

## KULOJEN ESIINTYMINEN ULVINSALON LUONNONPUISTOSSA

ANTTI HAAPANEN ja PERTTI SIITONEN

### SUMMARY:

#### FOREST FIRES IN ULVINSALO STRICT NATURE RESERVE

Saapunut toimitukselle 1978-06-15

Tutkimuksessa on selvitetty kulojen esiintymistä Kuhmon kunnassa sijaitsevassa Ulvinsalon luonnonpuistossa, pääasiassa kulofrekvenssiä ja kulojen ajoittumista. Lisäksi tarkastellaan palo-alueiden laajuutta ja metsien uudistumista. Kulot on ajoitettu palokoroisten mäntyjen pinnasta kyljeksien alkukohtaan kairatuista lastuista. Ajoituksen virherajoina on pidetty viittä vuotta todellisen palovuoden molemmin puolin. Puita vahingoittamatta etenevät pintatulet jäävät havaitsematta tällä menetelmällä. Tutkimus tehtiin metsäkuviointain.

Puolet tutkitusta pinta-alasta on palanut kerran tai useammin niin, että puihin on muodostunut palokoroja. Kaikkiaan ajoitettiin 48 kuloa. Palaneilla kuvioilla kulojen keskimääräinen väliaika on ollut noin 80 vuotta, vaihtelurajat 18—219 vuotta. Niillä kuvioilla, jotka eivät ole palaneet nykyisen puuston aikana, kulojen väliaika on ollut noin 190 vuotta, vaihteluväli 109—372 vuotta, edellyttäen että vanhimmat männyt ovat syntyneet palon jälkeen. Koko alueella kulojen keskimääräinen väliaika on ollut 120 vuotta. Vanhin ajoitettu kulo on vuodelta 1712 ja viimeinen vuodelta 1969. 1800-luvun jälkipuoliskolla sattuneita metsäpaloja tavattiin 21, muilla 50-vuotisjaksoilla vain 4—9. Pääasiallisena syynä havaittuun eroon pidetään ihmisen vaikutusta 1800-luvun lopulla.

Keskimääräiseksi paloalaksi arvioidaan metsäkuvioiden koon perusteella korkeintaan 24 ha.

Luonnonpuiston metsät ovat kehittymässä puhtaiksi kuusikoiksi. Männyn nuoret ikäluokat puuttuvat lähes täysin.

### 1. JOHDANTO

Tutkimus on ensimmäinen selvitys vuonna 1972 aloitetuista tutkimuksista, jotka koskevat kulojen esiintymistä luonnontilaisissa metsissä. Tutkimusten kenttätöitä on tehty Ulvinsalon ja Salamanperän luonnonpuistoissa sekä Pyhän-Häkin, Oulangan ja Rokuan kansallispuistoissa. Tutkimuskohteet on valittu havumetsävyöhykkeen eri osista siten, että ne kasvupaikoiltaan ja kulojen

merkityksen kannalta edustaisivat erilaisia alueita. Ulvinsalo edustaa sarjassa alueita, joilla kulojen merkitys metsäekosysteemien kannalta lienee vähäisin.

Viime vuosina kuloekologiaan on kiinnitetty eri puolilla maailmaa ja myös pohjoisella havumetsävyöhykkeellä runsaasti huomiota (esim. HEINSELMAN 1970, 1973 ja 1975, KOZLOWSKI ja AHLGREN 1974,

ZACKRISSON 1977). Tutkimukset ovat saaneet alkunsa osin siitä, että on todettu luonnonsuojelualueiden kehittyvän epäluonnollisiksi, jos kulot eliminoidaan niiltä. Yhdysvaltalaisen ekologikomitean selvitys kansallispuistojen hoidon tarpeesta oli eräs huomattava sysäys kuloekologisille tutkimuksille (LEOPOLD ym. 1963). Luonnonsuojelualueiden hoitoa ja kuloja on meilläkin käsitelty (HAAPANEN 1965, HAAPANEN ym. 1971). Käsiteltävänä olevasta tutkimusohjelmasta on julkaistu yksi edeltävä tiedonanto (HAAPANEN 1973).

## 2. ULVINSALON LUONNONPUISTO

Ulvinsalon luonnonpuisto sijaitsee Kuhmon kunnan kaakkois-osassa, metsähallinnon Kuhmon hoitoalueessa, rajoittuen idässä valtakunnan rajaan. Puiston pinta-ala on 2 516,0 ha, josta on kangasmetsää 1 483,9 ha, suota 1 001,9 ha, kalliomaita 12,2 ha sekä lampia ja puroja 18,0 ha (Metsähallitus 1968).

Ulvinsalon metsien pääosa on tuoretta kangasta: puolukkamustikkatyyppiä- (VMT) ja pohjoista mustikkatyyppiä (pMT). Jonkin verran on myös kuivempia kankaita: variksenmarja-puolukkatyyppiä (EVT) ja variksenmarja-kanervatyyppiä (ECT). Eri metsätyyppien maiden pinta-alat ja niiden osuudet kankaiden pinta-alasta selviävät seuraavasta asetelmasta (Metsähallitus 1968):

Metätyyppi	ha	%
VMT .....	647,3	44
pMT .....	419,6	28
EVT .....	257,5	17
ECT .....	159,5	11
Yhteensä .....	1 483,9	100

Metsien puusto on kuusivaltaista. Mäntyä kasvaa ylispuuna miltei kaikkialla, ja kuivimmilla mailla se on vallitsevana. Koivua, sekä hies- että rauduskoivua, on jonkin verran. Sen sijaan haavan ja muiden lehtipuiden osuus on hyvin vähäinen.

Valtaosa metsistä on runsaspuustoista. Vuonna 1967 kasvullisilla metsämailla oli puuta keskimäärin 164 k-m<sup>2</sup>/ha, puisevimmillä kuvioilla jopa 300 k-m<sup>2</sup>/ha (Metsähallitus 1968).

Ulvinsalon tutkimuksen kenttätöitä on tehty vuonna 1974. Niistä vastaavat Pertti Siitonen ja Jukka Airola. Aineistoa on käsitelty yliopistollisena opinnäytetyönä (SIRTONEN 1976).

Suomen Akatemia on tukenut tätä tutkimusta. Suunnitteluvaiheessa olemme keskustelleet M. L. Heinselmannin kanssa. Hänelle sekä aineiston keruussa avustaneelle Jukka Airolalle osoitamme kiitoksemme.

Ulvinsalon suot ovat etupäässä karuja rämeitä ja nevoja sekä puronvarsien kapeita korpia. Suoala jakaantuu seuraavasti: korvet 402,0 ha, rämeet 354,3 ha ja nevat 245,6 ha (Metsähallitus 1968).

Puistossa on 28 lampea tai lammen osaa. Niiden pinta-ala vaihtelee 0,1–1,8 ha. Puroja on 9. Vesien pinta-alasta on lampien osuus 16,6 ha ja purojen 1,4 ha (Metsähallitus 1968).

Puiston luonnontilaan on merkittävästi vaikutettu viimeksi vuonna 1923, jolloin luoteisosassa hakattiin metsää säästeliäästi 55 hehtaarin alalla (Metsähallitus 1968). Varhaisemmasta luonnon hyödyntämisestä tapaa jälkiä enää hyvin niukasti.

Kaskenpoltosta itse Ulvinsalossa tai sen lähiympäristössä ei ole saatavissa tietoja, mutta HEIKINHEIMO (1915) toteaa, että kaskeaminen oli Kuhmossa hyvin yleistä vuoden 1860 vaiheilla ja että sitä on käytetty viljelysmaan raivaamiseen vielä tämän vuosisadan alussa. Kaskimaiden osuus oli hänen mukaansa alle 15 % kasvullisesta metsämaasta vuosina 1700–1850. Kun HEIKINHEIMON (1915) mukaan kaskeaminen on ollut tärkeimpiä metsäpalojen syitä, on sillä saattanut olla vaikutusta Ulvinsalon nykyistenkin metsien kehitykseen, vaikka itse kaskimaista ei enää jälkiä näkyisikään. Tosin LINKOLA (1966) kertoo havainneensa kaskeamisen merkkejä vanhojen kuusikoiden kasvillisuudessa. Kaskikulttuurin viittaavat hänen mukaansa myös eräät paikannimet (esim. Rasivaara).

Monia nevoja on joskus niitetty vanhoista

suovanpohjista päätellen. Paikoin on mäntyjä kolottu. Puiston länsiosassa kulki aikoinaan polkureitti, jolle rakennetut pitkokokset ovat osin vieläkin käyttökelpoisia. Ulvinsalon läpi on etelästä pohjoiseen ja lännestä itään vedetty kaksi mittauslinjaa,

## 3. MENETELMÄT JA AINEISTO

### 3.1. Kulojen ajotusmenetelmä

Puun tyven syttyminen tai palon kuumuus aiheuttaa puuhun haavan jälsisolukon kuollessa paikallisesti. Ohutkuoriset puut menehtyvät tuleessa, mutta paksukaarnaiset voivat vahingoittua lievemmin. Elävinä säilyvillä puilla, meillä lähes yksinomaan männyllä, jäljen terve osa alkaa kasvattaa haavasolukkoa vaurion syntymisen jälkeen. Haavan ympärille muodostuu näin kyljes, joka voi kasvaa vähitellen koko vahingoittuneen kohdan yli. Kyljes koostuu vuosilustoon kuuluvista osista, jotka tuottavat puuta jällestä sisälle päin ja kuorta ulospäin (KÄRKKÄINEN 1971).

Kun kulossa säilynyt jälsisolukko alkaa tuottaa uutta vuosilustoa jo palovuonna tai seuraavana kasvukautena, voidaan kyljeksien lustoista laskea kulon jälkeisten vuosien määrä.

Kulojen ajoittamiseksi otettiin palokorujen kyljeksistä kasvukairalla lastunäytteet, joiden lustot laskettiin. Menetelmän periaatteet on ensiksi esittänyt CLEMENTS (1910), ja sitä on myöhemmin kehittänyt SPURR (1954). HEINSELMAN (1969 ja 1973) on kairaamalla tutkinut laajojen metsäalueiden kulohistoriaa Minnesotassa Yhdysvalloissa.

Tutkimus perustuu metsäkuvioittaiseen tarkasteluun. Korokairauksen kohteeksi valittiin, jos mahdollista, kuvion päävalta-puita edustava mänty, koska sen oletettiin kuuluvan kuvion vanhimpaan puusukupolveen ja joutuneen siksi kokemaan kaikki nykyisen puuston aikana paikalle sattuneet kulot.

Kulojen esiintymistiheyden laskemiseksi tarvittiin tietoja puuston iästä. Tätä varten kairattiin ikälustu siitä puusta, josta myös kyljesnäytteet oli saatu. Ikäkairaukset suoritettiin rinnankorkeudelta (1,3 m). Rinnan-

joita varten metsään hakattu muutaman metrin levyinen avoin vyöhyke on siellä täällä yhä näkyvissä.

Ulvinsalon luonnonpuisto perustettiin vuonna 1956.

korkeusikä on muutettu arvioiduksi todelliseksi iäksi lisäämällä siihen vuosina seuraavasti: VMT ja pMT 12 vuotta, EVT 17 vuotta ja ECT 22 vuotta (ILVESSALO 1965). Koska Ulvinsalon metsillä on Kainuun olosuhteissa pohjoinen luonne, on ILVESSALON (1965) esittämistä arvioista valittu keskiarvoa hiukan suuremmat vuosilisäykset.

Kulojen ajoittamisessa ja esiintymistiheyden laskemisessa on viisi vaikeutta:

1) Kairaa on joskus hankala saada osuun kyljestymisen alkukohtaan, josta vuosilustojen määrä voitaisiin tarkasti lukea. Kulojen esiintymistiheyden selvittämisen kannalta ei ajoitusvirheellä kuitenkaan ole olennaista merkitystä, koska keskimääräinen kulofrekvenssi tietyllä ajanjaksolla riippuu palojen luvusta.

2) HOUSTONIN (1973) mukaan pihkottuminen, hyönteistuhot ja lahoaminen saattavat aiheuttaa yli kahden vuoden virheen kulojen ajoituksessa, vaikka käytettäisiin koropuista sahattuja kiekkoja. FERGUSON (1968) on havainnut, että puuttuvat tai ylimääräiset vuosirenkaat voivat haitata lustojen laskemista. Samaan ilmiöön on kiinnittänyt huomiota TIRÉN (1937). Lisäksi hän totesi, että latvusten vioittuminen kulossa hidastaa puiden paksuuskasvua, niin että välittömästi paljon jälkeen syntyvät lustot ovat hyvin ohuita ja vaikeasti näkyviä. TIRÉN (1937) arvioi vuosirenkaiden epäsäännöllisyyden johtuvan yhden tai kahden vuoden virheeseen kulojen ajoituksessa.

