

FOLIA FORESTALIA 693

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1987

IRJA LÖFSTRÖM (TOIM. — ED.)

TAAJAMAMETSIIEN HOITO

URBAN FORESTRY



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyssönen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta seurojen käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimuslaitos tekee lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 693

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1987

Irja Löfström (toim. - ed.)

TAAJAMAMETSIIEN HOITO

Urban forestry

Approved on 29.5.1987

SISÄLLYS

1. JOHDANTO <i>I. Löfström, E. Lähde, A. Reunala ja T. Sievänen</i>	3
11. Taajamametsien hoidon erityispiirteet	3
12. Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät	4
2. KIRJALLISUUSKATSAUS <i>I. Löfström</i>	5
21. Metsä virkistysympäristönä	5
211. Metsän virkistyskäyttö ja virkistysalueet	5
212. Metsän soveltuvuus eri toimintoihin	6
213. Metsän maisemallinen merkitys	7
22. Metsä ympäristötekijänä	10
221. Paikallisilmaston säätely	10
222. Ympäristöhäiriöiden lieventäminen	12
23. Metsän elinvoimaisuus	14
231. Rakentamisen vaikutus metsään	14
232. Metsän kulumisen ulkoilussa	17
233. Epäpuhtaudet	18
234. Rakentamisen ja tullaamisen sekundaärituhot	18
235. Metsäluonnon kestävyys	19
24. Taajamametsien suunnittelu ja hoito	20
241. Suunnittelu	20
242. Virkistysmetsän hoito	23
243. Suojavyöhykkeen hoito	26
244. Metsän kestävyuden parantaminen	27
3. TAAJAMAMETSIIEN HOIDON TUTKIMUKSEN KEHITTÄMINEN	
<i>I. Löfström, E. Lähde, A. Reunala ja T. Sievänen</i>	31
31. Johdanto	31
32. Taajamametsien hoidon nykytilanne Suomessa	32
33. Taajamametsä virkistysympäristönä	32
34. Taajamametsä ympäristötekijänä	33
35. Taajamametsän elinvoimaisuus	34
36. Taajamametsän ekonomia	37
37. Taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelu	37
KIRJALLISUUS — REFERENCES	39
SUMMARY	52
LIITE	53

LÖFSTRÖM, I. (toim.-ed.) 1987. Taajamametsien hoito. Summary: Urban forestry. Folia Forestalia 693. 53 p.

Esitutkimuksessa tarkastellaan taajamametsien hoidon tutkimuksen nykytilaa ja esitetään tutkimusaiheita taajamametsien hoidon eri alueilta.

Tutkimus jakautuu kirjallisuustutkimukseen ja tutkimuksen kehittämisselmaan. Kirjallisuustutkimuksessa selvitetään taajamametsän hoidon tutkimuksen tilaa kotimaassa ja ulkomailla. Siinä tarkastellaan metsän merkitystä taajamaympäristössä, sen elinvoimaa heikentäviä tekijöitä sekä taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelua ja hoitoa. Kirjallisuustutkimuksen ja haastattelujen pohjalta laadittiin taajamametsien hoidon tutkimuksen kehittämisselma, joka jakautuu seitsemään toisiinsa liittyvään osa-alueeseen.

The present state of research into urban forestry is reviewed in this preliminary study. The overall research task is outlined and the need for research in each individual field is examined.

The study is divided into a literature review and a programme for research in this field. The state of research on urban forestry in Finland and abroad is examined in the literature review. The importance of forests in the urban environment, the factors causing a weakening of their vitality, and the planning and management of urban forests are examined. A programme for research on urban forestry, divided into seven interconnected sub-sections, was prepared on the basis of the literature review and interviews.

Keywords: Urban forests, recreation, protection, resistance
ODC 270 + 907 + 916 + 627.3 + 468

Editor's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Silviculture, PL 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-0785-9
ISSN 0015-5543

Helsinki 1990. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Irja Löfström, Erkki Lähde, Aarne Reunala ja Tuija Sievänen

11. Taajamametsien hoidon erityispiirteet

Tässä tutkimuksessa taajamametsällä tarkoitetaan metsää, joka sijaitsee taajama-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Sinne on yleensä kävelyetäisyys asutuksesta, joten se palvelee pääasiassa väestön päivittäistä virkistystarvetta. Metsäkasvillisuus on jokseenkin luonnonvaraista, joten taajamametsä-käsitteen ulkopuolelle jäävät puistoina hoidettavat, nurmetetut alueet. Taajamametsien metsänhoidon ensisijaisena tavoitteena on kauniin ja viihtyisän maiseman kehittäminen ja ylläpito, virkistysmahdollisuuksien edistäminen ja metsäluonnon kestävyuden turvaaminen. Puuntuotannolliset tavoitteet eivät ole määrääviä taajamametsän hoidollisia ratkaisuja tehtäessä.

'Taajamametsä'-käsitteellä korvataan aikaisemmin suomalaisessa metsäkirjallisuudessa esiintyvä 'kaupunkimetsä'-käsite. Taajamalla tarkoitetaan tiiviisti rakennettua aluetta kuntamuodosta riippumatta. Siten se kuvaa kaikkia niitä alueita, joilla tiheä asutus aiheuttaa erityisongelmia metsänhoidolle. Lisäksi kansainvälisesti vakiintunut englanninkielinen käsite 'urban forestry' (kaupunkimaisten alueiden metsänhoito) on täsmällisesti käännettynä nimenomaan taajamametsän hoitoa.

Taajamametsän hoito on Yhdysvalloissa ollut jo pitkään itsenäinen metsäntutkimuksen alue. 'Urban forestry' on dynaaminen ja kehittyvä käsite, joka on laajentunut katu- ja puistopuiden hoidosta koko taajamaympäristön metsäluonnon hoitoon (Moeller 1977, Deneke 1983). Mitään täsmällistä yleispätevää määritelmää ei 'urban forestry' -käsitteelle ole kuitenkaan esitetty. Useissa tutkimuksissa taajamametsän hoidon tavoitteeksi katsotaan taajamametsän säilyttäminen ja suojele sekä yhteiskunnan fyysisen, sosiaalisen ja taloudellisen hyvinvoinnin edistäminen (Jorgensen 1970, 1974, 1986, French 1975, Grey ja Deneke 1978, Herrington 1978, Rowntree ja Wolfe 1980, Deneke 1983).

Taajamametsän hoidossa keskeiselle sijalle ovat nousseet muut kuin puuntuotannolliset

tavoitteet. Metsänhoidon tavoitteeksi on tällöin asetettu yhteiskunnallisen kokonaishyödyn maksimointi (esim. Pitkäniemi 1972, Mikola 1973). Metsänhoito ei rajoitu ainoastaan puustoon vaan ulottuu luontoympäristön muihinkin osiin, koko metsäluontoon (Pitkäniemi 1972). Aineettoman ja aineellisen kokonaishyödyn maksimointi on ongelmallista. Taajamametsän hoidon käytännössä on usein menty tietynlaiseen eriyttämiseen, jolloin kutakin metsäaluetta käsitellään sen tarjoamien tärkeimpien hyötyvaikutusten mukaisesti.

Taajamametsällä on tärkeä merkitys taajaman maisemarakenteessa. Metsä luo kauneutta ja viihtyisyyttä ympäristöönsä, lisää vaihtelevuutta ja monipuolisuutta maiseman struktuureihin, materiaaleihin ja väreihin.

Metsän merkitys ulkoiluympäristönä on suuri. Metsä tuottaa puun ohella marjoja, sieniä ynnä muita hyödykkeitä, jotka tulee ottaa metsänhoidossa huomioon. Metsän eläimistö ja kasvillisuus lisäävät merkittävästi asukkaiden viihtyvyyttä. Taajamametsässä ihmisillä on tilaisuus saada kosketus luontoon. Metsiä voidaan käyttää myös biologian opetuskohteena (Bichelmaier 1969, Driver ym. 1978).

Taajamametsän hoidon eräänä tavoitteena on edistää metsän antamia suojavaikutuksia. Puuston ja pensaskasvillisuuden avulla voidaan melko tehokkaasti suodattaa ilman epäpuhtauksia, vaimentaa melua sekä vaikuttaa edullisesti paikallisilmastoon. Metsä suojaa myös eroosiolta sekä hidastaa veden haihtumista ja virtauksia maassa.

Taajamametsän hoito poikkeaa paitsi tavoitteiltaan myös edellytyksiltään talousmetsän hoidosta. Rakentaminen pirstoo metsäalueita, jolloin metsien kestävyys heikkenee. Lisäksi kulutuksen määrä asuinalueiden lähimetsissä ylittää usein kestävimpienkin metsäekosysteemien sietokyvyn (esim. Kellomäki ja Saastamoinen 1975, Kellomäki ja Wuorenrinne 1979). Ilman epäpuhtaudet vaurioittavat erityisesti havupuustoa ja sieni- ja hyönteistuhot nopeuttavat vielä tuhoutumista.

12. Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää taajamametsien hoidon tämänhetkistä tilaa ja tulevaisuuden tutkimustarpeita maasamme. Työ jakautuu kirjallisuustutkimukseen ja tutkimusohjelmaan. Kirjallisuustutkimuksessa nykyinen tieto on koottu aihepiireittäin, arvioitu tutkimusten heikkouksia ja aukkoja, sekä tehty sen perusteella johtopäätöksiä tutkimustarpeesta. Tutkimusohjelmaan on kiteytetty kirjallisuuskatsauksessa havaitut tarpeet sekä tutkimusta täydentävissä haastatteluissa esiintulleet tarpeet tutkimusaiheiksi. Tutkimusaiheita esitettiin taajamametsien virkistyskäytöstä, suojavai- kutuksista, elinvoimaisuudesta, ekonomiasta ja käytön ja hoidon suunnittelusta.

Tutkimusta varten haastateltiin seitsemää kaupunginmetsänhoitajaa. Haastattelujen tarkoituksena oli käytännön taajamametsän hoidon tutkimustarpeiden kartoittaminen. Ennen haastattelua haastateltavat saivat tutustua kirjallisuuskatsauksen sisällysluetteloon aihepiiriin jäsentämisen helpottamiseksi. Sisällysluettelo ei sitonut haastateltavia esittämään tutkimustarpeita vain kyseisiltä osalueilta.

Haastatellut henkilöt olivat Helsingin kau-

punginmetsänhoitaja Mikko Pitkäniemi (nyk. eläkkeellä), ja vt. apul. kaupunginmetsänhoitaja Risto Savolainen, (nyk. Espoon kaupunginmetsänhoitaja), Vantaan kaupunginmetsänhoitaja Aino Fröberg, Espoon kaupunginmetsänhoitaja Mikko Ilvessalo (nyk. eläkkeellä), Hämeenlinnan kaupunginmetsänhoitaja Timo Tuomola, Kuopion kaupunginmetsänhoitaja Heikki Koivuniemi ja Iisalmen kaupunginmetsänhoitaja Pertti Säisä (nyk. eläkkeellä). Haastateltavat esittivät lukuisia tutkimusaiheita (ks.liite 1), jotka otettiin huomioon tutkimusohjelmaa laadittaessa.

Tämä tutkimus on tehty Suomen Akatemian maatalous-metsätieteellisen toimikunnan myöntämän tutkimusmäärärahan ja Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osaston rahoituksen turvin. Kirjallisuustutkimuksen (luku 2) on tehnyt Irja Löfström. Kirjallisuustutkimusta ohjasi työryhmä, johon kuuluivat prof. Erkki Lähde (pj.), MMT Aarne Reunala ja MMK Tuija Sievänen. Sama ryhmä yhdessä Irja Löfströmin kanssa laati tutkimusohjelman (luku 3).

Kirjallisuustutkimuksen käsikirjoituksen on lukenut prof. Matti Leikola, prof. Seppo Kellomäki, kaupunginmetsänhoitaja Mikko Pitkäniemi, kaupunginmetsänhoitaja Risto Savolainen ja toimistopäällikkö Eino Pursio. Saimme heiltä arvokkaita huomautuksia työhömmä. John Derome, B.Sc., MMK, on kääntänyt tekstin englanninkielisen osan.

Esitämme parhaat kiitokset kaikille, jotka myötävaikuttivat tutkimuksen toteuttamiseen.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

Irja Löfström

21. Metsä virkistysympäristönä

211. Metsän virkistyskäyttö ja virkistysalueet

Metsien virkistyskäytön kansainvälinen tutkimus alkoi 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa. Kotimainen tutkimus käynnistyi vasta kymmenisen vuotta myöhemmin. Virkistyskäytön tutkimukselle loi pohjaa vuonna 1977 julkaistu esitutkimusraportti metsien virkistyskäytöstä maassamme. Siinä esitettiin seuraavien osa-alueiden jatkotutkimusohjelmat: metsien virkistyskäytön merkitys, tarve ja ennustaminen, virkistystoiminnot ja virkistysalueet, virkistyskäytön inventointi, ympäristötekijäin merkitys metsien virkistyskäytössä, virkistyskäytön vaikutus metsien käsittelyyn ja puuntuotantoon sekä virkistysympäristön tarjonta (Heikinheimo ym. 1977).

Metsäympäristön on todettu tarjoavan tärkeän motiivin liikunnalle ja ulkoilulle (Vuolle ym. 1979, 1980). Sieväsen (1984) mukaan kaupunkilaisista noin 80 % harrastaa ulkoilua, josta noin 70 % suuntautui metsäalueille (ks. Hultman 1983b). Ulkoilualueiden virkistyskäytön tutkimuksessa Jaatinen (1973) toteaa, että erilaiset liikuntamuodot, kuten kävely, lenkkeily, hiihto, uinti ja pyöräily, käsittävät Helsingin kaupungin virkistysalueella yli 90 % ulkoilijoiden harrastamista toiminnoista (ks. Jones ja MacArthur 1977). Kun ulkoilualueiden etäisyys taajamasta kasvaa, kasvaa myös muiden ulkoilutoimintojen osuus. Vertailuja eri ulkoilu- ja urheilumuotojen korvautuvuudesta ja esimerkiksi etäisyyden vaikutuksesta ulkoilukäyttöön Suomessa ei ole tehty.

Virkistystoiminnoista ei maassamme vielä ole kehitetty yleispätevää ja systemaattista luokitusta, joka olisi käyttökelpoinen esimerkiksi metsäalueiden käytön suunnittelussa. Talousneuvoston raportissa (1972) virkistystoiminnot on luokiteltu maankäytön suunnittelun kannalta seuraavasti:

- liikkuva virkistys, kuten teltailu
- virkistysluonteinen luonnon hyödyntäminen, esimerkiksi marjastus ja sienestys
- urheiluluonteinen virkistys, kuten suunnistus, pyöräily ja lenkkeily
- muu virkistys, esimerkiksi huvipuistoissa käynnit

Heikinheimo ym. (1977) esittävät muun muassa Saastamoisen (1972), Lovenin (1973a) ja Jaatisen (1973) tutkimuksiin viitaten seuraavanlaisen ulkoilutoimintojen ryhmittelyn:

- liikunta, kuten hiihto, lenkkeily ja suunnistus
- metsästys
- keräily, kuten marjastus ja sienestys
- retkeily
- luonnon tarkkailu, esimerkiksi kasvit, eläimet ja geologiset muodostumat
- maisemien tarkkailu
- ympäristöön eläytyminen

Virkistysalueiden luokitus on meillä hyvin vakiintumatonta. Esimerkiksi käytetyt nimikkeet vaihtelevat samoihin tekijöihin perustuvissa luokituksissa. Luokitusten periaatteelliset erot eivät ole kuitenkaan kovin suuria: ryhmittelevinä tekijöinä ovat yleensä alueen sijainti taajamaan nähden, sen koko, matkan pituus alueelle, kulutapa, alueen virkistystoiminnot, varustetaso ja luonto (Heikinheimo ym. 1977).

Virkistysaluekomitean mietinnössä (1973) luokitellaan taajama- ja seutupohjaiset virkistysalueet virkistyskäytön ja saavutettavuuden perusteella seuraavasti:

- ulkoilupuistot
- ulkoilualueet
- retkeilyalueet

Ulkoilupuistot ovat intensiivisen virkistyskäytön alueita, jotka sijaitsevat enintään viiden minuutin jalankulkuetäisyydellä asunnosta eli enintään 0,5—1 km:n päässä. Ulkoilualueiden tulisi olla saavutettavissa noin 15—20 minuutissa eli ne saisivat olla enintään 2—10 km:n päässä. Retkeilyalueet on tarkoitettu pääasiassa viikonloppuvapaan aikana tapahtuvaan virkistysliikuntaan. Niiden tulisi sijaita enintään 1,5 tunnin ja 20—120 km:n etäisyydellä virkistäytyjän asunnosta.

Helsingin seutukaavaliitto (1970) käyttää seuraavanlaista virkistysaluejakoa:

- lähiympäristöt eli kaupunginosan sisäiset alueet
- kävelyalueet eli kaupunginosaryhmien alueet
- ulkoilu- ja urheilukeskusalueet
- erityisulkoilualueet
- retkeilyalueet

välineellistä arvoa, kun sen sijaan esimerkiksi marjojen poiminnassa ja luontoharrastuksissa metsäluonto on myös kohde itsessään (Kellomäki 1978). Kaupunkien lähimetsiä virkistykseen käyttävistä Saksan liittotasavallan asukkaista jopa 80 % esittää metsän virkistysarvon johtuvan ensi sijassa metsään itseensä sisältyvistä arvoista (Jacsmann 1971). Liikunnallisten ulkoilumuotojen kannalta etenkin maaston kulkukelpoisuudella ja esimerkiksi polkujen määrällä ja laadulla on tärkeä merkitys (Kellomäki 1977b, 1978, ks. Hultman 1983b). Elämyksellisen aineksen määrän lisääntyessä ulkoilussa myös ulkoiluympäristöä koskevat vaatimukset kasvavat (Mikola 1973, Reunala 1984, Heikinheimo ym. 1977, Dorfman 1979, Brown ja Haas 1980, Hammitt 1980). Virkistysalueen soveltuvuutta runsaasti elämysainesta sisältävään ulkoiluun heikentävät muun muassa muiden ulkoilijoiden aiheuttamat sosiaaliset häiriöt (esim. Wagar 1964, 1974).

Heikinheimon ym. (1977) tutkimuksessa oletetaan, että alueellisesti rajattu kohde soveltuu tiettyyn toimintaan vain suhteellisen lyhytaikaisesti ja että metsikkökehityksen vanhimmat vaiheet soveltuvat parhaiten ulkoiluun. Myös Kellomäen (1978) mukaan etenkin luontoharrastus sekä marjastus- ja sienestysmahdollisuudet ja maiseman arvo lisääntyvät metsikön vanhetessa. Nuorten ja väärtuneiden kasvatusmetsiköiden tarjoamat mahdollisuudet liikuntaan ovat kuitenkin huomattavasti oletettua suuremmat. Kellomäki (1978) korostaakin, että kunkin kehitysvaiheen metsiköllä on jonkinasteinen virkistysarvo, mikä tulee ottaa huomioon virkistysalueiden hoidossa.

Metsikön kehitysvaiheen lisäksi metsäalueen vaihtelevuus vaikuttaa siihen, miten se soveltuu eri toimintoihin. Axelsson-Lindgrenin ja Sorten (1984) tutkimuksessa ulkoilijat pitivät kasvillisuustyypeiltään suhteellisen yksipuolista metsäaluetta sopivimpana lenkkeilyyn. Kyseisellä metsäalueella oli kolme kasvillisuustyyppiä 2,5 km:n polun varrella. Vaihtelevimman metsäalueen, kuten metsän, jossa esiintyi kahdeksan kasvillisuustyyppiä 2,5 km:n polun varrella, havaittiin aktivoivan muuhun toimintaan.

Metsän virkistysarvo kohoaa, mikäli metsän hoidolla pystytään entistä paremmin tyydyttämään eri toimintojen tarpeet. Toistaiseksi tiedetään melko vähän niistä vaatimuksista, joita eri ulkoilumuodot asettavat metsille. Toimintojen kannalta tärkeät virkis-

tysmetsän elementit voidaan ottaa suunnittelussa ja metsänhoidossa huomioon vasta, kun tiedetään, mikä on ulkoilijoiden niille asettama konkreettinen sisältö.

213. Metsän maisemallinen merkitys

Kiinnostusta metsän maisemallisia arvoja kohtaan tunnettiin Suomessa jo varhaisimmissa metsänhoidollisissa kirjoituksissa (esim. Cajander 1913, Homen 1914, Heikinheimo 1939, Vesterinen 1942, Yli-Vakkuri 1952). Myöhemmin on laadittu myös yleispiirteisiä ohjeita, jotka pohjautuvat kokemukselliseen tietoon ja jotka ottavat huomioon maisemalliset tekijät metsien käsittelyssä (esim. Ohjekirje... 1970, Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Yksityismetsien... 1980, Lähde ym. 1985). Laajempi kiinnostus metsikköarvostuksiin sai alkunsa vasta 1970-luvun alussa, jolloin alan tutkimustyö käynnistyi ulkoilu- ja virkistysalueilla (esim. Kellomäki 1973a, 1975a, Loven 1973a, 1973b, Savolainen ja Kellomäki 1981, 1984, Saastamoinen 1982, Kellomäki ja Savolainen 1984). Pääsyyinä tutkimuksen myöhäiseen käynnistymiseen oli erityisesti soveltuvien menetelmien puuttuminen. Vasta käyttäytymistieteiden mittaamenetelmät ovat mahdollistaneet arvostuskysymysten kvantitatiivisen analysoinnin (Kellomäki 1975b, Daniel ja Boster 1976).

Kellomäki (1973a, 1975a) käytti ulkoilijoiden metsikköarvostuksia tutkiessaan kysely- ja haastattelutekniikkaa. Myöhemmin Savolainen ja Kellomäki (1981, 1984) liittivät tutkimusmenetelmään mukaan myös kohteen esittämisen sekä maastossa että valokuvilla. Kohteen esittämiseen perustuvia menetelmiä käytettäessä voidaan tutkia muita menetelmiä paremmin tietyn metsikön ominaisuuksien arvostuksia. Loven (1973a, 1973b) on tutkinut metsäympäristön viihtyisyystekijöitä ekologisten tekijöiden inventoinnilla ja kyselytekniikalla. Heikinheimo ym. (1977) pitävät tärkeinä tutkimusaiheina ympäristöarvostusten vaihtelun, sosiaalisten taustatekijöiden merkityksen ja alan tutkimusmenetelmien selvittämistä.

Metsän maisema-arvoja käsittelevä ulkomainen tutkimustyö käynnistyi jonkin verran suomalaista tutkimustoimintaa aikaisemmin. Ulkomaisista tutkimuksista on koottu muun muassa laajoja kirjallisuuskatsauksia (esim. Murtha ja Greco 1975, Arthur ja Boster 1976, Haakenstad 1976, Hultman 1976). Puu-

lajien arvostuksia tutkittiin ilmeisesti ensimmäisenä Tanskassa (Degener 1963) kvantitatiivista menetelmää käyttäen. Ruotsissa Axelsson-Lindgren ja Sorte (1984) ovat vertailleet kahden erilaisen metsäalueen vaikutusta ulkoilijoiden elämysmaailmaan. Hultman (1983a, 1983b) on tutkinut ulkoilijoiden mieltymyksiä ja arvostuksia erityyppisten ulkoilualueiden suhteen. Ulkomaisten tutkimusten runsaudesta huolimatta oloihimme sovellettavia tutkimuksia on niukasti. Ulkomaisten tutkimustulosten soveltaminen Suomeen saattaa johtaa harhaan. Näin on esimerkiksi puulajien arvostuksessa, sillä puulajien väliset arvostussuhteet riippuvat ratkaisevasti puulajien yleisyydestä sekä ulkoilijoiden puulajituntemuksesta. Myös kasvilajiston koostumuksessa ja morfologiassa voi olla huomattavia eroja. Toisaalta kansanperinteesen ja mytologiaan liittyvät seikat saattavat vaikeuttaa tulosten soveltamista (Degener 1963, Kellomäki 1975b).

Metsän maisemallista arvostusta tarkastelevissa tutkimuksissa ensisijaisena tavoitteena on ollut määrittää maisemallisesti arvostetut puuston ominaisuudet ja ohjata muun muassa metsänhoitoa tarkoituksenmukaiseen suuntaan (Savolainen ja Kellomäki 1981). Tähänastisissa tutkimuksissa tarkastelu on keskittynyt etupäässä yksittäisten metsikkökuvioiden maisemallisten tekijöiden arviointiin, kun puolestaan tietyn metsäalueen arvostuksen muodostuminen ja siihen vaikuttavat tekijät ovat jääneet vähälle huomiolle. Hyvin vähän on tutkittu myös metsän merkitystä taajaman maisematilojen jäsentäjänä ja omaleimaisuuden ja viihtyisyyden lisääjänä. Tutkimustarvetta on erityisesti myös siinä, minkälainen vaikutus metsällä on taajaman asukkaiden elämään (ks. Reunala 1984).

Metsän esteettiseen arvoon vaikuttavat muun muassa maaston topografia, pääpuulaji, puulajisekoitus ja kehitysvaihe (Loven 1973a, Kellomäki 1975a, Eskelinen 1979, Savolainen ja Kellomäki 1981). Degenerin (1963) tutkimusten mukaan tanskalaiset pitivät pyökkiä arvostetuimpana puulajina. Osion ympäristössä ulkoilijat arvostivat mäntyä muita puulajeja enemmän (Haakenstad 1976), mihin saattaa vaikuttaa koivun poikkeuksellinen ulkonäkö alueella (Kellomäki 1975b). Suomessa Kellomäen (1975a) tekemän tutkimuksen mukaan mäntyä ja koivua pidettiin kuusta kauniimpana. Savolaisen ja Kellomäen (1981) myöhemmässä tutkimuksessa havaittiin kuitenkin männyn ja kuusen arvos-

tuksen olevan likimain samalla tasolla. Koivu oli selvästi havupuita arvostetumpi.

Yhden puulajin metsiköistä tehdyissä keskieurooppalaisissa tutkimuksissa on ulkoilijoiden havaittu pitävän enemmän havu- kuin lehtimetsistä (Hanstein 1967, Bichelmaier 1969, Weidenbach 1971, Haakenstad 1972). Mutta Savolaisen ja Kellomäen (1981) mukaan puhtaat, varttuneet koivikot ovat männiköitä ja kuusikoita arvostetumpia. Myös Hultmanin (1983b) tutkimuksessa arvostettiin lehtimetsiä enemmän kuin havumetsiä.

Sekä havu- että lehtipuiden muodostamaa sekametsikköä arvostetaan useiden niin kotimaisten kuin ulkomaistenkin tutkimusten mukaan yhden puulajin metsiköitä enemmän (esim. Hanstein 1967, Bichelmaier 1969, Mayer 1969, Weidenbach 1971, Haakenstad 1972, Jacob 1972, Kellomäki 1975a, Rosznyay 1979). Savolaisen ja Kellomäen (1981) tutkimus viittaa kuitenkin siihen, että varttuneessa ikävaiheessa puhtaita koivikoita arvostettaisiin sekametsiköitä enemmän (ks. kuva 1).

Metsikön kehitysvaihe vaikuttaa maisemalliseen arvoon muun muassa siten, että uudistuskypsiä metsiköitä pidetään pääpuulajista tai puulajirunsaudesta riippumatta kauniimpina kuin muissa kehitysvaiheissa olevia metsiköitä (Jacsman 1971, Weidenbach 1971, Haakenstad 1972, Saastamoinen 1972, Loven 1973a, Kellomäki 1975a, Savolainen ja Kellomäki 1981, Schröder ja Cannon 1983). Savolaisen ja Kellomäen (1981) tutkimuksen mukaan männyn ja kuusen arvostus laskee metsiköiden kehittyessä taimikosta nuoreksi kasvatusmetsiköksi. Arvostus kohoaa taas metsiköiden kehittyessä varttuneeksi kasvatusmetsiköksi (vrt. Gold 1977). Koivikon arvostuksen ei havaittu laskevan vastaavanlaisesti nuorena kasvatusmetsikkövaiheessa. Hultmanin (1979) mukaan nuori koivikko on lähes yhtä arvostettu kuin varttunut kuusikko tai männikkö. Näihin riukuvaiheen metsänarvostuseroihin Savolaisen ja Kellomäen (1981) mukaan mahdollisesti vaikuttaa koivun hyvä karsiutuvuus ja valkea tuohi.

Ulkoilijoiden mieltymyksiä tutkittaessa on tärkeää yksittäisten metsikkötunnusten ohella tarkastella myös metsikkökokonaisuutta useiden tekijöiden perusteella. Arvostettu metsikkö on puustoltaan varttunut, pituusrakenteeltaan tasainen, monipuulajinen ja melko harvapuustoinen (Hultman 1979, 1983b, Savolainen ja Kellomäki 1981, vrt.



Kuva 1. Maisemallisesti vetovoimaista koivikkoa. (kuva E. Oksanen)

Haakenstad 1975, Kardell 1979). Puuston pituushajonnan negatiivinen vaikutus metsikköarvostukseen poikkeaa vallitsevista käsityksistä, sillä metsämaiseman keskeisenä kauneustekijänä on yleensä pidetty metsikön sisäistä vaihtelua (esim. Ohjekirje... 1970, Mikola 1972, Pitkäniemi 1972, Kellomäki 1973a, Loven 1973a).

Metsikkönäkymän monivivahteisuus lisää huomattavasti metsikön maisema-arvoa (Kellomäki 1973a, Savolainen ja Kellomäki 1981). Metsikön monivivahteisuuteen vaikuttavat ensisijassa puulajimäärä, koivun osuus ja alikasvoksen peittävyys. Savolaisen ja Kellomäen (1981) mukaan havupuualikasvos lisää metsikön maisemallista arvostusta, kun

taas koivua alikasvoksena pidetään negatiivisena. Lehtipuiden ja pensaiden hentous ja repaleisuus alikasvoksena selittänee osaltaan negatiivista vaikutusta (Savolainen ja Kellomäki 1981). Axelsson-Lindgren ja Sorte (1984) toteavat eri kasvillisuustyyppien runsauden lisäävän metsäalueen viihtyisyyttä ja kiinnostavuutta.

Luonnontilaisten metsiköiden arvostusten on havaittu poikkeavan toisistaan täysin. Tutkimukset osoittavat arvostuksen muuttuvan koulutuksen ja kokemusten mukaan. Esimerkiksi Lane ym. (1975), Hultman (1979) ja Savolainen ja Kellomäki (1981) havaitsivat metsäalan koulutusta saaneiden arvostavan luonnontilaisia virkistysmetsiä huo-

mattavasti muita ryhmiä enemmän (ks. Rancken 1964, Shafer ja Rutherford 1969b, Willhite ja Sise 1974, Johnston 1983).

Metsän käsittely muuttaa merkittävällä tavalla metsämaisemaa ja niin ollen myös sen maisemallista arvoa. Arvostusten muuttumista on tutkittu toistaiseksi hyvin vähän. Muutoksen voimakkuuteen vaikuttavat ratkaisevasti ennen toimenpiteitä vallinneen tilanteen lisäksi itse toimenpiteet. Etenkin metsän avohakkuu vähentää huomattavasti metsämaiseman esteettistä arvoa (mm. Daniel ja Boster 1976, Karjula 1983), mikä on pääteltävissä myös metsikön eri kehitysvaiheita koskevien arvostuserojen perusteella (esim. Savolainen ja Kellomäki 1981).

Ulkoilijat pitävät myös hakkuutähteitä häiritsevinä (Shaver ja Rutherford 1969, Kellomäki 1973a, Heino 1974, Willhite ja Sise 1974, Arthur 1977, Hultman 1979, Kardell 1979, Savolainen ja Kellomäki 1981, Karjula 1983). Heinin (1974) tutkimuksessa havaittiin hakkuutähteiden olleen pääasiallisin valituksen aihe kaupunkimetsien hoidossa (ks. kuva 2). Maanpinnan voimaperäisen käsittelyn on katsottu myös vähentävän metsän maisemallista ja ulkoilullista arvoa (Kellomäki 1978).

Reunalan (1984) mukaan yksiselitteisiä ulkoisesti mitattavia tunnuksia metsien kauneudelle ja virkistävyydelle ei ole olemassa. Tämä johtuu siitä syystä, että kauneus on elämys, joka riippuu sekä ulkoisesta kohteesta (tässä tapauksessa metsästä) että havainnoitsijan persoonasta: hänen kulttuuri- ja ryhmätaustastaan ja henkilökohtaisista kokemuksistaan. Niinpä erilaisten maisema-arvotutkimusten tulokset eivät ole yleistyskelpoisia, ne soveltuvat vain tiettyyn paikkaan, ihmisryhmään ja ajankohtaan.

22. Metsä ympäristötekijänä

22.1. Paikallisilmaston säättely

Ihmisen kannalta tärkeimmät säätekijät taajamaympäristössä ovat auringon säteily, ilman lämpötila, kosteus ja tuuliolot (Grey ja Deneke 1978). Paikallisilmaston vaikutukset ihmiseen jaetaan fysiologisiin, psyykkisiin ja mekaanisiin (Robinette 1972). Ihmisen viihtyvyyden kannalta on olemassa tietty säätekijöiden optimialue (mm. Penwarden 1974, Federer 1976, Arens ja Ballanti 1977, Heisler

1977, Plumley 1977, Herrington 1978). Puusto vaikuttaa paikallisilmaston lähes kaikkiin ominaisuuksiin, erityisesti säteilyyn ja tuuleen, mutta jossain määrin myös sadantaan sekä ilman lämpötilaan ja kosteuteen (Mitscherlich 1971, Heisler 1977).

Metsämeteorologiaa on varsinkin Saksassa ja Englannissa tutkittu pitkään. Metsikön paikallisilmastosta on esitetty monipuolisia katsauksia etenkin alan oppikirjoissa (esim. Franssila 1949, Geiger 1966, Berenyi 1967, Mitscherlich 1971), minkä lisäksi on runsaasti erikoistutkimuksia.

1970-luvulta lähtien ulkomailla on lisääntynyt kiinnostus tutkia paikallisilmaston vaikutuksia ihmisen viihtyvyyteen. Puuston vaikutuksia ihmisen kannalta olennaisiin säätekijöihin on pyritty tarkastelemaan myös erilaisten mallien avulla, jolloin on pystytty entistä paremmin systematisoimaan eri osatekijöiden merkitys ja niiden vuorovaikutus (Morgan ja Baskett 1974).

Lämpöolojen vaikutuksia ihmisen viihtyvyyteen rakennetussa ympäristössä ja kasvillisuuden merkitystä viihtyvyyden lisääjänä ovat tutkineet muun muassa Arens ja Ballanti (1977), Plumley (1977) sekä Stark ja Miller (1977). Tuulensuojavyöhykkeen tehoa ja tuulen vaikutusta ulkotilojen viihtyisyyteen ovat puolestaan tarkastelleet esimerkiksi Kuhlewind ym. (1955), Penwarden (1974), Hunt ym. (1976) sekä Arens ja Ballanti (1977).

Ulkomaisia paikallisilmastotutkimuksia ei voida täysin soveltaa maahamme muun muassa suurilmaston, metsikkömuotojen, puulajien ja maaston topografian erojen takia. Toisaalta kotimaisia tutkimuksia on tehty sadantatutkimuksia lukuunottamatta vähän. Kotimaisissa tutkimuksissa on keskitytty metsikköekologisiin ongelmiin eikä ole juurikaan tutkittu sitä, miten kasvillisuuden vaikutus paikallisilmastoon parantaa ihmisen viihtymistä. Elomaa (1980) ja Kellomäki ja Loikkanen (1982) ovat tarkastelleet pääasiallisesti ulkomaisten tutkimusten pohjalta kasvillisuuden vaikutusta paikallisilmastoon rakennetulla alueella ja tuottaneet uusien asuinalueiden suunnittelua palvelevaa tietoa.

Puusto tasoittaa alueen lämpöoloja, sillä latvuksen alapuolinen tila lämpenee ja myös jäähtyy hitaammin kuin vastaava puuton ala. Säteilysuhteisiin puusto vaikuttaa heijastamalla ja absorboimalla säteilyä. Ainoastaan latvuksen läpi suodattava säteily ulottuu maaperään. Kasvillisuuden varjostusta voidaan tarvita esimerkiksi oleskelu- ja virkis-



Kuva 2. Hakuutähteitä muistuttamassa ulkoilumetsässä äskettäin tehdystä harvennushakkuusta.

tysalueilla ja lasten leikkipaikoilla estämään liiallista kuumenemistä. Varjostamattomilla pinnoilla, kuten asfaltilla, lämpö määrä voi kohota kesällä niin korkeaksi, että se saattaa aiheuttaa ulkona liikkujalle lämpöstressiä (Plumley 1977, Stark ja Miller 1977). Puusto toimii puskurina lämpötilan alenemista vastaan haihduttamalla ja olemalla ulossäteily-suojana (Franssila 1949, Federer 1976). Puusto vaikuttaa merkittäväällä tavalla metsikön ulkopuolisiinkin lämpö- ja säteilyoloihin (Geiger 1927). Esimerkiksi tuulensuojaistutukset vähentävät ulossäteilyä suojan puolella jopa 50 % siitä, mitä se on suojaamattomalla alueella (Thomasius 1973).

Latvuksen alle lankeavan säteilyn määrään vaikuttaa ensisijaisesti metsikön sulkeutuneisuus, joka puolestaan määräytyy metsikön tiheyden, kehitysvaiheen, puulajikoostumuksen ja vuodenajan perusteella. Havumetsässä säteilyn voimakkuus on vähäisempi kuin vastaavan latvuspeittävyuden lehtimetsässä. Schomakerin (1968) tutkimuksessa havupuumetsäissä oli maahan lankeavan säteilyn määrä keskimäärin 8 %, lehtipuumetsäissä keskimäärin 17 % lehdellisenä aikana ja 59 % lehdettömänä aikana aukean alan vastaavista arvoista. Myös ulossäteilyn

määrä riippuu ensisijaisesti latvuspeittävydestä. Tehokas ulossäteily suoja syntyy vasta, kun latvuspeittävyys on yli 70 % (Leikola ja Pylkkö 1969).

Puusto ja pensaskasvillisuus vaimentavat tuulen nopeutta kohottamalla pyörteisyttä synnyttävää rajapintaa ylöspäin (Heisler 1977, Herrington 1978). Useiden tutkimusten mukaan (esim. Penwarden 1974, Hunt ym. 1976, Arens ja Ballanti 1977) jo melko vaikea tuuli (> 6 m/sek.) vähentää tuntuvasti ulkotilojen viihtyisyyttä alentamalla lämpötilaa ja aiheuttamalla mekaanisia haittoja. Sopivasti sijoitetulla suhteellisen kapeallakin suojavajöhykkeellä voidaan vähentää tuulen aiheuttamia haittoja (Baumgartner 1961). Tuulen nopeutta hidastava vaikutus voi ulottua jopa 2—5 kertaa valtapuiden pituutta vastaavalle alueelle suojan puolella (Grey ja Deneke 1978). Ympäristön viihtyisyyden parantamisen lisäksi suojaistutuksella voidaan alentaa merkittävästi lämmityskustannuksia (Olgyay ja Olgyay 1963, Heisler 1971, Moeller 1977, DeWalde 1978, van Haverbeke 1978, Sundström ja Göransson 1978, Elomaa 1980).

Metsikön tuulta vaimentava teho riippuu ensi sijassa metsikön kehitysluokasta, tihey-

destä, puulajista, jaksoisuudesta ja latvussuhteesta. Kuusikot hidastavat ilmavirtauksia huomattavasti tehokkaammin kuin männiköt ja koivikot (Zürcher 1973). Esimerkiksi täysikäisessä kuusimetsässä tuulen nopeus on vain noin 20—40 % aukeiden alueiden tuulen nopeudesta (Odin 1973).

Tärkeimpiä latvuspäidännän suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lehvästön kokonaispinta-ala ja laatu sekä vallitsevat ilmasto-olot (Mitscherlich 1971). Kuusikossa sadanta on pienin lähinnä runkoa (Kellomäki ja Pohjapeltö 1976), mutta männikössä latvuksen alla sadanta on suurempi kuin aukoissa etenkin, jos sataa runsaasti (Leikola 1971). Latvuspäidäntä lisääntyä voimakkaasti metsikön vartuessa taimikosta keski-ikäiseksi, minkä jälkeen se laskee hieman metsikön vanhetessa.

Taajamaympäristön sadeolojen säätelyssä saadaan merkittävin hyöty sellaisella suojaistutuksella, joka säätelee lumen kasautumista. Tällä tavoin voidaan asutuskeskusten puhtaanapitokustannuksia olennaisesti pienentää sekä lisätä asumisviihtyvyyttä.

Ilman kosteus vaihtelee metsikön sisällä metsikön kehitysvaiheen ja puulajin mukaan. Metsiköiden väliset ilmankosteuserot ovat kuitenkin vähäiset. Kaupunkisuunnittelun kannalta tärkeitä ovat ainoastaan puustoisten ja puuttomien alueiden väliset erot. Erot ovat suurimmillaan 10—15 % (Kellomäki ja Loikkanen 1982).

222. Ympäristöhäiriöiden lieventäminen

Melun vaimentaminen

Melu heikentää ihmisen sekä fyysistä että psyykkistä hyvinvointia. Tähänastisissa tutkimuksissa on melko monipuolisesti kartoitettu kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat melun etenemiseen. Melun etenemiseen vaikuttavat geometrisen melutason alenemisen ohella muun muassa kasvillisuuden ominaisuudet ja sijainti, topografia, maanpinnan laatu sekä säättekijät (mm. Leonard ja Parr 1970, Lahti 1979a, 1979b). Tanskalainen Kragh on tutkinut tieliikenteen (1980, 1982) ja junaliikenteen (1979) aiheuttaman melun vaimentamista kasvillisuuden avulla. Cook ja Haverbeke (1974) ovat puolestaan kiinnittäneet tutkimuksissaan huomiota topografian, kasvillisuuden ja erilaisten rakennelmien vaikutukseen melun vaimentamisessa. Puuston ja pensaskasvillisuuden merkitystä melun

vaimentajina ovat tutkineet muun muassa Beck (1965), Cook ja Haverbeke (1971) ja Kellomäki ym. (1976).

Kasvillisuuden melua vaimentava vaikutus perustuu siihen, että oksat ja runko hajauttavat ääniaallot ja lehdet heijastavat niitä epätäydellisesti. Varsinainen absorptio lienee vähäistä. Kasvillisuuden melunvaimennus on tehokasta vain suurilla taajuuksilla, sillä kasvillisuus vaimentaa vain sellaisia ääniä, joiden aallonpituus on yhtä suuri kuin lehtien halkaisija ja runkojen läpimitta tai niitä pienempi. Pienillä taajuuksilla kasvillisuus vaimentaa melua pääasiassa epäsuorasti lisäämällä maaperän huokoisuutta sekä pienentämällä lämpötilan ja tuulennopeuden vaihteluita (Lahti 1979a, 1979b).

Parhaimman melusuojaajan tarjoavat ne kasvilajit, joiden lehdet ovat suuret, kovapintaiset ja järjestäytyneet kohtisuorasti ääntä vastaan, ja joilla on tuuhea ja alas ulottuva oksisto ja mahdollisimman pitkä viheriöimiskausi (Beck 1965). Kuusikoiden melunvaimennuskapasiteetti on huomattavasti suurempi kuin männiköiden (Kellomäki ym. 1976). Lehtipuiden melunvaimennuskapasiteetti on havupuita suurempi, mutta ympärivuotisessa vaimennuksessa havupuut ovat suositeltavimpia (Beck 1965).

Puuston kehitysvaihe vaikuttaa puulajin lisäksi metsikön melunvaimennuskapasiteettiin. Kellomäen ym. (1976) mukaan kuusikoiden ja männiköiden melunvaimennuskyky lisääntyi aina 12 metrin pituuteen saakka, jonka jälkeen runkojen karsiutumisen vuoksi melunvaimennuskyky vähenee nopeasti. Puuston ja pensaston tiheys vaikuttaa melun vaimenemiseen siten, ettei puusto, jonka tiheys on alle 500 runkoa/ha, juuri vaikuta melun etenemiseen. Toisaalta puuston tiheyden noustua yli 1 500 runkoa/ha vaimennuksen kasvu selvästi vähenee. Kellomäen ym. (1976) mukaan merkittävin melunvaimennuskykyyn vaikuttava tekijä on kuitenkin lehtien ja oksien kokonaismäärä suhteessa maanpinnan ja latvuston rajoittamaan tilaan, vaikkakin siihen vaikuttavat myös kasvillisuuden tiheys, puuston pituus ja puulajisuhteet sekä kasvillisuuden sijainti toisiinsa nähden. Cookin ja Haverbeken (1971) mukaan havu- ja lehtipuiden sekä pensaiden muodostama suojavajöhyke vaimentaa melua tehokkaammin kuin muut kasvillisuusvyöhykkeet.

Kasvillisuuden tehokkuudesta melun vaimentajana on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia. Kellomäen ym. (1976) tutkimuksen

mukaan tiheät, pituudeltaan alle 12 metrin kuusikot vaimentavat melua parhaimmillaan 7 dB:ä Cookin ja Haverbeken (1971) mukaan metsikön vaimennuskyky voi parhaimmillaan olla 10—15 dB. Kraghin (1982) tutkimuksessa 15—40 metrin levyiset puista ja pensaista koostuvat vyöhykkeet eivät sanottavasti vaimentaneet tieliikennemelua. Vaihtelevien tutkimustulosten syynä ovat muun muassa tähänastisissa tutkimuksissa käytetyt erilaiset mittausten menetelmät sekä vaihtelevat koeolot. Eräissä tutkimuksissa ei ole otettu huomioon kaikkia melun vaimentamiseen vaikuttavia tekijöitä kuten maanpinnan laadun ja meluntaajuuden vaikutusta. Erilaisissa oloissa tehtyjen tutkimusten tulosten yleistäminen on johtanut ristiriitaisiin vaimennusarvoihin (Kragh 1982).

Huolimatta joidenkin tutkimustulosten positiivisuudesta kasvillisuuden melunvaimennuskyky on parhaimmillaankin melko vähäinen. Viheristuksilla on kuitenkin suuri psykologinen merkitys, sillä melua pidetään vähemmän haitallisena, jollei melun aiheuttajaa nähdä (Lahti 1979a). Melunvaimennuskapasiteetti paranee olennaisesti, jos käytetään hyväksi kasvillisuuden ja maastonmuotojen, meluvallien tai meluaitojen yhteisvaikutusta (Cook ja Haverbeke 1974, Iisakkila 1977, Pikkarainen 1978a, Elomaa 1980).

Ilman epäpuhtauksien sitominen

Kaupunkien ja teollisuusalueiden ilmassa on huomattavat määrät erilaisia epäpuhtauksia kiinteinä ja nestemäisinä hiukkasina ja kaasumaisina aineina, mitkä vahingoittavat myös ihmisen terveyttä muun muassa tunkeutumalla keuhkorakkuloihin (Neuwirth 1965, Burhard 1975, Nadel ja Oberlander 1977, Cloudston ja Standfield 1981).

Metsä sitoo ilman epäpuhtauksia sedimentoimalla, adsorboimalla ja absorboimalla niitä. Suuret hiukkaset sedimentoituvat lehtiin ja neulasiin, joista ne huuhtoutuvat sateiden mukana maahan. Tuulen nopeuden pienentyessä huomattava osa hiukkasista sedimentoituu suoraan maahan kasvuston suojaan. Pienet hiukkaset adsorboituvat lehden pintaan ja kulkeutuvat maahan lehtien varistessa. Kaasumaisia epäpuhtauksia absorboituu kasveihin ilmarakojen kautta tai ne veteen liuenneina imeytyvät lehtien pinnoilta (Hasel 1971). Metsäkasvillisuus absorboi myös juuristollaan maahan laskeutuneita epäpuhtauksia (Huovila 1985).

Kiinnostus ilman epäpuhtauksien ja niiden vaikutusten tutkimiseen on lisääntynyt huomattavasti 1970-luvulta lähtien. Tutkimusongelma kasvillisuustutkimuksissa on useimmiten kuitenkin ollut epäpuhtauksien vaikutus kasvien elintoimintoihin. Epäpuhtauksien suodattumisen eri muotoja on tutkittu toistaiseksi vähän. Ulkomaiset tutkimukset eivät ole täysin sovellettavissa maahamme muun muassa kasvilajien, kasvukauden pituuden ja epäpuhtauksien määrän ja laadun erojen vuoksi.

Kasvillisuuden vaikutus ilman epäpuhtauksien sedimentoitumiseen perustuu sen vaikutukseen ilmavirtojen liikkeeseen. Metsän suojavaikutus on aktiivista, kun kasvipeite ilmavirtauksia hidastamalla sedimentoi epäpuhtauksia kasvien pinnoille ja maahan. Metsä myös estää ilmavirtausten liikkeitä, jolloin puhutaan passiivisesta suojavaikutuksesta. Tällöin ilmavirtaukset kohoavat metsän yli ja laskeutuvat sen taakse, minkä seurauksena syntyy ilmavirtauksissa pyörteitä ja pysähdyksiä. Nämä puolestaan edistävät ilman epäpuhtauksien sedimentoitumista (Wentzel 1960, Smith 1978).

Puuston ominaisuuksien vaikutusta sedimentoitumiseen ei tunneta tarkkaan. Epäpuhtauksien sedimentoitumisen määrään vaikuttanevat ennen kaikkea puuston pituus ja tiheys. Sedimentoituminen lisääntyy todennäköisesti suorassa suhteessa puuston pituuskasvuun (Warren 1973, Lakka 1978). Sedimentoituminen on ilmeisesti suurimmillaan metsäkoissa, joiden puusto on jo selvästi harventunut mutta kuitenkin vielä riittävän tiheä vaimentaakseen ilmavirtauksia (Kellomäki ja Loikkanen 1982). Eri-ikäispuusto ja pensaskasvillisuus edistävät myös tehokkaasti sedimentoitumista (Dimitri 1976, McCurdy 1978, Löfström 1987).

Metsään sedimentoituvien epäpuhtauksien määrästä on esitetty erilaisia käsityksiä. Warrenin (1973) mukaan voi sedimentoituminen varttuneissa männiköissä olla 35 000 kg/ha/v ja vastaavanlaisissa kuusikoissa 32 000 kg/ha/v. Kotimaisia tutkimuksia ei tältä osin ole tehty. Toisaalta ulkomaiset tutkimukset eivät ole suoranaisesti sovellettavissa maahamme. Kellomäki ja Loikkanen (1982) olettavat sedimentoitumiskapasiteetin kohoavan Suomen oloissa sopivissa metsäkoissa 10 000—20 000 kg/ha/v sedimentoituvien epäpuhtauksien määrästä riippuen.

Kasvillisuuden adsorboimat epäpuhtauk-

sien määrät jäävät huomattavasti sedimentoitumista vähäisemmiksi. Parhaimmillaankin vuotuinen adsorptio kohoaa vain noin 1 000 kg:aan hehtaaria kohti. Eri puulajeista mänty sitoo tehokkaimmin epäpuhtauksia neulastensa pinnoille (Keller 1971a, 1971b). Kasvillisuuteen adsorboituvien epäpuhtauksien määrä riippuu ensi sijassa lehvästön ominaisuuksista ja sen tuulenläpäisevyydestä (Smith ja Dochinger 1975). Epäpuhtauksien sitomisen kannalta parhaita ovat lajit, joilla on karhea- tai nukkapintaiset ja vaakatasossa sijaitsevat lehdet. Esimerkiksi männyn neulasten ilmarakojen syvänteet edistävät epäpuhtauksien adsorboitumista (Gregory 1961, Kasvillisuus... 1985).

Epäpuhtauksien kasvisolukkoon absorboitumista ja absorptioon määrään vaikuttavia tekijöitä tunnetaan varsin heikosti. Absorption merkitys epäpuhtauksien sitojana on kuitenkin vähäinen, sillä parhaimmissakin tapauksissa se vuosittain jäänee alle 10 kg/ha (Kellomäki ja Loikkanen 1982). Absorption määrään vaikuttavien tekijöiden tuntemisella olisi merkitystä ennen kaikkea eri kasvilajien epäpuhtauksien sietokyvyn tarkastelussa.

Näköyhteyksien katkaiseminen

Näköyhteyksien katkaisua tarvitaan esimerkiksi virkistysalueilla erilaisten toimintalueiden välillä, kadun tai tien ja asunnon välillä sekä rakennusten välillä. Puustolla ja pensaikolla eristetään myös häiritseviä kohteita, kuten paikoitusalueita, romuvarastoja ja teollisuuslaitoksia.

Näköyhteydet on vaikea katkaista sähkön tuottamiseen ja jakeluun liittyviin laitteisiin, kuten muuntajiin, sähkölinjoihin ja energialaitoksiin, koska kasvillisuus niiden alla ja sivuilla tulee kasvattaa matalana.

Pientalojen välisten näköyhteyksien katkaiseminen istutusten avulla ei ole vaikeata, sillä oikein sijoitettu ja sopivan tiheä puusto ja pensaikko kasvaa nopeasti suojaa antavaan kokoon. Kerrostalojen välillä olevan puuston kasvattaminen näkösuojaksi sen sijaan vie aikaa. Puiden tulee olla kookkaita ja tuuheita sekä mahdollisimman alas saakka karsiutumattomia.

Kasvillisuuden näköyhteyksiä katkaiseva vaikutus riippuu siitä, miten korkealta katsotaan ja miten suuri peittävä kohde on. Jos katsoja on peitettävää kohdetta korkeammal-

la, suojavyöhykkeen tulee sijaita lähellä katsojaa. Korkealla oleva kohde voidaan tehokkaasti suojata kasvattamalla suojavyöhyke joko lähelle katsojaa tai lähelle kohdetta (Iisakkila 1977).

23. Metsän elinvoimaisuus

Elinvoimaisella metsällä tarkoitetaan tässä yhteydessä metsäkasvillisuutta, joka pystyy käymään läpi koko elinkiertonsa ja säilyttämään mahdollisimman hyvän tuottokyvyn sekä vastustuskyvyn erilaisille ympäristöhäiriöille.

231. Rakentamisen vaikutus metsään

Rakennettavien alueiden maisemakuvaa voidaan rikastuttaa käyttämällä hyväksi olemassa olevaa kasvillisuutta. Kasvillisuus antaa alueeseen omaleimaisuutta ja vaihtelua, lieventää ympäristöhäiriöitä ja säätelee paikallislilmastoa. Kasvillisuus myös hidastaa haihtumista ja veden virtauksia maassa sekä suojaa eroosiolta. Pyrkimys rakennettavien alueiden puuston säilyttämiseen on perusteltua, sillä maamme maaperä- ja ilmasto-olojen vuoksi puiden kasvaminen on hidasta parhaillakin kasvupaikoilla.

Kasvillisuuden säilyminen rakentamisvaiheen yli joutuu usein kovalle koetukselle, sillä rakentaminen muuttaa ympäristöoloja aina jollakin tavalla. Metsäekosysteemin osat ovat kaikki enemmän tai vähemmän riippuvaisia toisistaan niin, että yhden osatekijän muutos vaikuttaa myös muihin osatekijöihin. Rakentaminen muuttaa maaperän ja pienilmaston oloja ja vaurioittaa kasvillisuutta mekaanisesti.

Rakentamisen ympäristövaikutuksia käsittelevää kirjallisuutta on melko runsaasti, vaikkakin empiiriset tutkimukset ympäristömuutosten vaikutuksista puustoon ovat jääneet vähäisiksi. Eräänä synnä tutkimusten vähäisyyden lienee se, että viime vuosikymmenien tehokkaan rakentamisen aikana luonto on nähty ennen kaikkea raaka-aineiden lähteenä ja rakentamisen alustana.

Suomessa perusteellisempi tutkimustyö pääsi alkamaan vasta 1970-luvun jälkipuoliskolla, jolloin käynnistettiin kaksi suurta tutkimusprojektia: ARMAS-projekti ja NEKA-

SU-projekti. Niin sanotussa ARMAS-tutkimuksessa selvitettiin maiseman merkitystä suomalaisessa rakennetussa ympäristössä sekä luonnonmaiseman muuttumista ja sietokykyä rakennetuilla alueilla. Lisäksi testattiin tuloksia muutamissa rakentamisen tyyppitalanteissa. ARMAS on ensimmäinen suomalainen rakennetun maiseman osatekijöitä, niiden merkitystä ja keskinäisiä yhteyksiä käsittelevä tutkimus (Maisema ja... 1978). Projektin tieteellinen lähestymistapa oli maisema-arkkitehtoninen. Esimerkiksi luonnon-tieteellisen tiedon hyväksikäyttö jäi vähäiseksi, mistä syystä tutkimusprojektiä voidaan pitää kapea-alaisena.

Vuonna 1976 käynnistyi suomalais-neuvostoliittolaisena yhteistyönä NEKASU-projekti, jonka aiheena oli 'luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa'. Tutkimus jakautuu teoreettiseen osaan ja koesuunnitteluosaan. Tutkimuksessa tarkastellaan, minkälaisia mahdollisuuksia luonto tarjoaa asuinalueiden suunnittelussa sekä myös miten rakentaminen vaikuttaa kasvillisuuteen. Kokonaisuudessaan tutkimus käsittelee pohja- ja vesistösuhteisiin, ilmastoon, elolliseen luontoon sekä rakennettuun ympäristöön liittyviä kysymyksiä eri näkökannoilta: teknistaloudelliselta, ekologiselta, terveellisyyden, viihtyvyyden ja turvallisuuden sekä maisema-arkkitehtuurin näkökannalta. Suomalaisen osapuolen tutkimustyöstä on ilmestynyt kahdeksan julkaisua (Holmila 1979, 1982, Elomaa 1980, Hakkanen 1980, Saarelainen 1980, Kellomäki ja Loikkanen 1982, Vuolanto ja Tuhkanen 1982, Mansikka 1984). Suomalais-neuvostoliittolaisen yhteistyön tulokset julkaistiin yhteisenä suosituskirjana (Luonto ja... 1984).

NEKASU-hankkeen teoreettisessa osassa kartoitettiin melko laaja-alaisesti alan senhetkistä tietämystä, puutteita ja ongelmia. Teoreettisen tiedon pohjalta laadittiin koesuunnittelussa testattavat suunnittelusuositukset. Suunnittelusuositusten puutteena oli suunnittelun perustana olleen tutkimustiedon vähäisyys. Etenkin kaupunkiympäristön ekologisessa perustiedossa oli puutteita. NEKASU-projekti ei myöskään tuottanut kovin runsaasti uutta empiiristä tietoa, sillä koesuunnittelualueella ei toteutettu laadittuja suunnitelmia. Hankkeen merkittävin anti lieenee tieteiden välisen yhteistyön käynnistymisen, erilaisten lähestymistapojen yhteensovittaminen suunnittelussa ja ongelmien kartoitus.

Ruotsalaiset tutkijat Bucht ja Widgren (1973) sekä Florgård (1978 ja 1981) ja Florgård ym. (1977, 1984) ovat selvitelleet monipuolisesti rakentamisen vaikutuksia kasvillisuuteen (maaperän tiivistyminen, maansiirrot, pohjaveden pinnan muutokset, pienilmaston muutokset sekä runko- ja juuristovauriot) ja ehdottaneet toimenpiteitä kasvillisuuden vaurioitumisen välttämiseksi.

Rakentamisen vaikutuksista luontoon tiedetään edelleenkin puutteellisesti. Kirjallisuudessa esitetään usein kokemusperäisiä tietoja ja oletuksia, kun tieteellisiä tutkimuksia ei ole käytettävissä. Metsän kestävyuden ja kasvillisuuden tarjoamien hyötyjen huomioon ottamista rakentamisen suunnittelussa on vaikeuttanut myös se, että inventointi- ja arviointimenetelmät ovat aiemmin olleet hyvin puutteellisia. Kellomäki ja Loikkanen (1982) ja Häme (1985) ovat kehittäneet inventointimenetelmiä kaupunkirakentamisen suunnittelua varten.

Maaperässä tapahtuvat muutokset

Raskaat koneet, varastot ja tallaus rakentamisen aikana tiivistävät maaperää. Tällöin maaperän veden- ja ravinteiden pidätyskyky heikkenee, pintavalunta lisääntyy ja kasvien juuriston hapensaanti vaikeutuu.

Maanpinnan asfaltointi ja täyttömäiden levittäminen myös heikentävät maaperän tuuletusta. Etenkin paksut maanpinnan korotuskerrokset ja tiiviin täytemaan käyttö voivat olla tuhoisia, sillä puiden juuriston hengitys on useilla kasvupaikoilla 30—40 % puiden kokonaishengityksestä. Jos maaperän happipitoisuus laskee 12—18 %:iin, puiden juuristo vaurioituu. Alle 1 %:n happipitoisuudessa juuristo kuolee. Mikäli sekä täyttömää että maaperä täyttöalueilla ovat huokoisia, maaperän tuuletus voi säilyä riittävänä (esim. Bucht ja Widgren 1973, Florgård 1978). Huokoisella täyttömaalla, kuten kuorihumuksella on onnistuttu suorittamaan jopa metrinkin täyttöjä (Gottberg 1972).

Maaperän pintakerroksen poistaminen vahingoittaa pintakasvillisuuden lisäksi myös puiden juuristoa. Etenkään matalajuuriset puut eivät kestä pintamaan poistoa. Maanpinnan kaivaminen samoin kuin täytemaan levittäminenkin lisäävät eroosioalttiutta.

Rakennusvaiheen aikana maaperään saattaa kulkeutua myrkyllisiä kemikaaleja ja erilaisia öljyjätteitä. Myrkyllisistä päästöistä

kärsivät herkimmin maaperän pieneliöstö ja sienijuuret, ja tällöin puiden kasvuolot saattavat heikentyä (esim. Koskiniemi 1973, Brown ja Mikola 1974).

Taajamarakentaminen vaikuttaa monin tavoin maaperän vesioloihin ja siten kasvillisuuden elinoloihin. Maaperän tiivistyminen, pintakasvillisuuden kuluminen ja maanpinnan päällystäminen vähentävät veden maahan imeytymistä ja lisäävät haihduntaa. Myös auringonsäteilyn ja tuulisuuden lisääntyminen edistävät haihduntaa. Johtokaivannot, salaojitus ja sadevesien viemärointi johtavat vettä pois.

Pohjaveden pinnan alenemisen vaikutuksista kasvillisuuteen ei liene saatavilla soveltamiskelpoisia empiirisiä tutkimuksia, joten ongelmaa on yritetty ratkaista tarkastelemalla maaperän ominaisuuksien ja vesiolojen välisiä suhteita sekä puiden vesitalouden hoitoa.

Puiden juuret ulottuvat harvoin pohjaveen asti. Valtaosa juurista on niin sanottuja horisontaalijuuria, jotka sijaitsevat maan pintakerroksessa. Näin ollen puut ottavat vettä pääasiassa juuristo-, vajovesi- ja kapillaarivyöhykkeestä. Kuivina aikoina pohjavedestä nouseva kapillaarinen virtaus voi kuitenkin turvata puiden riittävän vedensaannin, etenkin hieta- ja hiesumailloilla (Saarelainen 1980). Kun taajamametsässä maaperän pintakerrosten luonnollinen vedensaanti heikkenee, pohjaveden merkitys puiden vedenturvaajana saattaa korostua.

Pohjaveden pinnan laskun merkitys puuston vesioloihin riippuu hyvin suuresti siitä, mistä maalajista maaperä koostuu, missä syvyydessä pohjaveden pinta on ja kuinka suuresta muutoksesta on kysymys. Mitä korkeammalla pohjaveden pinta alunperin on sijainnut, sitä riippuvaisempi paikalla kasvava puusto on ollut pohjavedestä ja sitä suurempi on pohjaveden laskun aiheuttama vaikutus. Mikäli pohjaveden pinta ulottuu juurivyöhykkeeseen tai lähelle sitä, pohjaveden lasku vaikuttaa lajittuneiden karkeiden maalajien puustoon. Hienojakoisissa maalajeissa edellä mainittu tilanne ei vaikuta olennaisesti puustoon. Kallioperän pohjaveden varassa elävälle kalliopuustolle pienikin pohjaveden lasku voi olla tuhoisaa (Saarelainen 1980, Vuolanto ja Tuhkanen 1982). Vuolanton ja Tuhkasen (1982) mukaan pohjavedellä on potentiaalista merkitystä ainakin syväjuurisille puille, mikäli pohjaveden pinta on enintään 3—4 metriä maanpinnan alapuolel-

la (ks. Palm 1972, Bucht ja Widgren 1973, Kellomäki ja Loikkanen 1982).

Paikallisilmaston muutokset

Rakennettavalla alueella puustoa harvennetaan ja siihen tehdään aukkoja, joten puuston vastaanottamat säteilymäärät voivat paikallisesti lisääntyä huomattavasti tai myös vähentyä rakenteiden aiheuttaman varjostuksen vuoksi. Varsinkin metsikön sisäosissa kasvaneet puut, herkimmin kuusi, voivat vaurioitua säteilyolojen muutoksesta. Kuusen kaarna halkeilee tällöin helposti ja puu on alttiina sieni- ja hyönteistuhoilille. Toisaalta valopuut, kuten mänty ja koivu, kärsivät helposti rakennusten varjoon joutumisesta (Bucht ja Widgren 1973, Erkamo 1974, Florgård ym. 1977). Yleensä vaurioitumisvaara kasvaa sitä suuremmaksi, mitä vanhempi puusto on kysymyksessä ja mitä nopeampi ja voimakkaampi on säteilyolojen muutos.

Kun tiheässä kasvanutta puustoa harvennetaan voimakkaasti, tuulisuus lisääntyy ja voi aiheuttaa mekaanisia ja fysiologisia haittoja. Metsän reunapuut ja harvassa kasvanut puusto kestävät hyvin tuulisuhteiden muutoksia, sillä näiden puiden juuristo on hyvin kehittynyt. Juuriston kiinnittyminen maaperään on heikkoa etenkin alueilla, joissa pohjavesi on korkealla, sekä sellaisilla kallioalueilla, missä ei ole riittävästi juurten kiinnittymisrakoja (Florgård ym. 1977). Juuriston kiinnittymisessä on myös lajeittaisia eroja. Kuusi on erityisen altis tuulituhoille pinnallisen juuristonsa vuoksi. Tuhoalttiutta lisää myös kuusen tiheä ja laaja oksisto, josta tuuli saa hyvän otteen. Puiden kaatumisriskiä lisää se, että puiden juuristoa saatetaan tyypistää rakentamisen yhteydessä.

Rakentaminen vaikuttaa epäedullisesti paikallisilmastoon, koska se lisää tuulisuutta ja säteilyä, kohottaa lämpötilaa sekä alentaa ilman suhteellista kosteutta, jolloin metsän haihdunta voimistuu. Haihdunnan lisääntyminen yhdessä maaperän vesiolojen heikentymisen kanssa lisää puiden kuivumisvaaraa (Vuolanto ja Tuhkanen 1982).

Kasvillisuuden mekaaninen vaurioituminen

Rakentamisvaiheen aikana kasvillisuus joutuu voimakkaaseen mekaaniseen kulutukseen. Työkoneet, rakennustarvikkeiden varastointi ja maanalainen rakentaminen vaurioittavat pintakasvillisuutta, puiden runkoja ja juuristoja.

Maanalaisessa rakentamisessa juuristoa ty pistetään ja etenkin pintajuuret vaurioituvat, mikä heikentää veden ja ravinteiden ottoa. Runkovauriot heikentävät myös puiden elinvoimaa ja altistavat puut sekundaarituhoille. Kuoren alla olevan jälsikerroksen vaurioituminen hidastaa puun kasvua (esim. Koskiemi 1973).

Juuristovaurioille alttiita ovat etenkin laaja- ja matalajuuriset puut kuten kuusi. Juuriston leviämislajisuus riippuu kasvupaikan ravinteisuudesta siten, että juuristo levittäytyy laajimmalle karuilla kasvupaikoilla. Vuolannon ja Tuhkasen (1982) mukaan puuta voi merkittävästi vaurioittaa vielä 15 metrin päässä rungosta suoritettu kaivaminen.

232. Metsän kuluminen ulkoilussa

Tallauksen vaikutuksia kasvillisuuteen on tutkittu melko runsaasti. Myös Pohjoismaissa on 1960-luvun lopulta lähtien valmistunut useita tutkimuksia (esim. Holmström 1970, Wedul 1972, Hoogesteger 1976, Ingelög ym. 1977, Florgård ym. 1977, 1984). Kokoavia kirjallisuuskatsauksia tehdyistä tutkimuksista ovat esittäneet Liddle (1975) ja Liljelund (1978). Yhdysvalloissa muun muassa LaPage (1962, 1967) on tutkinut kulutuksen vaikutuksia maaperän ominaisuuksiin ja puuston sädekasvuun sekä pintakasvillisuuteen. Suomessa ovat Kellomäki (1973b, 1977a) ja Kellomäki ja Saastamoinen (1975) tutkineet pintakasvillisuuden kulumista Wagarin (1964, 1967) kehittämää simulointimenetelmää käyttäen. Pintakasvillisuuden tallaaminen korvattiin energiaimpulsseilla, jotka saatiin aikaan junttalaitteella. Nylund ym. (1979, 1980) ovat tutkineet tallauksen vaikutusta puiden kasvuun.

Tallauksen vaikutuksia kasvillisuuteen on tutkittu etupäässä taajamien ulkopuolisilla virkistysalueilla ja leirintäalueilla. Taajamametsän kulutus poikkeaa jossain määrin kauempana asutuksesta sijaitsevan metsän tai leirintäalueen kulutuksesta, vaikkakin näistä tehtyjä tutkimuksia voidaan paljolti

soveltaa myös taajamametsään. Kasvillisuuden kulutuskestävyydestä tehdyt tutkimukset eivät kata kaikkia kasvillisuustyyppisiä ja niiden eri kehitysvaiheita. Ulkomaisia tutkimuksia ei myöskään voida soveltaa kaikilta osin maamme oloihin.

Tallaaminen muuttaa kasvivyhdyskunnan lajien koostumusta ja määrää. Pintakasvillisuuden peittävyys ja biomassa vähenevät nopeasti kulutuksen kasvaessa (Frissel ja Duncan 1965, Wagar 1964, LaPage 1967, Holmström 1970, Merriam ym. 1971, Kellomäki 1973b, Nylund ym. 1979) ja kulutusta kestävätkin lajit yleistyvät (mm. LaPage 1967, Kellomäki 1973b, 1975b, 1977a, Kellomäki ja Saastamoinen 1975, Nylund ym. 1979).

Tallaus vaikuttaa myös maaperän ominaisuuksiin sekä pieneliöiden lajien koostumukseen ja määrään (Düggeli 1937, Ingelög 1977). Pitkäaikainen tallaus tiivistää maaperän pintakerrosta, mikä taas vaikeuttaa juurten veden ja ravinteiden ottoa sekä heikentää maaperän tuuletusta (Düggeli 1937, Burger 1940, Lutz 1945, Liddle 1975, Nylund ym. 1979). Tallaaminen voi johtaa eroosioon, kun pintakasvillisuus on kulunut (Settergren ja Cole 1970).

Pintakasvillisuuden ja humuskerroksen tuhoutuessa puiden juuret joutuvat alttiiksi mekaanisille vaurioille. Erityisen alttiita ovat puut, joiden juuristo on hyvin pinnalla kuten kuusi ja osittain myös mänty. Maaperän ominaisuuksissa tapahtuneet muutokset yhdessä juuriston vaurioitumisen kanssa heikentävät puuston sädekasvua ja lisäävät tuhoalttiutta (LaPage 1962, Magill ja Nord 1963, Liddle 1975, Nylund ym. 1978, 1979, 1980). Nylundin ym. (1980) tutkimuksessa männyn sädekasvu aleni keskimäärin 20–40 % kulumattomien alueiden sädekasvusta, kun alue oli ollut kymmenen vuotta leirintäalueena. Myös puiden luontainen uudistuminen vaikeutuu maaperän tiivistymisen ja mekaanisten vaurioiden vuoksi (Lutz 1945, Magill ja Nord 1963). Kasvillisuuden ennalleen palautuminen on tallautuneilla alueilla yleensä hyvin hidasta tai usein jopa mahdotonta (Nylund ym. 1978, Liddle 1975, Hirvonen 1977).

Tallauksen ohella luontoa kuluttavat myös esimerkiksi oksien taivuttelu, runkojen kaivertelu ja muu ilkivalta (Florgård 1978). Lisäksi asuinalueiden metsiköiden roskaantuminen on hyvin huomattava esteettinen haitta.

233. Epäpuhtaudet

Lämmityksen, erilaisten teollisuusprosesien ja liikenteen aiheuttamien saasteiden vuoksi kaupungeissa ilman epäpuhtauksien määrä on olennaisesti suurempi kuin maaseudulla. Kasvillisuuden kannalta merkityksellisimpiä ilman epäpuhtauksia ovat rikki-dioksidi, kloori, fluori ja lika-aineet.

Ilman epäpuhtauksien vaikutusta kasvillisuuteen on tutkittu melko runsaasti. Viime aikojen tutkimukset ovat keskittyneet yhteyttämiseen ja hengityksen sekä yleisten biokemiallisten muutosten ja entsyymien tutkimukseen (mm. Keller ja Schwager 1971, Malhotra 1976, Crittenden ja Read 1978, Mudd 1979). Lajien geneettisen sietokyvyn tutkimukseen on myös kiinnitetty huomiota (Bialobok 1978, 1979, Scholz, Moeller 1977). Ilman epäpuhtauksien vaikutuksista kasvillisuuteen on julkaistu myös useita kirjoja (mm. Garber 1967, Brandt ja Heck 1968) sekä laajoja kirjallisuuskatsauksia (mm. Thomas 1961, Tamm ja Aronson 1972). Kotimainen tutkimustyö ilman epäpuhtauksien vaikutuksista kasvillisuuteen on vilkastunut 1970-luvun alkupuolilta lähtien (esim. Havas 1971, Jokinen 1972, Huttunen 1975, 1977, 1978, Energiatuotannosta... 1983). Melko runsaasta tutkimustyöstä huolimatta ilman epäpuhtauksien vaikutuksista kasvillisuuteen tiedetään edelleen hyvin puutteellisesti. Etenkin eri epäpuhtauksien yhteisvaikutuksista tiedetään erittäin vähän.

Puut kärsivät lehtien ja neulasten pinnoille kerääntyvistä epäpuhtauksista, jotka tukkivat ilmaraoit ja estävät valon tunkeutumisen lehteen (Freeland 1952, Kangas 1963). Jatkuva alhainen yhteyttämiskapasiteetti heikentää ennen pitkää puiden elinvoimaa ja altistaa ne siten sieni- ja hyönteistuhoilille (Erkamo 1974). Yhteyttämisen nettomäärä voi jäädä tällaisissa puissa jopa 30 %:iin altistumattomien puiden fotosynteesistä (Keller 1971a, 1971b).

Eräät epäpuhtaudet, kuten rikki ja kloori, syövyttävät lehtien pintasolukkoa (Kangas 1963). Haitallisia kaasuja tunkeutuu kasvin solukoihin ilmarakojen tai syöpyneen pintakalvon ja pintasolukon kautta. Kaasut heikentävät kasvien elintoimintoja ja vaurioittavat solukkoa (Vuolanto ja Tuhkanen 1982).

Eniten puustoa vaurioittavana ilmansaasteena pidetään rikkidioksidia (Erkamo 1974). Huttusen (1977) mukaan havupuut vaurioituvat, mikäli rikkidioksidin keskimääräinen

vuotuinen pitoisuus on yli 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Epäpuhtauksien aiheuttaman vaurion suuruus riippuu epäpuhtauslajin ja määrän lisäksi muun muassa altistumisajasta, kasvilajista ja kehitysvaiheesta (Thomas ja Hill 1935, Vuolanto ja Tuhkanen 1982, ks. Steubind 1976).

Lehtipuut kestävät ilman epäpuhtauksia yleensä havupuita paremmin, sillä lehvästön vuosittainen uusiutuminen vähentää epäpuhtauksien vaikutuksia ja lisää puiden sopeutumismahdollisuuksia. Mikään puulaji ei kuitenkaan ole täysin kestävä ilman epäpuhtauksille (Wentzel 1964).

Sateen mukana voi maaperään kertyä haitallisia määriä myrkyllisiä kaasuja sekä happoina, hapokkeina että lika-aineina. Ne saattavat vaurioittaa puiden juuristoa suoraan tai muuttaa maan kemiallisia ominaisuuksia, jolloin pieneliöstö ja sienijuuret kärsivät. Teiden sulana pitämiseen käytetty suola (NaCl) saattaa aiheuttaa paikallisia kasvillisuusvaurioita (Gibbs ja Burdekin 1983). Etenkin havupuut ja pihlaja vaurioituvat herkästi.

234. Rakentamisen ja tallaamisen sekundaarituhot

Puuston kasvuolot saattavat heikentyä rakentamisen ja tallauksen vuoksi niin voimakkaasti, ettei puusto pysty elpymään näiden ympäristöstressien aiheuttamasta yleiskunnon heikkenemisestä. Puut ovat tällöin erityisen alttiita hyönteis- ja sienituhoilille ja ilman epäpuhtauksien aiheuttamille vaurioille. Etenkin vanha puusto sopeutuu huonosti voimakkaisiin ympäristömuutoksiin.

Männyn hyönteistuhousta pahimpia ovat ytimennävertäjät (*Tomicus* spp.) ja kuusen puolestaan kirjanpainajat (*Ips* spp.). Taajamaympäristössä koivun vaarallisin ja yleisin tuholainen on koivun mantokoriainen (*Scolytus ratzeburgi* Jans.) (Nuorteva 1982).

Lahottajasienet tuhoavat herkästi vaurioituneita puita. Sienitaudeista tuhoisimpia ovat maannousemasieni (*Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref.), mesisieni (*Armillaria mellea* (Fr.) Karst.) ja taajamametsien koivuilla pakurikkääpä (*Inonotus obliquus* (Fr.) Pil.) (esim. Korhonen 1976, 1978, Niemelä 1976, Rishbeth 1983). Etenkin kuusi ja koivu saavat herkästi lahovian runko- ja juuristovaurioita.

Erilaisia metsäalueita voidaan käyttää ulkoiluun vain niiden ekologisen kestävyuden sallimissa rajoissa. Metsäluonnon kestävyydellä eli ekologisella kapasiteetilla tarkoitetaan metsäekosysteemin kestävyyttä ihmisen toimintoja vastaan. Ekosysteemi joko sietää rakenteellisia muutoksia sisältämiensä palautemekanismin avulla tai ekosysteemissä tapahtuu muutoksia. Mikäli ekosysteemin muutokset johtavat ekosysteemin rappeutumiseen tai mikäli palautumista ei tapahdu stressivaiikutuksen lakattuakaan, ekosysteemin kestävyys eli kapasiteetti on ylittynyt (Maisema ja... 1978, Vuolanto ja Tuhkanen 1982, ks. myös Wagar 1964, Dawson ja Doornkamp 1973, Kellomäki ja Saastamoinen 1975). Kellomäki ja Loikkanen (1982) ovat esittäneet myös ulkoilukapasiteetikäsitteen, jolla tarkoitetaan sellaista käyttöä, jonka vallitessa ympäristö säilyy vaurioitumatta ja ulkoilijat saavat siitä haluamiaan kokemuksia.

Taajamissa metsä usein pilkkoutuu erilliseksi saarekkeiksi, mikä vaikuttaa osaltaan metsäekosysteemin köyhtymiseen ja eläin- ja kasvilajien vähentymiseen. Siten ihmistoiminnan vuoksi metsä ekosysteemi yksinkertaistuu ja suojautumiskyky ulkoisia muutoksia vastaan heikentyy ratkaisevasti (Turcek 1972).

Taajamametsän ekologian kuvaamiseen alettiin soveltaa 1970-luvun lopulla niin sanottua saariteoriaa, jonka mukaan pienen ja eristyneen luonnonalueen lajisto vähenee ja populaatiot muuttuvat epävakaiksi (MacArthur ja Wilson 1967, MacClintoc ym. 1977, David ja Glick 1978). Eristyneistä metsäsaarista tehdyistä havainnoista syntyi 1980-luvun alussa käsite ekologinen käytävä, jolla tarkoitetaan rakennettujen alueiden välissä olevia usein kapeita viherväyliä, jotka yhdistävät varsinaisia viheralueita. Ekologisten käytävien on katsottu turvaavan kasvien leviämisen ja eläinten liikkumisen rakennetussa ympäristössä (Luniak 1980, Luonto ja... 1982, Wuorenrinne 1984, 1985, Leskinen 1985).

Käytävien merkitys on nähty nimenomaan siinä, että pieni metsikkö säilyttää paremmin eläinlajistonsa monipuolisuuden ja geenirakenteen moninaisuuden sekä kestää paremmin taajamaympäristön muutos- ja kuluuspaineita ollessaan yhteydessä muihin metsäalueisiin kuin ollessaan eristyksissä. Useiden eläinlajien kannalta edullisimpina pidetään

leveitä ja lyhyitä käytäviä kuin kapeita ja pitkiä käytäviä. Kapeat metsäkaistaleet muuttuvat kokonaan niin sanotuksi metsän reunavyöhykkeiksi, jotka poikkeavat metsikön sisäosista kasvi- ja eläinlajistoltaan (Leskinen 1985).

Taajamaympäristöömme sovellettavia saariteoriaa tukevia kokeellisia tutkimuksia ei juurikaan ole tehty. Taajaman kasvi- ja eläinlajiston köyhtymiseen vaikuttavat lukuisat tekijät, joista tiedetään riittämättömästi. Taajamaympäristö poikkeaa huomattavasti valtamerien saariston ekosysteemeistä, jotka ovat olleet saariteorian lähtökohtana. Eläinlajien liikkumisesta ja leviämisestä taajamassa sekä niiden merkityksestä eri eläinlajeille tiedetään myös vähän. On myös esitetty, että valtaosa eläinlajeista ei tarvitse täysin yhtenäisiä metsäalueita liikkumiseen ja leviämiseen. Tämän perusteella eläinlajien liikkumista ja leviämistarpeet eivät ole vahva peruste ekologisten käytävien säilyttämiselle ja perustamiselle. Kasvi- ja eläinlajien säilymisen kannalta tärkeänä katsotaankin olevan ennen kaikkea metsäalueiden riittävä laajuus ja monipuolisuus (ks. Leskinen 1985).

Laajat, yhtenäiset ja suhteellisen viljavat metsäalueet kestävät parhaiten ympäristömuutoksia. Metsäekosysteemeillä on kriittinen minimikokonsa, jota pienempinä niiden luonnonmukaisuus on uhattuna. Metsäalueen minimikoon määrittäminen on käytännössä vaikeata, sillä metsäekosysteemit ovat keskenään erilaisia samoin kuin ympäristön kuluuspaineetkin.

Kasvillisuuden kulutuskestävyys määräytyy kasvillisuuden kasvunopeuden ja tuhoutumisen suhteen perusteella. Kasvunopeus puolestaan riippuu esimerkiksi kasvupaikan ravinteisuudesta ja tallaantuvan kasvivyhdyskunnan uusiutumisbiologisista ominaisuuksista. Kasvupaikan viljavuuden lisääntyessä metsän kulutuskestävyys paranee tiettyyn rajaan saakka (mm. Holmström 1970, Kellomäki 1973b, 1977a, Kellomäki ja Saastamoinen 1975, Hoogesteger 1976, Hosiaisuus 1982). Pintakasvillisuuden kulutuskestävyyden ja kasvupaikan viljavuuden välinen suhde muodostuu käyräviivaiseksi siten, että viljavimmilla kasvupaikoilla kasvillisuuden kulutuskestävyys jää alhaisemmaksi kuin keskilajavilla kasvupaikoilla. Viljavilla kasvupaikoilla suuri tuottavuus ei korvaa lehtojen ruohojen heikkoa kulutuskestävyyttä (Kellomäki ja Saastamoinen 1975). Karujen kasvupaikkojen heikko kulutuskestävyys johtuu

ennen kaikkea jäkäläkasvillisuuden nopeasta tuhoutumisesta kulutuksessa (ks. kuva 3). Myös varpukasvillisuus kestää suhteellisen huonosti kulutusta. Yleensä heinä- ja ruoholajit kestävät kulutusta parhaiten (esim. Hoogesteger 1976, Kellomäki 1977a, Hosiailuoma 1982). Pintakasvillisuus voi kuitenkin tuhoutua metsikön pinta-alasta, muodosta ja ravinteisuudesta riippumatta, mikäli kulutus on erittäin voimakasta.

Ravinteisuuden ohella maaperän lajitekoostumus vaikuttaa myös kulutuskestävyyteen siten, että hiekkamailla ohut humuskerros rikkoutuu helposti ja hiekkarakeet murskaavat kasvinosat rikki. Maanpinnan kaltevuus ja kivisyys lisäävät kasvupaikan kulumisherkkyyttä (Wedul 1972).

Metsiköiden eri kehitysvaiheissa pintakasvillisuuden lajien runsaussuhteet ovat olennaisesti erilaiset. Niinpä ravinteisuudeltaan samanlaisten kasvupaikkojen kulutuskestävyys eroaa puuston kehitysvaiheen mukaan. Varttuneen ja sulkeutuneen metsikön pintakasvillisuus tuhoutuu helposti talleamisen takia (Lutz 1945, Nylund ym. 1978). Nuorissa metsissä puolestaan vallitsee usein kulutusta hyvin kestävä heinäkasvillisuus, jos kasvupaikka on runsasravinteinen. Metsikön tiheyden kasvaessa kulutusta kestävien lajien määrä vähenee. Metsikön tiheydellä on myös vastakkaissuuntainen välillinen vaikutus: harva metsikkö helpokulkuksena lisää kulutusta.

Puuston sopeutumiskyky vähenee nopeasti, kun metsikkö vanhenee. Erityisesti varttuneen havupuuston sopeutumiskyky on heikkoa. Puuston vaurioitumisessa saattaa ikä olla yksi tärkeimpiä selittäviä tekijöitä (Kellomäki ja Wuorenrinne 1979). Metsikön kestävyteen vaikuttavat myös sekä puulajien väliset että sisäiset kestävyyserot (Havas 1971, Huttunen 1978, Rishbeth 1983).

24. Taajamametsien suunnittelu ja hoito

24.1. Suunnittelu

Taajamametsien hoidolla pyritään toisaalta lisäämään metsien tarjoamia mahdollisuuksia ja toisaalta heikentämään metsien elinvoimaa rajoittavien tekijöiden vaikutuksia (Kellomäki ja Loikkanen 1982). Metsien inventointi on pohjana tehokkaalle hoito-ohjelmalle (mm. Pitkäniemi 1972, Rubens 1982, Gornicki ja Harrell 1983, Jungst 1983, Weinstein 1983). Puusto vaikuttaa ennen

kaikkea taajaman maisemarakenteeseen, ulkoiluympäristön ominaisuuksiin, melun vaimenemiseen, ilman laatuun ja paikallisilmastoon. Puuston käyttöä näihin tarkoituksiin rajoittavat muun muassa rakentamisen, talleamisen ja ilman epäpuhtauksien aiheuttamat vauriot.

Inventoinnin tehtävänä on kuvata metsän käyttömahdollisuuksia ja niitä rajoittavia tekijöitä. Puuston ominaisuuksien inventoinnissa on käytetty esimerkiksi Helsingin ja Joensuun yliopistojen MELA-systeemin tai Keskusmetsälautakunta Tapion MTS/ALUE-systeemin mukaista kuvaamistapaa. Taajamametsän suunnittelussa tulisi lisäksi koota virkistyskäytön ja suojavaikutusten kannalta tärkeät ominaisuudet luokiteltaviksi metsikkötunnuksiksi. Hoitosuunnitelmien laatimiseksi tarvittaisiin myös metsän elinvoimaisuuden ja sitä heikentävien tekijöiden arviointia.

Taajamametsien käytön ja hoidon suunnitteluun ei ole kehitetty yhtenäistä inventointi- ja arviointimenetelmää. Kussakin suunnittelutilanteessa on joko laadittu omia luokituksia ja käytetty sanallista kuvailua tai inventointi on tehty perinteisen metsätaloussuunnittelun mukaisesti. Yhtenäisten inventointi- ja arviointimenetelmien puuttuminen on vaikeuttanut taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelua.

Tärkeä huomioon otettava tekijä on kuvaus yksikön eli metsikkökuvion koon määrittäminen. Kuvion koko määräytyy hoidon intensiivisyyden perusteella. Mitä intensiivisempää on hoito, sitä paremmin on suunnittelussa kyettävä erittelemään homogeeniset käsittely-yksiköt ja sitä pienempiin käsittely-yksiköihin on usein myös mentävä (Kolehmainen 1983).

Metsän eri käyttömuotojen järjestely on riippuvainen paitsi metsäalueen luontaisista ominaisuuksista myös muiden käyttömuotojen ympäristövaikutuksista. Eri käyttömuotojen yhteensopivuus ratkaisee, mitä käyttömuotoja kussakin tapauksessa metsäalueelle voidaan sisällyttää ja mikä on kunkin käyttömuodon intensiivisyysaste (esim. Loven 1973a, 1974, Mikola 1973, ks. Helminen 1977).

Eri käyttömuotojen suhteet voidaan järjestellä periaatteessa kahdella tavalla:

1. Metsäalue jaetaan osiin, joilla kullakin on tietty pääkäyttömuoto. Muut käyttömuodot sallitaan siinä laajuudessa, että ne eivät häiritse pääkäyttömuotoa.



Kuva 3. Ulkoilumetsänä suositua mutta kulumiselle herkkää merenrantakalliota.

2. Kutakin aluekokonaisuutta käytetään sen tuotantokombinaation tuottamiseen, joka antaa maksimaalisen hyödyn (Helles 1977).

Käytännössä tavallisimmin noudatetut monikäyttäjärjestelyt ovat päällekkäiskäyttö, joka vastaa edellä kohtaa 2, sekä rinnakkais- ja vuorottaiskäyttö, jotka vastaavat kohtaa 1. Päällekkäiskäyttöalueella on samanaikaisesti useita, päällekkäisiä käyttömuotoja. Mikäli eri käyttömuodot rajataan eri alueille niiden yhteensopimattomuuden vuoksi, puhutaan

rinnakkaiskäytöstä. Esimerkiksi monipuolisten virkistysmahdollisuuksien tuottaminen tehokasta melunvaimennusta vaativilla alueilla ei ole mahdollista. Vuorottaiskäytöstä puhutaan silloin, kun eri käyttömuodot erotetaan ajallisesti. Eri käyttömuotojen kannalta olosuhteet saattavat olla suotuisimmillaan metsikön eri kehitysvaiheissa, joten vuorottaisuus on aiheellista (Mikola 1973, Saastamoinen 1979). Esimerkiksi varttuneiden metsiköiden katsotaan tarjoavan parhaat edellytykset luontoharrastuksiin, kun taas

keski-ikäiset ja nuoret metsiköt soveltuvat parhaiten liikuntaan (Kellomäki 1978). Vuorottaisuus voidaan järjestellä myös vuodenaikojen mukaisesti.

Eri käyttömuodot kytkeytyvät toisiinsa, ja tavallisesti tiettyä käyttötarkoitusta edistävä metsänhoito tuottaa eriasteisesti myös muita hyötyjä. Esimerkiksi melunsuojaistutukset parantavat useimmiten myös maisemakuvaa ja suodattavat ilman epäpuhtauksia.

Päällekkäiskäyttö on Suomessa tavanomaisin käyttömuotojen järjestelytapa. Se lienee samalla suunnittelun kannalta kaikkein ongelmallisin, koska käyttömuotojen suhteista ei ole riittävästi tietoa. Taajamametsille ei maassamme ole myöskään kehitetty yhtenäistä käytönpainotusluokitusta, joten taajamametsäsuunnitelmien luokitukset poikkeavat huomattavasti toisistaan (taulukko 2). Luokittelumenetelmän kehittämiseksi tulisi kuitenkin tuntea nykyistä paremmin eri käyttömuotojen yhteensopivuus ja ristiriidat.

Hoitoimenpiteiden suunnittelussa tulisi eri käyttömuotoja painottaa oikeassa suhteessa. Käyttötarkoituksiltaan erilaiset metsiköt ja metsäalueet muodostavat omat hoitoyksikkönsä, joiden mukaan kunkin metsäalueen hoidon yksityiskohtaiset tavoitteet ja menetelmät asetetaan. Nykyisellään ei kuitenkaan tunneta riittävästi metsän tarjoamien hyötyjen ja metsikön ominaisuuksien välistä yhteyttä. Toinen ongelma on, että taajamametsän hoidolta puuttuvat selkeät tavoitteet. Tavoitteille olisi pystyttävä antamaan varsin tarkasti muotoiltu ja mitatta-

vissa oleva sisältö, jotta suunnitelmien toteutuminen ja seuranta olisi mahdollista.

Suunniteltujen hoitoimenpiteiden vaikutuksia tulee tarkastella pitkälle tulevaisuuteen ja alueellisesti laajemmin kuin mitä on kohteena oleva kuvio. Kun ulkoilija liikkuu metsässä kuviolta toiselle, virkistyskokemus muodostuu koko liikkuma-alueen perusteella. Toimenpide-ehdotuksia tulisi siis tarkastella virkistyskokonaisuuksittain. Etenkin uudistamista suunniteltaessa tarkastelun tulisi olla laaja-alaista. Tässä on otettava huomioon myös uudistamistoimenpiteiden ajoittuminen kuvioittain, jotta toimenpiteistä koituvain häiriöt olisivat mahdollisimman vähäisiä (Kolehmainen 1983).

Varsinkin Yhdysvalloissa on kehitetty tietokoneohjelmointiin perustuvia suunnittelusysteemejä monikäytön suunnittelua varten (esim. Beazley 1961, Myklestad ja Wagar 1976, Brown 1976, Biesterfeldt ja Boyce 1978, Benninghoff ja Ohlander 1978). Myös Suomessa Kilkin (1977) kehittämää lineaariseen ohjelmointiin perustuvaa puuntuotannon suunnittelumallia voitaneen soveltaa monikäytön suunnitteluun. Tavoiteyhtälöä tai rajoitteita vaihtamalla tai niiden arvoa muuttamalla voidaan esittää vaihtoehtoisia tuotanto-ohjelmia päätöksentekoa varten (Kilki 1977, 1980). Ongelmana on kuitenkin muun muassa se, että metsän eri käyttömuodoille ei ole määritelty tuotantofunktioita, ja toisaalta se, että ei ole määritelty konkreettisia metsän käsittelytavoitteita.

Taulukko 2. Esimerkkejä taajamametsäsuunnitelmien käytönpainotusluokituksista.

I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Talousmetsät 2. Maisemametsät 3. Ulkoilumetsät 4. Erikoismetsät (Hämeenlinnan kaupungin metsätaloussuunnitelma 1982)	III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lähivirkistysalueet 2. Kaukovirkistysalueet 3. Talousmetsät 4. Maisemanhoitoalueet 5. Rakennusalueet 6. Muut alueet 7. Luonnonsuojelualueet (Kuopion kaupungin metsien monikäyttösuunnitelma 1981)
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metsätalouden metsä 2. Suojelumetsä 3. Suojametsä, metsän suojele 4. Suojametsä, ympäristön suojele 5. Puistometsä 6. Maisemametsä 7. Ulkoilumetsä 8. Erikoismetsä 9. Rauhoitusmetsä (Vantaan kaupungin metsätaloussuunnitelma 1977, Sveitsin puiston metsäsuunnitelma 1983)	IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pohjoisosan talousmetsät 2. Keskuspuiston moninaiskäyttömetsä 3. Lähipuistometsät 4. Saaristometsät (Espoon metsätaloussuunnitelma 1981)

Virkistysmetsän hoito-ohjeet ja suositukset perustuvat osaltaan metsikköarvostuksista ja virkistystoiminnoista tehtyihin tutkimuksiin ja osaltaan käytännön kokemukseen. Varsinaisia ohjeistoja virkistysmetsän hoitamiseksi on esitetty hyvin vähän. Monipuolisimmat toimenpideohjeet Suomessa on laatinut Pitkäniemi (1972) Helsingin kaupungin ulkoilualueiden hoitoon. Toimenpideohjeissa ulkoilualueilla tarkoitetaan metsiä, jotka eivät ole taajama-asutuksen välittömässä läheisyydessä ja jotka ovat virkistyskäytön ohella myös puuntuotannollisesti tärkeitä.

Virkistysmetsän metsänhoidossa yleistavoitteiksi voidaan asettaa esimerkiksi esteettisesti miellyttävän ja toiminnallisen metsämaiseman kehittäminen (ks. Harrell ja Gornicki 1981). Mahdollisimman toiminnalliselle ja virkistysarvoltaan hyvälle metsälle on kirjallisuudessa asetettu muun muassa seuraavia vaatimuksia: luonnonmukaisuus, kauneus, vaihtelevuus, jatkuvuus, kulkukelpoisuus, viihtyisyys, maiseman puhtaus, elinvoimaisuus (esim. Ohjekirje... 1970, Pitkäniemi 1972, Hirvonen 1977, Morsink ja BurrIDGE 1977, Kolehmainen ja Savolainen 1983, Yksityismetsien... 1980, Lähde ym. 1985).

Kasvatus

Metsämaiseman vaihtelevuus ja monipuolisuus ovat tutkimusten mukaan keskeisiä ulkoilijoiden arvostamia tekijöitä (mm. DeGENER 1963, Haakenstad 1972, Kellomäki 1975a, 1975b, Savolainen ja Kellomäki 1981). Vaihtelevuutta lisäävät eri kasvi- ja eläinlajien runsaus ja puuston eri-ikäisyys. Mahdollisimman monipuolisen puulajikoostumuksen ylläpitäminen merkitsee perkauksissa ja harvennuksissa suksessiokehityksen alkuvaiheen suosimista ja siten luontaisen kehityksen jarruttamista (Luukkanen 1972, Kuopion... 1981, Hämeenlinnan... 1982, Kolehmainen ja Savolainen 1983, