ja tutkimusalan kahden viimeisen palovälin keskiarvon välille laskettiin korrelaatio

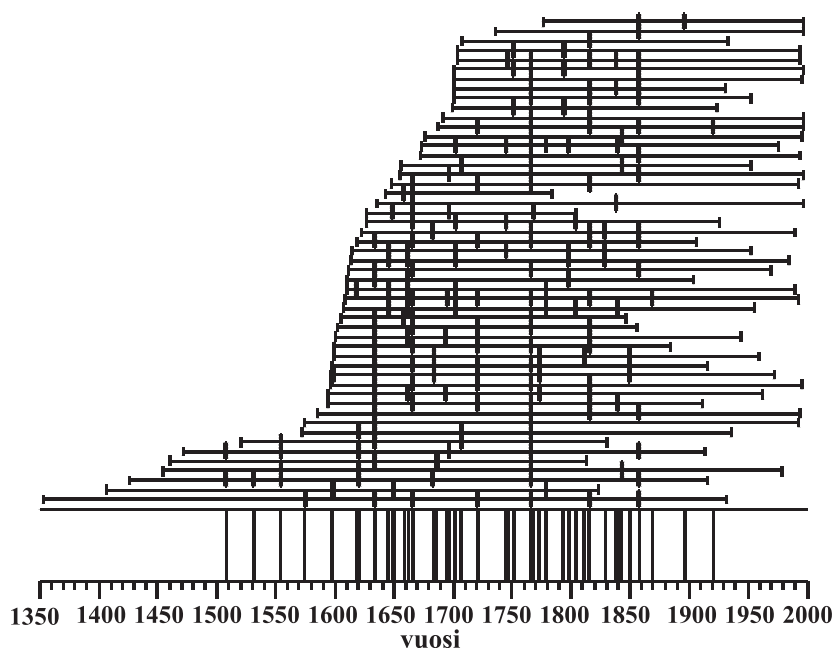
(Spearman). Palovälin vaikutusta puuston uudistumiseen ja selviämiseen paloista tutkittiin laskemalla korrelaatio (Spearman) palovälin pituuden ja vastavälin aikana uudistuneiden puiden välille. Luotettavuuden lisäämiseksi tähän tarkasteluun otettiin mukaan vain vuoden 1680 jälkeiset palovälit, koska vanhempia palovälejä tarkasteltaessa on erittäin todennäköistä, että paloista hengissä selvinneitä puita on jo ehtinyt kuolla ennen tutkimusajankohtaa.

Kansallispuiston puuston rakenteessa 80 vuoden aikana tapahtuneita muutoksia tutkittiin vuosien 1912 ja 1992 metsätalouden tarkastuksien avulla. Tutkimus rajoitettiin koskemaan puuston hehtaarikohtaista tilavuutta ja puulajisuhteita.

3 TULOKSET

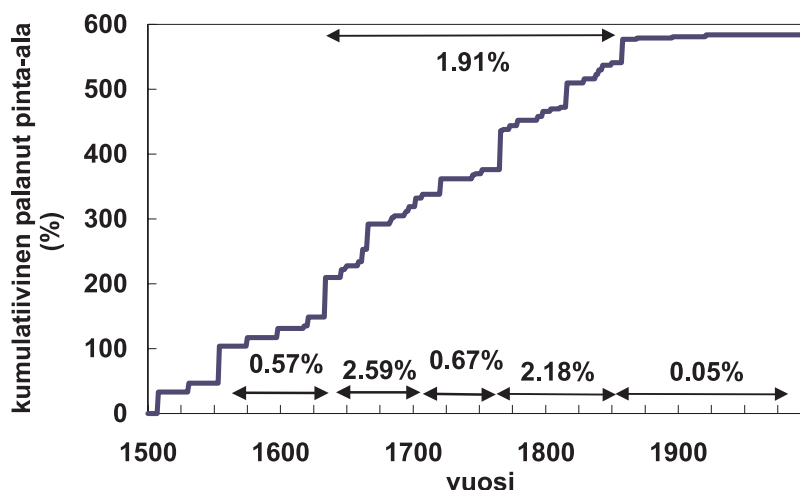
3.1 Palohistoria

Pyhä-Häkin kansallispuistosta kerätyistä ja ajoitetusta 51 näytteestä määritettiin yhteensä 201 palokoroa ja kaiken kaikkiaan 44 erillistä metsäpaloa (kuva 3). Vanhin ajoitettu vuosilusto on vuodelta 1353, mutta luotettavana palokronologiaa voidaan pitää 1500-luvulta lähtien. Vanhin palo on vuodelta 1508 ja viimeisin vuodelta 1921. Näiden vuosien välillä jossain puiston alueella on palanut keskimäärin 9 vuoden välein. Palojen määrä lisääntyi 1600-luvun puolivälissä mutta väheni 1700-luvun alussa. Palot lisääntyivät jälleen 1700-luvun loppupuolella mutta vähenivät selvästi 1800-luvun puolivälin jälkeen. 1900-luvulla puiston alueella on ollut vain yksi pieni palo.



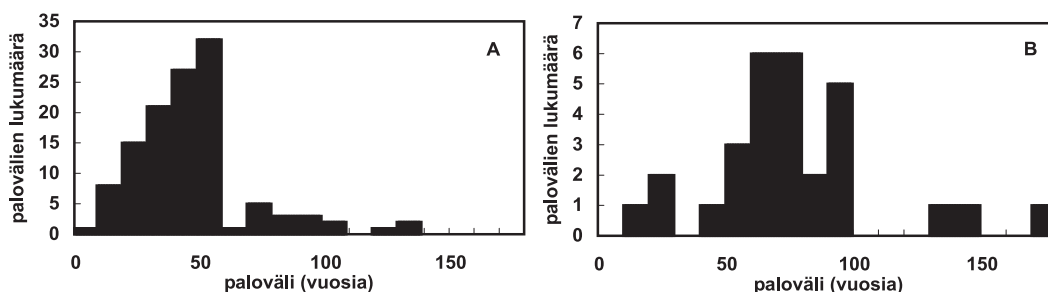
Kuva 3. Metsäpalokronologia Pyhä-Häkin kansallispuistossa. Vaakaviivat esittävät näytepuun vuosilustosarjan pituuden ja pystyviivat ajoitetut metsäpalot. Kuvan alalaidassa ovat kaikki alueelta ajoitetut metsäpalot yhdistettynä.

Muutokset palojen määrässä heijastuvat myös vuosittain palaneeseen pinta-alaan. Vuodesta 1634 vuoteen 1707 keskimäärin 2,59 % puiston pinta-alasta paloi vuodessa, mutta vain 0,67 % paloi vuosien 1708 ja 1765 välisenä aikana (kuva 4). Keskimäärin puiston pinta-alasta paloi 1,91 % vuosittain vuosien 1634 ja 1858 välisenä aikana. Vuoden 1859 jälkeen ainoastaan 0,05 % puiston pinta-alasta on palanut vuodessa.



Kuva 4. Kumulatiivinen palanut pinta-ala Pyhä-Häkin kansallispuistossa. Prosentit kertovat keskimääräisen vuosittaisen palaneen osuuden puiston pinta-alasta eri ajanjaksoina.

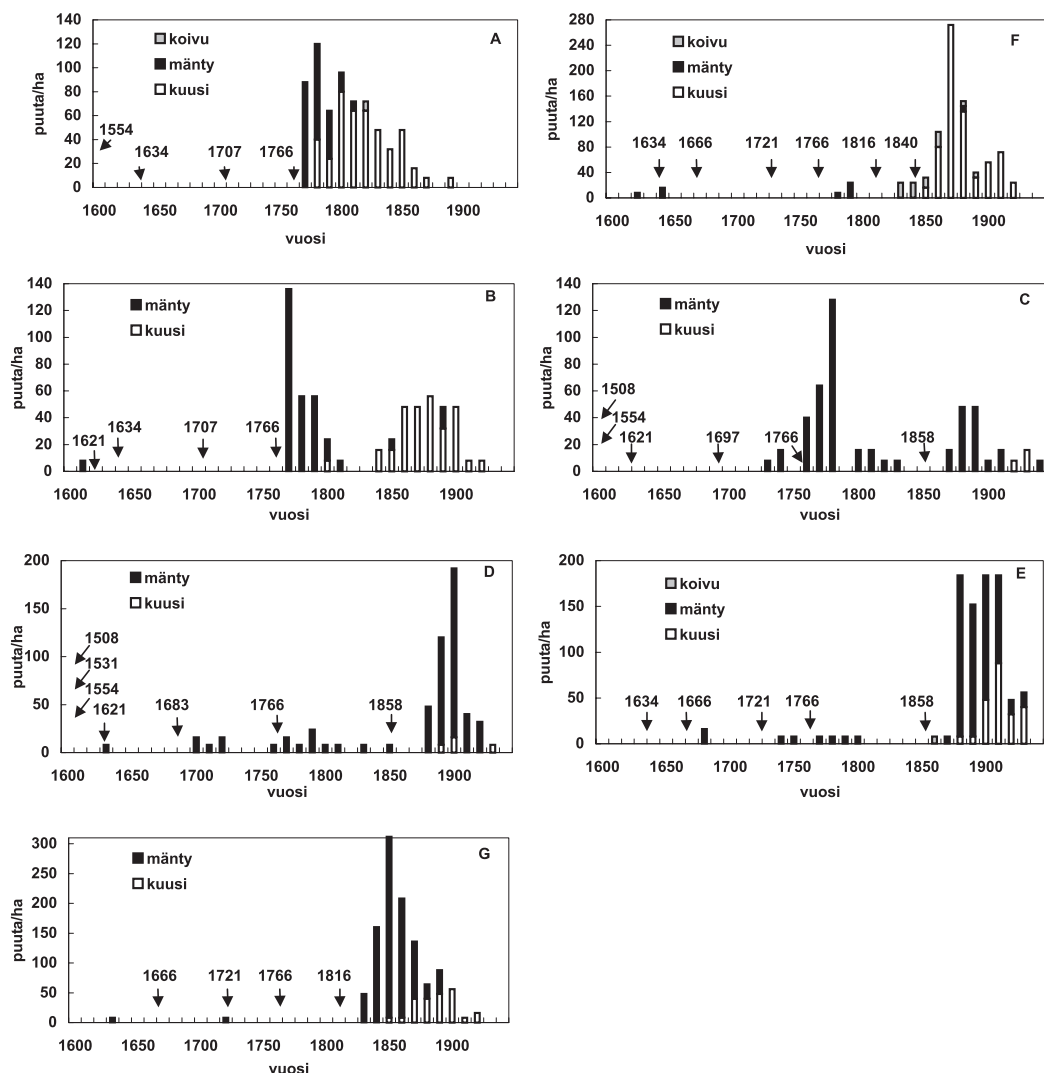
Palovälijakaumat puiston etelä- ja pohjoisosissa erosivat merkitsevästi ($p < 0,01$) toisistaan (kuva 5). Palovälin mediaani (pistetasolla) oli eteläosassa 43 vuotta ja pohjoisosassa 73 vuotta. Lyhin paloväli pistetasolla (yksittäinen puu) oli 7 vuotta ja pisin 172 vuotta. Puiston alueelta löydettiin ainoastaan yksi kulonkiertämä kuvio, joka sijaitsee Kotanevalla. Pinta-alaltaan kuvio on yhden hehtaarin laajuisen, ja se on palanut viimeksi vuonna 1659.



Kuva 5. Palovälijakaumat Pyhä-Häkin kansallispuiston etelä- (A) ja pohjoisosissa (B).

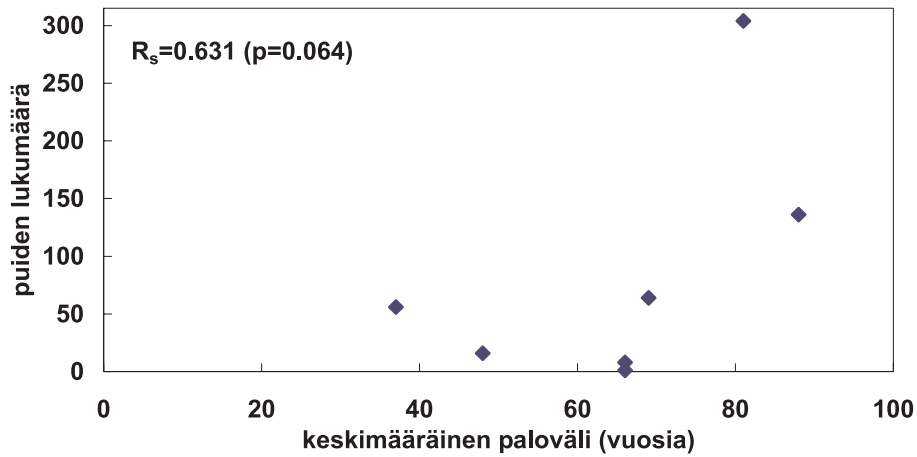
3.2 Puuston rakenne

Tutkimusaloilla elossa olevan puuston merkittävin uudistuminen oli tapahtunut viimeisen metsäpalon jälkeen (kuva 6). Ainoan poikkeuksen muodosti tutkimusala C, jossa voimakkain uudistuminen oli tapahtunut viimeistä edellisen palon jälkeen. Ainoastaan tutkimusalalla A koko puusto oli syntynyt viimeisen palon jälkeen. Muilla tutkimusaloilla elossa oli myös vanhempia ikäluokkia, jotka olivat syntyneet ennen viimeistä paloa. Nämä ennen viimeistä paloa syntyneet ikäluokat muodostuivat kaikilla aloilla männystä, kun taas kuusi oli uudistunut aina vasta viimeisen metsäpalon jälkeen. Tuoreen kankaan aloilla kuusi oli uudistunut pian palon jälkeen, mutta karuimmilla aloilla kuusen uudistuminen oli kesännyt pidempään. Männyn osuus oli pienempi tuoreen kankaan aloilla kuin

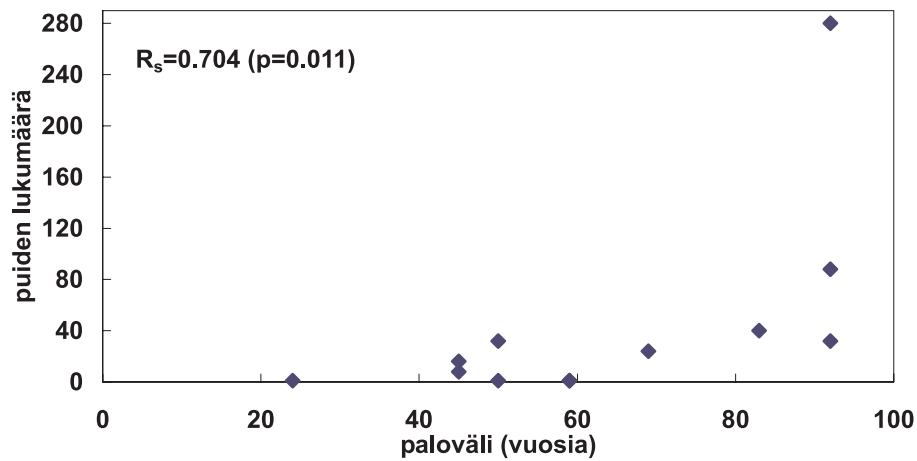


Kuva 6. Tutkimusalojen elävä puusto ryhmiteltynä syntymävuoden mukaan ja aloilta ajoitetut palovuodet.

muilla aloilla. Männyn uudistuminen on tapahtunut tutkimusaloilla yleensä heti palon jälkeen ja viimeistään 30–40 vuoden kuluessa palosta. Ennen viimeistä paloa syntyneiden puiden lukumäärä tutkimusosalalla kasvoi kahden viimeisen palovälin keskiarvon pidentyessä (kuva 7). Myös kahden palon välissä syntyneiden puiden määrä lisääntyi palojen välin pidentyessä (kuva 8).

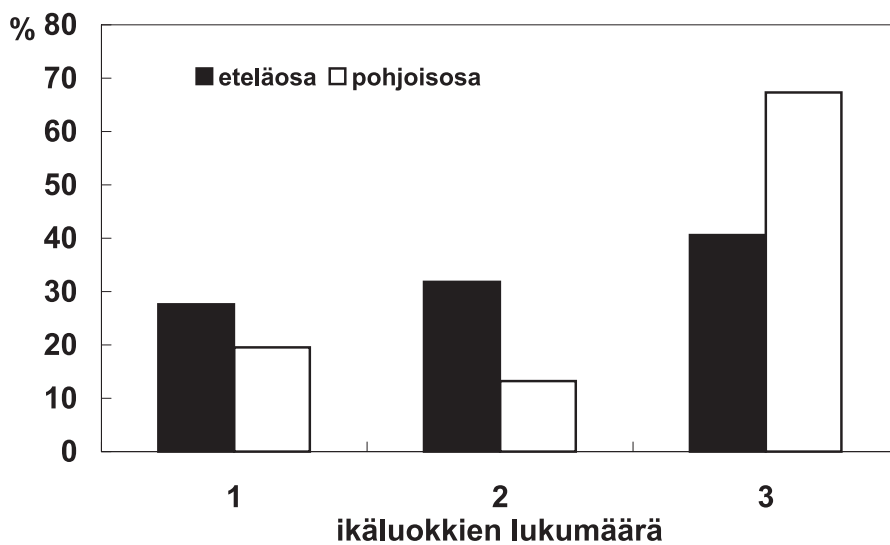


Kuva 7. Tutkimusalan kahden viimeisen palovälin keskiarvon ja ennen viimeistä paloa syntyneiden puiden lukumäärän välinen korrelaatio (Spearman).

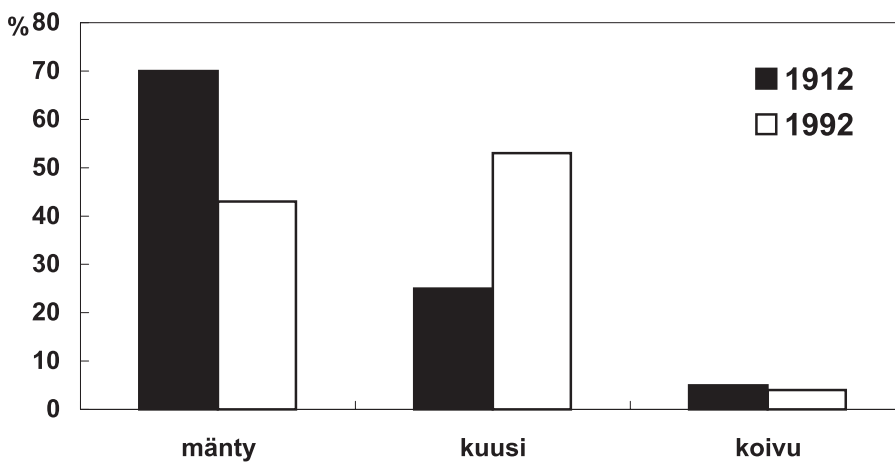


Kuva 8. Palovälin pituuden ja kyseisen palovälin aikana syntyneiden puiden lukumäärän välinen korrelaatio (Spearman).

Puiston etelä- ja pohjoisosien erilainen palovälijakauma näkyy myös nykyisessä puuston rakenteessa. Eteläosassa, missä keskimääräinen paloväli oli lyhyempi, 59 prosentilla pinta-alasta oli vain yksi tai kaksi ikäluokkaa vuoden 1992 metsätalouden tarkastuksen mukaan. Vastaavasti puiston pohjoisosassa 67 prosentilla pinta-alasta oli vähintään kolme ikäluokkaa (kuva 9). Vuosien 1912 ja 1992 metsätalouden tarkastuksien mukaan puiston puuston rakenteessa on tapahtunut suuria muutoksia. Kuluneen 80 vuoden aikana elävän pystypuuston määrä on lisääntynyt 145 m³:stä 323 m³:iin hehtaarilla. Vuonna 1912 männyn osuus elävän puuston tilavuudesta oli 70 %, kuusen 25 % ja lehtipuiden 5 %. 1900-luvulla kuusen osuus on kasvanut selvästi ollen 53 % elävän puuston tilavuudesta vuonna 1992 (kuva 10).



Kuva 9. Eri ikäluokkia sisältävien metsiköiden osuus pinta-alasta Pyhä-Häkin kansallispuiston etelä- ja pohjoisosassa.



Kuva 10. Puulajien osuudet elävän puuston tilavuudesta Pyhä-Häkin kansallispuistossa vuosina 1912 ja 1992.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Nyt tehty tutkimus osoittaa, että metsäpalot ovat olleet merkittävä häiriötekijä Pyhä-Häkin kansallispuistossa. Palot ovat säädelleet puuston ikärakennetta ja puulajisuhteita ja aikaansaaneet monimuotoisen mosaiikkimaisen metsämaise-man. Puiston alueelta ajoitettiin kaiken kaikkiaan 44 erillistä paloa 1500-luvulta lähtien. Ensimmäinen palo oli vuonna 1508 ja viimeinen vuonna 1921. Palojen määrää voidaan kuitenkin pitää vähimmäismääränä, koska pienialaisimpia paloja ei välttämättä löydetty käytetyllä näytemäärällä. Toisaalta pienialaiset palot ovat myös voimakkuudeltaan heikkoja eivätkä aina vaurioita puuta riittävästi, jotta palokoro syntyisi. Voimakkaimmin puiston aikaisempaan kehitykseen vaikuttaneet palot ovat kuitenkin määritetystä palohistoriasta selvästi nähtävissä.

Metsäpalojen määrä ja vuosittain palanut pinta-ala kasvoivat Pyhä-Häkin kansallispuistossa selvästi 1600-luvun loppupuolelle tultaessa mutta vähenivät seuraavan vuosisadan alussa. Tulos on hyvin yhtenevä Pohjois-Karjalassa ja myös Ruotsissa tehtyjen metsäpalohistoriatutkimusten kanssa (Zackrisson 1977, Lehtonen & Huttunen 1997, Niklasson 1998). Zackrissonin (1977) mukaan keskimääräinen vuosittain palanut pinta-ala oli 1,94 % Pohjois-Ruotsissa 1600-luvun lopulla mutta vain 0,57 % 1700-luvun alussa. Myös Niklassonin (1998) tutkimuksen mukaan palanut pinta-ala kasvoi 1600-luvun lopulla ja ainoastaan keskimäärin 0,40 % paloi seuraavan vuosisadan alkupuolella. Vastaavien ajanjaksojen luvut Pyhä-Häkin kansallispuistossa olivat 2,59 % ja 0,67 %. Lehtosen (1997) mukaan mainittujen ajanjaksojen muutokset palojen määrässä Pohjois-Karjalassa johtuvat pääasiassa ihmistoiminnan, etenkin kaskeamisen laajuuden, muutoksista. Myös Zackrisson (1977) ja Niklasson (1998) pitävät ihmisen toimintaa tärkeimpänä syynä muutokseen vuotuisessa palaneessa pinta-alassa. Myös Pyhä-Häkin kansallispuiston palokronologiassa oleva aukko 1700-luvun alussa selittyy historiallisilla syillä. Katovuodet 1600-luvun viimeisellä vuosikymmenellä ja 1700-luvun alun sotavuodet veivät Saarijärven seudun isännistä 42 % (Kallio 1972). Näin suuri väestön väheneminen vähensi myös kaskeamista ja muuta metsän käyttöä. Vaikka kaskeaminen on ollut hyvin vähäistä Pyhä-Häkin kansallispuiston alueella, näkyy kaskeamisen yleinen väheneminen seudulla palojen vähenemisenä palokronologiassa, koska palot usein karkasivat kaskista ja levisivät ympäröiviin metsiin. Väestön jälleen lisääntyessä 1700-luvun puolessavälissä myös palojen määrä lisääntyi ja noin sadan vuoden jakson aikana (1766–1858) keskimäärin 2,18 % puiston pinta-alasta paloi vuosittain. Vuoden 1858 laajan palon jälkeen Pyhä-Häkin kansallispuistossa on ollut vain kolme hyvin pienialaista paloa ja keskimääräinen vuotuinen paloala on ollut vain 0,05 % puiston pinta-alasta. Palojen väheneminen 1800-luvun loppupuolella johtui kaskeamisen vähenemisestä ja metsien valvonnan ja palontorjunnan tehostumisesta Metsähallituksen perustamisen (1859) jälkeen. Samaan aikaan palot ovat vähentyneet myös Pohjois-Karjalassa (Lehtonen 1997), Ruotsissa (Zackrisson 1977, Engelmark 1984, Niklasson 1998) ja Venäjän Karjalassa (Lehtonen & Kolström 2000). Myös näillä alueilla palojen väheneminen on liitetty muutoksiin ihmisen toiminnassa ja palontorjunnan lisääntymiseen.

Palovälin mediaani oli selvästi pidempi puuston pohjoisosassa (73 vuotta) kuin eteläosassa (43 vuotta). Eteläosa on kasvupaikaltaan hiukan rehevämpää (MT 54 %, VT 39 %, CT 7 %) kuin pohjoisosa (MT 35 %, VT 49 %, CT 16 %). Tulos on ristiriidassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joiden mukaan kuivemmat metsätyypit ovat palaneet useammin kuin rehevät (Zackrisson 1977). Tulos selittyy vanhojen kaskimaiden sijainnilla puuston etelä- ja keskiosissa. Kaskista levinneet palot polttivat usein ainakin jonkin verran myös läheistä metsää, mutta tulosten mukaan suot ovat estäneet palojen leviämisen puuston pohjoisosiin ja paloväli on jäänyt siellä pidemmäksi. Pohjoisosan palovälin mediaani (73 vuotta) on hyvin lähellä Niklassonin (1998) Ruotsissa määrittämää paloväliä (79 vuotta), joka on ajanjaksolta (1300–1650), jolloin ihmistoiminta oli hyvin vähäistä. Tämä tukee olettamusta, että ihmisen vaikutus Pyhä-Häkin kansallispuiston pohjoisosan palohistoriaan on ollut melko vähäinen.

Metsäpalojen vaikutus puuston rakenteeseen näkyi tutkimusaloilla selvästi. Runsaan uudistuminen oli tapahtunut pääasiassa viimeisen palon jälkeen ja ainoastaan mäntyjä oli syntynyt aiemmin. Kuusi ja koivu kuolevat jo suhteellisen heikkosakin palossa, kun taas paksumpikaarnainen mänty selviää paloista paremmin (Kolström & Kellomäki 1993). Tutkimusalalla F sijaitsevat kolme koivua olivat aineiston mukaan syntyneet 1830-luvulla, vaikka viimeinen palo oli vuonna 1840. On ilmeistä, että tämä johtuu iän määrittämisessä tapahtuneesta muutaman vuoden virheestä, joka aiheutuu kairauksesta rinnankorkeudelta ja ikälisäyksestä. Niklassonin (1998) mukaan iän määrittäminen kairanlastusta laskemalla saattaa antaa väärän kuvan palonjälkeisestä puiden uudistumisesta etenkin kuusella. Onkin todennäköistä, että kuusen ikäjakauma on leveämpi kuin sen pitäisi olla. Tämä johtuu käytetystä iänmäärittelymenetelmästä.

Puuston pohjoisosan kuvioilla puusto sisältää useampia ikäluokkia kuin eteläosan, mikä osaksi selittyy erilaisista metsätyyppijakaumista, koska karuimmilla kasvupaikoilla puusto usein koostuu useista mäntyikäluokista, jotka ovat syntyneet palojen jälkeen (Sannikov & Goldammer 1996). On kuitenkin ilmeistä, että useammat ikäluokat pohjoisosassa ovat seurausta eteläosaa selvästi pidemmästä palovälistä. Mänty on hyvin sopeutunut metsäpaloihin; etenkin suurimmat männyt selviävät usein paloista hengissä ja iän mukana männyn kyky selviytyä paloista paranee läpimitan ja kuoren paksuuden kasvaessa (Sirén 1973). Pohjoisosassa paloväli on ollut riittävän pitkä, jotta palon jälkeen syntyneet männyt ovat kasvaneet läpimitaltaan niin suuriksi, että osa niistä on selvinnyt hengissä seuraavasta palosta ja on muodostunut eri-ikäisrakenteinen metsikkö. Eteläosassa palojen väli on ollut niin lyhyt (mediaani 43 vuotta), että puut eivät ole ehtineet saavuttaa riittävää kokoa selvitäkseen seuraavasta palosta, minkä seurauksena eteläosasta ei löydy yhtä useita ikäluokkia kuin pohjoisosasta. Lehtosen (1998) mukaan 30–40 vuoden keskimääräinen paloväli estää jopa paloja sietävän männyn uudistumisen, mikä tukee nyt saatua tulosta. Tutkimusaloilla havaittiin kahden palon välissä syntyneiden ja edelleen hengissä olevien puiden määrän kasvavan palovälin pidetessä, mikä osoittaa, että palovälin pituudella on selvä vaikutus ikäkohorttien syntyyn. Tulosta tukee myös havainto, että tutkimusalan viimeisestä palosta selvinneiden puiden lukumäärä kasvoi kahden viimeisen palovälin keskiarvon kasvaessa. Poikkeuksena tästä olivat tutkimusalat A ja B,

joissa kahden viimeisen palovälin keskiarvo oli 66 vuotta, mutta silti puita oli säilynyt hengissä vähän viimeisestä palosta. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että viimeinen palo näillä aloilla oli vuonna 1766 ja on todennäköistä, että aiemmin syntyneet ikäluokat ovat ehtineet suurelta osin kuolla kuluneen 235 vuoden aikana. Pitkä palosta kulunut aika näkyy myös kuusen suurena osuutena näillä tutkimusaloilla.

Viime vuosina on Suomessakin pyritty kehittämään uusia metsänhoitomenetelmiä, jotka mukailisivat ja muistuttaisivat mahdollisimman paljon luontaisia häiriöprosesseja. Yksi keskustelua herättänyt aihe on ollut hakkuualoille jätettävän elävän ja kuolleen puuston määrä. Suositukset jättöpuiden määristä ovat paljolti perustuneet vain valistuneisiin arvauksiin, koska luontaisten häiriöiden tuntemus on ollut ja on edelleen puutteellista. Joitain suuntaa-antavia arvioita palosta, jota hakkuuiden oletetaan mukailevan, hengissä selviävien puiden määristä voidaan kuitenkin esittää. Jos tutkimusalan viimeisen palon oletetaan vastaavan hakkuuta, palosta selvinneiden/jättöpuiden määrä oli 0–304 puuta hehtaarilla. Mediaani oli 64 puuta hehtaarilla, mikä on 7 % tämän päivän runkoluvusta. Esitetyt luvut ovat kuitenkin minimimääriä, koska on mahdollista, että viimeisestä palosta on selvinnyt hengissä useampi puu mutta osa on kuollut ennen tutkimusajankohtaa. Tulokset kuitenkin osoittavat, että vaihteluväli palosta hengissä selviävien puiden määrässä on suuri eikä yhtä ainoaa suositusta jättöpuiden määräksi tule käyttää kaavamaisesti kaikkialla. Laajemmilla maisema-alueilla tulisi pyrkiä käyttämään eräänlaista jättöpuujakaumaa, joka muistuttaisi mahdollisimman paljon palosta selviävien puiden määrän jakaumaa.

Vertailtaessa vuosien 1912 ja 1992 metsätalouden tarkastuksia huomataan, että puuston rakenteessa on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Vuonna 1912 elävän puuston tilavuus hehtaarilla oli keskimäärin 145 m³, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Linderin ja Östlundin (1998) mukaan on ollut luonnonmetsien tilavuus Ruotsissa. Elävän puuston keskimääräinen tilavuus hehtaarilla on yli kaksinkertaistunut vuosisadan alusta: vuonna 1992 se oli 323 m³. Myös puulajisuuksissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Vastaavana ajanjaksona kuusen osuus elävän puuston tilavuudesta on myös yli kaksinkertaistunut ja on jo yli puolet kokonaistilavuudesta. Kuusen osuuden lisääntyminen on tapahtunut etenkin männyn kustannuksella. Vastaava kuusettumiskehitys näkyy selvästi myös puuston rakennetutkimusaloilla. Aiemmin Pyhä-Häkin kansallispuistossa on ollut laaja metsäpalo vähintään kerran vuosisadassa. Tällaisia puistoa laajasti polttaneita paloja on ollut vuosina 1634, 1666, 1766, 1816 ja 1858. Näiden palojen vaikutus näkyy selvästi myös puuston puuston rakenteessa. Vuoden 1858 laajan ja voimakkaan palon jälkeen puiston alueella on ollut vain kolme hyvin pienialaista paloa. Tämä on johtanut voimakkaaseen kuusettumiseen ja pioneeripuulajien vähenemiseen. Kehitys on ollut samanlainen kuin Ruotsin suojelualueilla, jotka ovat Linderin (1998) mukaan kuusettuneet ja tulleet tiheämmäksi. Tällainen muutos puuston rakenteessa ei voi olla vaikuttamatta metsän valo- ja kosteusolosuhteisiin ja sitä kautta myös muuhun lajistoon. Onkin ilmeistä, että myös lajisto on ollut erilainen puistossa vuonna 1912, kun metsät ovat olleet valoisampia ja lämpimämpiä kuin nykyään. Palontorjunnan seurauksena kuusettumiskehitys tulee jatkumaan Pyhä-Häkin kansallispuistossa ilman aktiivisia hoitotoimenpi-

teitä. Tulta tulisikin käyttää laajassa mitassa suojelualueiden hoidossa tällaisen epätoivottavan kehityksen pysäyttämiseksi.

Pyhä-Häkin kansallispuistossa tehty metsäpalohistoria ja puuston rakenteen tutkimus osoittavat, että luonnonsuojelualueiden aiempien vaiheiden tunteminen on tärkeää. Yhä vielä Pyhä-Häkin kansallispuistossa on nähtävissä toisistaan poikkeavan palohistorian aikaansaamat puuston rakenne-erot puiston etelä- ja pohjoisosissa. Suojelualueiden palohistoriaa tutkimalla ymmärretään paremmin alueiden nykyistä tilaa ja hoitotoimenpiteitä voidaan suunnata tehokkaammin haluttujen rakenteiden ylläpitämiseksi ja säilyttämiseksi. Samalla saadaan arvokasta tietoa metsänhoitomenetelmien kehittämiseksi.

LÄHTEET

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968: Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. – *Annales Botanici Fennici* 5: 169–211.
- Arno, S. F. & Sneck, K. M. 1977: A method for determining fire history in coniferous forests of the Mountain West. – USDA Forest Service General Technical Report INT-42.
- von Berg, E. 1988/1859: Kertomus Suomenmaan metsistä. Näköispainos 1988. – Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 63. 63 s.
- Cajander, A. K. 1949: Forest types and their significance. – *Acta Forestalia Fennica* 56: 1–71.
- Clark, J. S. 1990: Fire and climate change during the last 750 yr in northwestern minnesota. – *Ecological Monographs* 60: 135–159.
- Engelmark, O. 1984: Forest fires in the Muddus national park (Northern Sweden) during the past 600 years. – *Canadian Journal of Botany* 62: 893–898.
- Fritts, H. C. 1976: Tree rings and climate. – Academic Press, London. 567 s.
- Haapanen, A. 1965: Alkuperäisen luonnon suojelu. – *Suomen Luonto* 24(1): 8–16.
- 1973: Vanhojen metsien asema ja merkitys: Vanhojen metsien dynamiikka. – *Suomen Luonto* 32(2): 80–81.
- & Siitonen, P. 1978: Kulojen esiintyminen Ulvinsalon luonnonpuistossa. – *Silva Fennica* 12: 187–200.
- Hildén, N. A. 1930: Kulovalkeat. – *Maa ja Metsä* IV. Metsätalous II. Helsinki. S. 625–639.
- Ilvessalo, Y. 1969: Luonnonnormaalien metsien kehityksestä Pohjanmaan kivennäismailla. – *Acta Forestalia Fennica* 96: 1–37.
- Johnson, E. A. 1992: Fire and vegetation dynamics: Studies from the North American boreal forest. – Cambridge University Press, Cambridge. 129 s.
- Kalela, E. K. 1937: Vakuutetuissa metsissä vuosina 1925–1934 sattuneista kuloista. – *Acta Forestalia Fennica* 46: 1–47.
- Kallio, R. 1972: Vanhan Saarijärven historia. – Gummerus, Jyväskylä. 856 s.
- Kilgore, B. M. & Nichols, T. 1995: National Park Service fire policies and programs. – Teoksessa: Brown, J. K., Mutch, R. W., Spoon, C. W. & Wakimoto, R. H. (toim), Proceedings, Symposium on fire in wilderness and park management 1993 March 30-April 1; Missoula, MT. General Technical Report, INT-GTR-320. Ogden, UT, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. S. 24–29.

- Kolström, T. & Kellomäki, S. 1993: Tree survival in wildfires. – *Silva Fennica* 27: 277–281.
- Lehtonen, H. 1997: Forest fire history in north Karelia: a dendroecological approach. – D. Sc. thesis. University of Joensuu, Faculty of Forestry. 23 s. + 4 liitejulk.
- 1998: Fire history recorded on Pine trunks and stumps: Influence of land use and fires on forest structure in North Karelia. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 462–468.
- & Huttunen, P. 1997: History of forest fires in eastern Finland from the 15th Century AD – the possible effects of slash-and-burn cultivation. – *The Holocene* 7: 223–228.
- & Kolström, T. 2000: Forest fire history in Viena Karelia, Russia. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 585–590.
- , Huttunen, P. & Zetterberg, P. 1996: Influence of man on forest fire frequency in Northern Karelia, Finland, as evidenced by fire scars on Scots pines. – *Annales Botanici Fennici* 33: 257–263.
- Linder, P. 1998: Stand structure and successional trends in forest reserves in boreal Sweden. – Doctoral dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 72. 39 s. + 4 liitejulk.
- & Östlund, L. 1998: Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885-1996. – *Biological Conservation* 85: 9–19.
- Mutch, R. W. 1995: Prescribed fires in wilderness: How successful? – Teoksessa: Brown, J. K., Mutch, R. W., Spoon, C. W. & Wakimoto, R. H. (toim.), *Proceedings, Symposium on fire in wilderness and park management 1993 March 30–April 1; Missoula, MT. General Technical Report, INT-GTR-320. Ogden, UT, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. S. 38-41.*
- Niklasson, M. 1998: Dendroecological studies in forest and fire history. – Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 52. 32 s. + 4 liitejulk.
- Pohjonen, R. 1998: Pyhä-Häkin kansallispuiston metsäpalohistoria ja palojen vaikutus puuston rakenteeseen. – *Metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu*, Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 34 s.
- Rankama, K. 1964: Suomen geologia. – Kirjayhtymä, Helsinki. 414 s.
- Saari, E. 1923: Kuloista etupäässä Suomen valtion metsiä silmälläpitäen. – *Acta Forestalia Fennica* 26: 1–155.

- Sannikov, S. N. & Goldammer, J. G. 1996: Fire ecology of pine forests of northern Eurasia. – Teoksessa: Goldammer, J. G. & Furyaev, V. V. (toim.), Fire in ecosystems of boreal Eurasia. Kluwer Academic Publishers. S. 151–167
- Sarvas, R. 1937: Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. – Acta Forestalia Fennica 46: 1–147.
- Sirén, G. 1973: Some remarks on fire ecology in Finnish forestry. – Proceedings 13th Tall Timbers Fire Ecology Conference. Tallahassee, Florida. S. 191–208
- Zackrisson, O. 1977: Influence of forest fires on the north Swedish boreal forest. – Oikos 29: 22–32.

Vuonna 2002 ilmestyneet Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

No 135 Lehtonen, Hannu & Kolström, Taneli 2002: Metsäpalojen vaikutus puuston rakenteeseen Pyhä-Häkin kansallispuistossa. 23 s. (10 euroa)

Sarja B

No 63 Metsähallitus 2002: Luonnonsuojelualueiden hoidon periaatteet. Metsähallituksen luonnonsuojelualueiden tavoitteet, tehtävät ja hoidon yleislinjat. 47 s. (10 euroa).