Jos ajoitusvirhe on tehty, merkitsee se yleensä sitä, että kulot on sijoitettu todellista tapahtumavuotta myöhemmäksi, koska kairanlastussa on liian vähän palon jälkeisiä lustoja. Kun otetaan huomioon kairauksen osumisen vaikeus ja lustojen rakenteesta johtuvat epävarmuustekijät, voi-

daan virherajoina pitää viittä vuotta kulojen ajoitusvuoden molemmin puolin. Tämäkin arvio on ehkä liian optimistinen.

3) Palokoroinen mänty on pihkottumista huolimatta tervettä puuta arempi sienten ja hyönteisten aiheuttamalle tuholle. Vanhimmat puut tulevat ilmeisesti koron vuoksi lahovikaisiksi, kun sen pohjan halkeileminen tekee sienten puuhun tunkeutumisen mahdolliseksi. Tällöin sydänpuu pehmenee niin, ettei ikäkairaus onnistu. Kyljekset sen sijaan säilyvät yleensä lahoamiselta pitempään runsaan pihkaisuuden takia.

4) Palokorojen kyljekset eivät kerro kaikesta kuloista. Pintatulet, joita esiintyy varsinkin jäkälä- ja kanervatyypin kankeilla, eivät jätä puihin mitään pysyvää jälkeä. Voimakkaammatkin kulot ohittavat toisinaan jotkut puuyksilöt. Palokoroista voidaan siksi lukea vain kulojen minimimäärä.

5) Joidenkin vuosien virhe kulofrekvenssissä voi syntyä siitä, että puiden todellinen ikä arvioitiin rinnankorkeusiän perusteella (laskutavat 1 ja 3 kohdassa 4.2.).

### 3.2. Metsänarvioiminen

Jokaisella kuviolla, jolta otettiin koronäytteet, suoritettiin myös metsänarviointi

jotta saataisiin käsitys siitä, miten kulot ovat vaikuttaneet mm. puuston koostumukseen. Alueelta, jolta puut kairattiin, laskettiin 2–5 m leveältä kaistalta sadan puun näyte-erä kompassisuunnan mukaiselta, yleensä 200–300 m pitkältä linjalta. Arvioinnissa pyrittiin pysymään oletetulla kuloalalla. Samalla laskettiin sadan puun erää kohti tuleva taimien määrä. Taimiksi luettiin puut, joiden pituus oli enintään 2 m.

Ulvinsalon metsät on arvioitu metsähallituksen toimesta vuonna 1967 (Metsähallitus 1968). Tutkimuksessa on sekä maastotöissä että aineiston käsittelyssä käytetty hyväksi talouskirjan tietoja kuvioiden metsätyypeistä, puustosta ja pinta-aloista.

### 3.3. Aineisto

Puiston 140 kangasmetsäkuviosta tutkittiin 73. Palokoroisia mäntyjä löydettiin 27 kuviolta. Niitä kuviolta, joilta ei löydetty tulen jälkiä elävistä puista, kairattiin vain ikänäytteet. Aineiston keruussa keskityttiin suurimpiin kangasmetsäkuvioiden. Kairanlastuja analysoitiin 456 kappaletta. Tutkittu pinta-ala on 1 207,3 ha eli 81,4 % kangasmaista. Tutkittujen kuvioiden lukumäärän ja pinta-alan jakautuminen eri metsätyyppien kesken selviää taulukosta 1. Tässä taulukossa, kuten useissa jäljempänä

Taulukko 1. Tutkittujen kuvioiden pinta-alat metsätyypeittäin.

Table 1. Areas of stands studied and their site types (VMT = Vaccinium - Myrtillus type, pMT = northern Myrtillus type, EVT = Empetrum - Vaccinium type, ECT = Empetrum - Calluna type).

Metsätyyppi Site type	Palaneet kuviot Burned stands			Palamattomat kuviot Unburned stands			Yhteensä Total				
	Pinta-ala Area		Lukumäärä Number	Pinta-ala Area		Lukumäärä Number	Keskipinta-ala Average area ha	Pinta-ala Area ha	Lukumäärä Number	Keskipinta-ala Average area ha	
	ha	% percent		ha	% percent						
VMT	315,6	58,2	12	26,3	226,4	41,8	21	10,8	542,0	33	16,4
pMT	108,5	31,4	6	18,1	236,5	68,6	16	14,8	345,0	22	15,7
EVT	120,7	64,0	6	20,1	67,9	36,0	7	9,7	188,6	13	14,5
ECT	60,6	46,0	3	20,2	71,1	54,0	2	35,6	131,7	5	26,4
<b>Yhteensä Total</b>	<b>605,4</b>	<b>50,1</b>	<b>27</b>	<b>22,4</b>	<b>601,9</b>	<b>49,9</b>	<b>46</b>	<b>13,1</b>	<b>1207,3</b>	<b>73</b>	<b>16,5</b>

esitettävissä, on nimetty palaneiksi kuvioksi niitä metsäkuviota, joilta on löydetty palokoroisia puita, ja palamattomiksi kuvioiksi niitä, joilta ei ole tavattu koropuita. Tutkittujen kuvioiden sijainti käy ilmi kuvasta 2.

## 4. TULOKSET

Taulukko 2. Kulovuodet vuosina 1712–1969. Ne ajoitukset, joiden oletetaan koskevan neljää, usealle kuviolle levinnyttä kuloa, on painettu kursivilla.

Table 2. Fire years from 1712 to 1969. Those printed in italics are fires supposed to have burned more than one stand.

Vuosi kymmen Decade	Kulovuosi vuosikymmenellä, (kuvion numero) Fire year in the decade (number of stand, see Fig. 2)	Kulojen lukumäärä Number of fires	
		vuosikymmentäin perdecade	50 vuoden jaksoissa per 50 years
1710	2(951 b)	1	
1720	4(1094)	1	
1730	5(919)	1	4
1740	3(1094)	1	
1750	—	0	
1760	2(914 b W-osa), <i>4(1004)</i> , 4(1022), 4(1091), <i>8(951 a)</i>	4	
1770	<i>5(951 b)</i> , 6(919), 9(1173)	2	9
1780	8(1094), 9(935)	2	
1790	9(1001 W-osa)	1	
1800	—	0	
1810	4(1022)	1	
1820	1(1001 E-osa), 2(931), <i>9(1081)</i> , <i>9(1094)</i>	3	8
1830	2(1044), 4(993 b), <i>4(1102)</i> , 5(1008)	3	
1840	<i>0(1073)</i> , 9(914 b E-osa)	1	
1850	1(1110), 4(951 a), 4(1081), 8(935)	4	
1860	2(931), 2(954), 9(1004), 9(1110), 9(1180)	5	
1870	2(1001 E-osa), 4(919), 4(1102), 7(1044), <i>9(951 b)</i>	5	21
1880	<i>7(993 b)</i> , 7(1207), 8(1022), 9(914 b E-osa), <i>9(1001) W-osa</i>	3	
1890	0(927), 1(954), 5(930), 8(914 b W-osa)	4	
1900	4(990), <i>8(1173)</i> , <i>9(1180)</i>	2	
1910	8(993 b)	1	
1920	8(914 c)	1	5
1930	—	0	
1940	1(1173)	1	
1950	—	0	
1960	9(1073)	1	1
<b>Yhteensä Total</b>		<b>48</b>	<b>48</b>

#### 4.1. Kulojen määrä ja historiallinen ajoittuminen

Vuosina 1712–1974 on Ulvinsalossa satunut 48 metsäpaloa, joten niitä on ollut keskimäärin 5,5 vuoden välein koko alueella (Taulukko 2). Vanhin ajoitettu kulo on vuodelta 1712 ja viimeisin vuodelta 1969. Kuloja ajoitettiin kaikkiaan 48. Runsaimmin on paloja ollut 1800-luvun jälkipuoliskolla. Tämä johtuneen ihmisen vaikutuksesta.

Näihin aikoihin on voitu puuston ympäristössä ja sen alueellakin harjoittaa kaskenpolttoa (HEIKINHEIMO 1915, LINKOLA 1966). Varomaton tulen käsittely on näinä vuosina saattanut olla tärkeä metsäpalojen syy. Toisaalta kulojen harvinaisuus 1900-luvulla on ilmeinen. Tämä kuvanee ihmisen vaikutuksen vähäisyyttä puuston luonnossa ja myös palontorjunnan tehokkuutta. Puiden biologinen ikä taas rajoittaa 1700-luvun alkupuolelle ajoitettujen kulojen määrää.

Taulukko 3. Kulojen keskimääräiset väliajat eri metsätyyppien palaneilla kuvioilla.  
Table 3. Average fire year intervals in burned stands in different site types.

Metsätyyppi Site type	Tunnus Characteristic	Ajanjakso — Period		
		Puuston synty — viimeinen kulo From stand origin year to the latest fire	1. — viimeinen kulo From the first fire to the latest	Puuston synty — vuosi 1974 From stand origin year to 1974
VMT	Kulovälien keskiarvo Average interval between fire years	81	49	83
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	24	12	36
pMT	Kulovälien keskiarvo Average interval between fire years	67	65	67
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	13	7	19
EVT	Kulovälien keskiarvo Average interval between fire years	80	68	86
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	14	8	20
ECT	Kulovälien keskiarvo Average interval between fire years	97	82	101
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	7	3	11
Yhteensä Total	Kulovälien keskiarvo Average interval between fire years	80	61	82
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	58	30	86

#### 4.2. Kulojen esiintymistiheys

Kulojen esiintymistiheyden selvittämiseksi laskettiin eri metsätyyppien palaneiden kuvioiden kulojen väliaikojen aritmeettiset keskiarvot kolmella tavalla: 1) Keskimääräinen kuloväli puuston vanhimman mäntyikäluokan synnystä viimeiseen todettuun kuloon. Kun vanhimman mäntysukupolven oletettiin syntyneen kulan seurauksena, ovat palovälit seuraavat: puuston synty — ensimmäinen todettu kulo, ensimmäinen — toinen kulo jne. viimeiseen todettuun

kuloon asti. 2) Todettujen kulojen keskimääräinen väliaika. 3) Kuloväli vanhimman mäntyikäluokan synnystä vuoteen 1974 (Taulukko 3). Keskiarvoja laskettaessa on tässä kuten myöhemminkin käytetty painoina kulovälien lukumääriä.

Eri laskutavoista ensimmäinen ja kolmas ovat antaneet tutkimusvuonna jokseenkin saman kulojen väliajan; niiden ero tosin kasvaa vuosi vuodelta. Sen sijaan todettujen palojen perusteella laskettu kulofrekvenssi poikkeaa muista. Mahdollisia syitä siihen, että tämä laskutapa on antanut muita

Taulukko 4. Kulojen keskimääräiset väliajat eri metsätyyppien palaneilla ja palamattomilla kuvioilla.  
Table 4. Average fire year intervals in burned stands and in unburned (during the present stands) ones in different site types.

Metsätyyppi Site type	Tunnus Characteristic	Kuviot — Stands		Kaikki kuviot Total
		palaneita burned	palamattomia unburned	
VMT	Kuloväli Fire year interval	83	204	128
	Vaihteluväli Range	18–210	118–372	18–372
	Kulovälien määrä Number of fire year intervals	36	21	57
pMT	Kuloväli Fire year interval	67	180	119
	Vaihteluväli Range	25–129	131–260	25–260
	Kulovälien määrä Number of fire year intervals	19	16	35
EVT	Kuloväli Fire year interval	86	181	111
	Vaihteluväli Range	40–219	109–235	40–235
	Kulovälien määrä Number of fire year intervals	20	7	27
ECT	Kuloväli Fire year interval	101	174	112
	Vaihteluväli Range	44–139	165–183	44–183
	Kulovälien määrä Number of fire year intervals	11	2	13
Yhteensä Total	Kuloväli Fire year interval	82	191	120
	Vaihteluväli Range	18–219	109–372	18–372
	Kulovälien määrä Number of fire year intervals	86	46	132



lyhyemmät väliajat, on ainakin kaksi: 1) Toisen (ja ensimmäisen) laskutavan tuloksissa saattaa korostua ihmisen osuus tulen sytyttäjänä 1800-luvulla. 2) Puu, joka on kerran joutunut tuleen niin, että koro on muodostunut, palaa uudelleen helpommin kuin koroton puu.

Kolmannen laskutavan voidaan näin ollen katsoa antavan luonnonmukaisimman kulojen väliajan, koska siinä mahdollinen palontorjunta 1900-luvulla vähentää ihmisen edellisellä vuosisadalla aiheuttamien kulojen vaikutusta.

Tulokset osoittavat metsäpalojen esiintymisen minimiväliajat kolmesta syystä: Ensinnäkin vanhin mäntyikäluokka on oletettu syntyneeksi heti kulon jälkeen, vaikka SARVAKSEN (1937) mukaan tähän saattaa kulua jopa 30 vuotta. Toiseksi, jos vanhimman mäntysukupolven synnyn on aiheuttanut jokin muu katastrofi, esim. myrskytuho, on ensimmäinen kuloväli vieläkin pitempi. Kolmanneksi, jakso viimeisestä palosta vuoteen 1974 on itse asiassa avoin ja pitenee jatkuvasti.

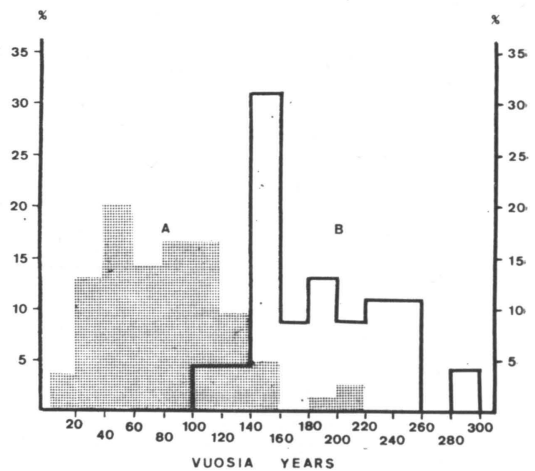
Taulukko 3 osoittaa kulojen esiintymistiheydet vain sellaisilla metsäkuvioilla, joilta on löydetty koropuita. Niillä kuvioilla, joilta palokoroisia puita ei ole tavattu, ei voimakkaita kuloja ole ollut nykyisen puuston aikana. Palokorottomien kuvioiden kulojen laskennallinen väliaika on sama kuin puuston ikä, koska tässäkin oletetaan metsäpalo edeltäneen vanhimpien puiden syntyä.

Tuoreilla kankailla (VMT ja pMT) oli palaneiden kuvioiden osuus näiden metsätyyppien kaikista kuvioista 33 %, kuivemmillä kankailla (EVT ja ECT) 50 % (Taulukko 1).

Kuivilla (ECT) ja kuivahkoilla (EVT) mailla on ollut jonkin verran useammin kuloja eli 112 ja 111 vuoden välein kuin tuoreilla kankailla (VMT ja pMT), joilla niitä on ollut 128 ja 119 vuoden välein. (Taulukko 4). Kulovälien aritmeettiset keskiarvot ovat kaikki metsätyyppit huomioon ottaen palaneilla mailla  $84 \pm 43$  vuotta, palamattomilla  $191 \pm 59$  vuotta ja kaikilla kuvioilla 120 vuotta (Taulukko 4 kuva 1). Vastaavat mediaaniarvot ovat 80, 182 ja 111 vuotta. Palaneilla kuvioilla kulojen väliaika on ollut 18–219 vuotta, palamattomilla kuvioilla, edellyttäen että vanhim-

mat männyt ovat syntyneet kulon jälkeen, 109–372 vuotta. Kuva 1 osoittaa kulovälien pituuksien prosentuaalisen jakautuman. Palamattomien maiden kuvaajan selvä huippu viittaa noin vuonna 1830 sattuneisiin laajoihin kuluihin, joista ei ole jäänyt palokoroisia puita.

Palamisfrekvenssissä viime vuosikymmeninä mahdollisesti tapahtuneet muutokset selviävät, kun verrataan palaneiden ja palamattomien maiden viimeisestä kulosta vuoteen 1974 mennessä kulunutta aikaa taulukon 4 keskimääräisiin kuloväleihin (Taulukko 5). Vertailussa on huomattava kaksi seikkaa: Ulvinsalo on viime aikoina saanut olla paremmin luonnontilassa kuin aikaisemmin, joten on oletettavaakin, että metsät eivät ole syttyneet yhtä usein kuin niinä aikoina, jolloin puustossa liikuttiin enemmän. Lisäksi jakso viimeisestä kulosta vuoteen 1974 otettiin mukaan, kun laskettiin keskimääräistä palamistiheyttä. Vertailtavat luvut eivät sen vuoksi ole toisistaan riippumattomia.



Kuva 1. Kahden kulon välisen ajan pituus vuosissa ns. palaneilla kankailla (A), joilta löydettiin palokoroja ja ns. palamattomilla kankailla (B), joissa edellisen kulon arvellaan olleen ennen kuvion vanhempien mäntyjen syntymä. Havainnot ovat vuosia prosentteina kaikista havainnoista. Fig 1. The time elapse between forest fires in burned sites (A) and in those sites (B) where no forest fires have been found during the life time of the oldest pines but these pines are supposed to have grown on the burned land.

Taulukko 5. Viimeisestä kulosta keskimäärin kulunut aika.

Table 5. Average time since the latest fire year.

Metsätyyppi Site type	Tunnus Characteristic	Kuviot — Stands		Kaikki kuviot Total
		palaneita burned	palamattomia unburned	
VMT	Vuotta viimeisestä kulosta Years since the latest fire	87	204	161
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	12	21	33
pMT	Vuotta viimeisestä kulosta Years since the latest fire	69	180	150
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	6	16	22
EVT	Vuotta viimeisestä kulosta Years since the latest fire	101	181	144
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	6	7	13
ECT	Vuotta viimeisestä kulosta Years since the latest fire	108	174	134
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	3	2	5
Yhteensä Total	Vuotta viimeisestä kulosta Years since the latest fire	88	191	153
	Kulovälien lukumäärä Number of fire year intervals	27	46	73

Kaikkien metsätyyppien palaneet ja palamattomat kuviot huomioon ottaen on viimeisestä kulosta kulunut keskimäärin 153 vuotta (Taulukko 5). Kaikkien kulovälien aritmeettinen keskiarvo taas oli 120 vuotta (Taulukko 4) ja mediaani 111 vuotta.

Käyttämämme tutkimusmenetelmä paljastaa vain kulot, jotka ovat olleet niin kuumia, että ovat aiheuttaneet korojen muodostumisen. SAAREN (1923) tutkimus osoitti, että 1/4–1/5 kuloista ei vahingoita puustoa. Hänen tilastoaineistonsa tiedot puuston kärsimistä vaurioista perustunevat heti kulon jälkeen näkyviin vahinkoihin. Kuitenkin palokorot tulevat esiin SARVAKSEN (1937) mukaan vasta 20–30 vuoden kuluttua kulosta. Jos tämä olisi otettu huomioon SAAREN (1923) tutkimuksessa, vahinkoa tuottamattomien palojen osuus ilmeisesti vähenisi. Lisäksi Ulvinsalon metsien rakenne, etenkin runsas kuusen alikasvusto, aiheuttaisi sen, että kulot leviessään saavuttavat helposti sellaisen kuu-

muuden, joka turmelee myös puita. Lieviä pintakuloja esiintyykin enimmäkseen jäkälä- ja kanervakankailla, joita Ulvinsalossa on hyvin vähän.

#### 4.3. Kulojen laajuus

Jos kulojen ajoituksessa eri puista sallitaan enintään 11 vuoden ero, on mahdollista, että neljä kuloa on levinnyt vähintään kahdelle kuviolle (Taulukko 2). Kun pidetään varhaisinta ajoitusvuotta kussakin tapauksessa tarkimpana, on tällaisia laajoja paloja sattunut vuosien 1764, 1829, 1879 ja 1908 tienoilla. Näiden kulojen pinta-alat ovat vastaavasti 106, 8, 86,4, 82,9 ja 27,2 ha. Aloja laskettaessa on oletettu, että kuviot ovat palaneet kokonaan. Sen sijaan kuvioiden välisiä pieniä kalliomaita tai soita ei ole otettu huomioon.

Jos muiden kulojen oletetaan polttaneen yhden kuvion, saadaan kaikkien metsäpalo-

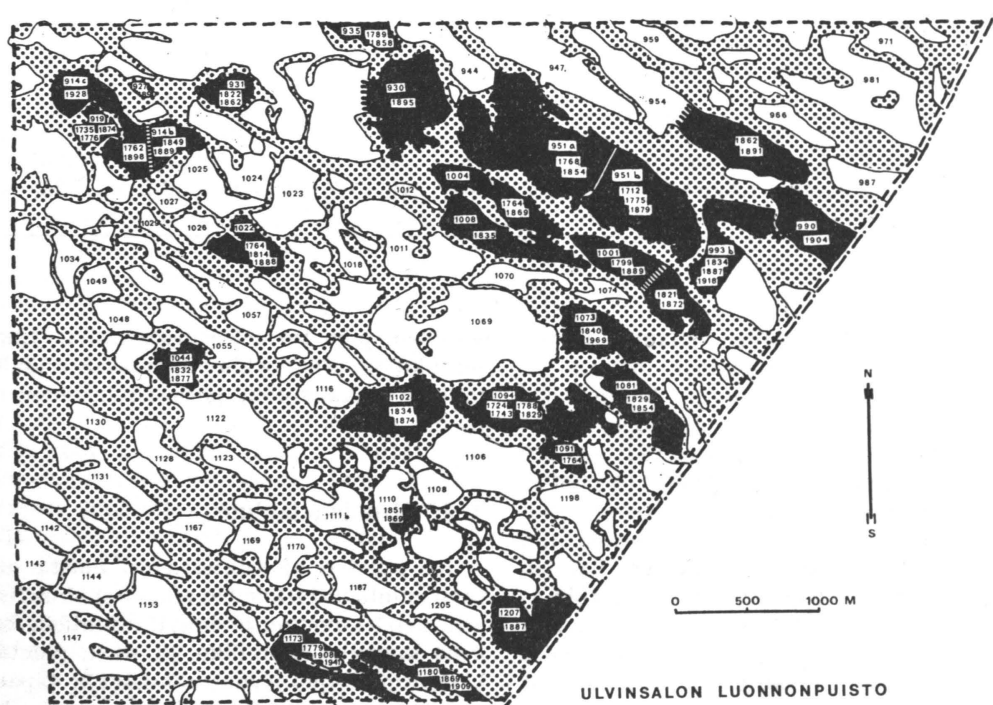
jen keskimääräiseksi pinta-alaksi enintään 24,0 ha. Vuonna 1969 paloi noin 10 ha. Keskiarvo on laskettu ainoastaan palaneista kuvioista.

Ulvinsalossa on vuosina 1712–1974 satuneissa 48 kulossa palanut metsää yhteensä korkeintaan 1 128 ha. Kun tutkittujen kuvioiden pinta-ala on 1 207 ha, tulee näiden metsien kulokierroajaksi (fire rotation, HEINSELMAN 1973), jolloin koko tutkittu metsäpinta-ala on palanut kerran, 280 vuotta. Kulokierroaika ei kuitenkaan merkitse sitä, että sinä aikana kaikki kuviot olisivat palaneet; toiset kuviot ovat saattaneet palaa useaan kertaan, toiset jäädä kokonaan palamatta.

Kuvaan 2 on merkitty palaneet kuviot. Kulot ovat keskittyneet puiston koillisosan vaaramaille. Ne ovat luontaisesti alttiita

salamaniskuille. Ehkä siellä on myös ihmisen toiminta aikoinaan ollut vilkkainta.

Metsien yhtäläinen ikärakenne kuvioilla 966, 981 ja 987 puiston koillisosassa viittaa siihen, että kuviot ovat palaneet noin vuonna 1830. Osa luonnonmukaisista kuvioista jää valtakunnan rajan taakse, mikä vaikeuttaa kulon laajuuden arviointia. Puistoon kuuluvien kolmen kuvion yhteinen pinta-ala on 53,4 ha. Ulvinsalon lounaisosan kuvioilla 1142, 1143, 1144 ja 1153 puusto on samoin ikänsä puolesta yhtenäistä. Näiden maiden voidaan päätellä palaneen myös vuoden 1830 tienoilla. Kuloalueen laajuus on vähintään 48 ha. Molemmissa tapauksissa olisi näin ollen palanut metsää kaksinkertainen ala keskiarvoon verrattuna. Kummaltakaan alueelta ei ole löytynyt palokoroisia puita.



Kuva 2. Ulvinsalon luonnonpuistossa todetut metsäpalot. Vanhin todettu on vuodelta 1712 ja tuorein vuodelta 1969. Mustat kuviot todettiin palaneiksi palokorojen perusteella. Kuviossaan yllinä kuvion numero ja sen alla ajoitetut palot. Ne kuviot on tutkittu, joissa kuvion numero on annettu.

Fig. 2. The forest fires found in Ulvinsalo strict nature reserve between 1712 and 1969. Black areas are burned. The first figure gives the number of the site in the forest map, the figures below the years of the fire. White areas with forest map figures were surveyed but no fire scars were found. The areas between white and black areas are peat soil site types. These wet areas may form an effective barrier for forest fires.

Taulukko 6. Eri puulajien taimien lukumäärien keskiarvot sataa puuta kohti.

Table 6. Average percentage of seedlings (trees lower than two meters) from a sample of hundred trees.

Metsätyyppi Site type	Kuviot Stands	Taimien määrä 100 puuta kohti Percentage of seedlings				Kuvioiden määrä Number of stands
		Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Haapa Aspen	
VMT	palaneita burned	0	51	7	0	11
	palamattomia unburned	0	60	4	1	20
	kaikki kuviot total	0	57	5	0	31
pMT	palaneita burned	0	65	5	0	6
	palamattomia unburned	0	50	2	1	16
	kaikki kuviot total	0	54	3	1	22
EVT	palaneita burned	3	40	3	2	6
	palamattomia unburned	0	55	11	0	7
	kaikki kuviot total	1	49	2	1	13
ECT	palaneita burned	5	27	1	1	3
	palamattomia unburned	0	60	6	8	2
	kaikki kuviot total	3	40	3	4	5
Kaikki tyypit Total	palaneita burned	1	49	5	1	26
	palamattomia unburned	0	56	4	1	45
	kaikki kuviot total	0	53	4	1	71

#### 4.4. Metsien nykyinen uudistuminen

Puustoa arvioitaessa laskettiin sataa puuta kohti tuleva eri puulajien taimien määrä. Taulukko 6 osoittaa männyn ja lehtipuiden taimien vähyyden ja kuusen taimien run-

sauden, joten metsiköt ovat kehittymässä lähes puhtaiksi kuusikoiksi. Tuoreilta mailta ei männyn taimia löytynyt lainkaan. Kuvioilla tyypeillä niitä on jonkin verran palaneilla kuvioilla.

## 5.1. Kulojen esiintymistiheys

Metsäpalojen esiintymistiheydestä meillä vallitsevat käsitykset perustuvat etupäässä muiden tutkimusten oheisa saatuihin tietoihin tai satunnaishavaintoihin. Täsmällisimmät tiedot ovat saatavissa LAKARIN (1915) tutkimuksesta, joka koskee männyn uudistumista Pohjois-Suomen kanervatyypin kankailla, etupäässä Sodankylässä. Hän ajoitti samalla arkistotietojen ja koropuista sahattujen kiekkojen avulla tutkimusalueilla esiintyneet kulot. Todettujen metsäpalojen keskimääräiseksi väliajaksi saadaan hänen esittämästään aineistosta 85 vuotta; luku perustuu 23 kuloväliin. Jos lasketaan palamisfrekvenssi ajanjaksolla ensimmäinen todettu kulo — tutkimusvuosi 1914, tulee palojen väliajaksi 91 vuotta; tällöin on käytetty tietoja 48 kulosta 25 metsäalueelta. Kulojen esiintymisen väliaika vaihteli 13—238 vuoteen.

Nämä kulofrekvenssiä osoittavat luvut ovat yllättävänkin yhdenmukaiset Ulvinsalon tietojen kanssa.

Muut suomalaiset tutkijat ovat päätyneet paljon pitempiin kuloväleihin tuoreilla mailla. CAJANDER (1916) arvioi osittain tilastoihin nojautuen, että valtion metsät ovat palaneet ainakin kerran 750 vuodessa. SIRÉN (1955) on Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoita tutkiessaan löytänyt metsiköitä, jotka eivät olleet palaneet 600 vuoteen. Useimmiten kulojen väliaika oli kuitenkin huomattavasti lyhempi.

TIREN (1937) esittää Ruotsista Västerbottenin erään osan metsien historiaa koskevassa tutkimuksessaan tietoja, joista voidaan laskea metsien palaneen paikoin kerran 60—70 vuodessa. Hän otaksuu kuitenkin suurimman osan 1700- ja 1800-luvun kuloista olevan ihmisen aiheuttamia.

HEINSELMAN (1969 ja 1973) on tutkinut Yhdysvalloissa Minnesotan osavaltiossa sijaitsevan 200 000 hehtaarin laajuisen Boundary Waters Canoe Area -luonnonsuojelualueen kulohistoriaa. Hän on todennut, että 377 vuoden aikana on seudulla ollut

71 kuloa, jotka ovat sattuneet 1—8 vuoden väliajoin (HEINSELMAN 1973). Laaja-alaisia paloja on ollut keskimäärin kerran 26 vuodessa. Samalle paikalle ovat kulot osuneet 30—350 vuoden välein. Luonnolliseksi kulokiertoajaksi (natural fire rotation) HEINSELMAN (1973) laski 100 vuotta, jonka kuluessa siis koko alueen suuruinen metsä-ala on kertaalleen palanut.

WRIGHT (1974) on tutkinut kulojen esiintymistä samalla Boundary Waters Canoe Area-alueella järvien pohjasedimenttien siitepöly- ja hiiliesiintymien avulla. Hän on löytänyt yli 9 000 vuoden takaisten kulojen jälkiä. Viimeisten 1 000 vuoden aikana on suuria metsäpaloja sattunut keskimäärin 80 vuoden välein.

ZACKRISSON (1977) on todennut, että Ruotsin Västerbottenin Vindeljoen laakson metsät ovat palaneet 80 vuoden väliajoin.

## 5.2. Kulojen laajuus

Etupäässä valtion metsiä koskevassa tutkimuksessa SAARI (1923) on laskenut keskimääräiset paloalat kuloa kohti vuosina 1865—1920. Kuhmon kulojen keskikoko on ollut 26,5 ha.

Ulvinsalon tutkimusta suunniteltaessa työhypoteesiksi otettiin, että talouskartan kuvio tai alakuvio on myös puustohistoriallinen yksikkö, mutta maastohavainnot mm. puuston ikärakenteesta viittaavat siihen, että tuli on useissa tapauksissa levinnyt vain osalle kuviota. Jos taas viimeisestä kulosta on kulunut riittävän pitkä aika, maastokuvion eri osien puustot ovat samankaltaisia, vaikka ikäeroja kuvion eri osien välillä olisikin. Kaiken kaikkiaan kulojen laajuudesta saatuja tietoja voidaan pitää vain suuruusluokkaa ilmaisevina. Ulvinsalossa niiden kuvioiden keskipinta-ala, jotka ovat palaneet nykyisen puuston aikana, on 22,4 ha (Taulukko 1). Ilmeisesti palaneiden alueiden pinta-ala on kuitenkin keskimäärin tätä pienempi.

- CAJANDER, A. K. 1916. Metsänhoidon perusteet I. 735 s. Porvoo.
- CLEMENTS, F. E. 1910. The life history of lodgepole burn forests. U.S. For. Serv. Bull. 79.
- FERGUSON, C. W. 1968. Bristlecone pine: science and esthetics. Science 159 (3817): 839—846.
- HAAPANEN, A. 1965. Alkuperäisen luonnon suojelu. Summary: The conservation of virgin nature. Suomen Luonto 24 (1): 8—16.
- » — 1973. Vanhojen metsien asema ja merkitys: Vanhojen metsien dynamiikka. Summary: The role of mature forests: Forest dynamics in wilderness. Suomen Luonto 32 (2): 80—81.
- HAAPANEN, A., MIKOLA, P. & TENOVUO, R. 1971. Luonto ja luonnonsuojelu. 291 s. Helsinki.
- HEIKINHEIMO, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta For. Fenn. 4.2.
- HEINSELMAN, M. L. 1969. Diary of the Canoe Country's landscape. Naturalist. Journal Natural History Society of Minnesota. 20 (1): 2—13.
- » — 1970. Restoring fire to the ecosystems of The Boundary Waters Canoe Area, Minnesota, and to similar wilderness areas. Proc. Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference. 10: 9—23.
- » — 1973. Fire in the virgin forests of the Boundary Waters Canoe Area, Minnesota. J. Quaternary Res. 3 (3): 329—382.
- » — 1975. The natural role of fire in wilderness ecosystems and its application to wilderness preservation programs. A bibliography. Unpublished manuscript.
- HOUSTON, D. B. 1973. Wildfires in northern Yellowstone National Park. Ecology 54 (5): 1111—1117.
- ILVESSALO, Y. 1965. Metsänarvioiminen. 400 s. Porvoo.
- KOZLOWSKI, T. T. & AHLGREN, C. E. (ed.) 1974. Fire and ecosystems. Academic Press. New York. 542 p.
- KÄRKKÄINEN, M. 1971. Puun rakenteesta ja ominaisuuksista. 248 s. Helsinki.
- LAKARI, O. J. 1915. Studien über die Samenjahre und Alterklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. Acta For. Fenn. 5.1.
- LEOPOLD, A. S., CAIN, S. A., COTTOM, C. M., GABRIELSON, I. N. & KIMBAL, T. L. 1963. Wildlife management in the national parks. Trans. 28th Northam. Wildl. and Nat. Res. Conf. 28—45.
- LINKOLA, M. 1966. Viimeiset erämaat. 215 s. Helsinki.
- Metsähallitus 1968. Ulvinsalon luonnonpuisto. Erillinen liite Kuhmon hoitoalueen talouskirjaan. 30 s.
- SAARI, E. 1923. Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Summary: Forest fires in Finland with special reference to the state forests. Acta For. Fenn. 26.5.
- SARVAS, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Acta For. Fenn. 46.1.
- SIITONEN, P. 1976. Kulojen esiintyminen ja vaikutukset Ulvinsalon luonnonpuistossa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62.4.
- SPURR, S. H. 1954. The forests of Itasca in the nineteenth century as related to fire. Ecology 35 (1): 21—25.
- TIRÉN, L. 1937. Skogshistoriska studier i trakten av Degerfors i Västerbotten. Summary: Forestry historical studies in the Degerfors district of the province of Västerbotten. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 30: 67—322.
- WRIGHT, H. E. Jr. 1974. Landscape development, forest fires, and wilderness management. Science 186 (8): 487—495.
- ZACKRISSON, O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. Oikos 29 (1): 22—32.

## SUMMARY:

## FOREST FIRES IN ULVINSALO STRICT NATURE RESERVE

The study is the first report of a larger project concerning fire ecology in the Finnish boreal forests. Ulvinsalo strict nature reserve (63° 55' N 30° 24' E, area 2 500 hectares), where modern forestry has never been practised, represents in this project an area, where forest fires have been uncommon because of its mosaic of mineral and

peat soils and site types (Fig. 2, Table 1). The forest stands are mostly Norway spruce (*Picea abies*) dominated with Scots pine (*Pinus silvestris*) often as the oldest trees of a stand.

Forest fires have been aged by counting annual rings from cambium to the fire scar in pines. Wood samples were got by boring wood cylinders.

It was surveyed 73 stands covering 1207.3 hectares or over 80 per cent of stands on mineral soil (Table 1, Fig. 2). 50 per cent of the areas surveyed was burned at least once during the life time of the present old pine trees. 48 different forest fires were found. The first has been in 1712 and the last in 1969. In the stands where fire scars were found the average time elapse between fires was about  $82 \pm 43$  years, range 18–219 years. (Fig. 1 and Table 4.). It is assumed that the stands where no fire scars were found, have, however, regenerated after fires but no fires have been there since then. In these cases the

time elapse between forest fires was  $191 \pm 59$  years (Fig. 1 and Table 4). In all stands surveyed the average time elapse between fires has been 120 years and range 18–372 years (Table 4.). In the latter part of the 19th century 21 forest fires were dated, in other half centuries 4–9 (Table 2). The increased human activity in the late 1800's may be seen in this fire peak. The mean area burned at a time has been at most 24 hectares. The fire rotation (according to HEINSELMAN 1973) of the area is 280 years. The spruce is almost the only tree species, which can regenerate in present situations (Table 6).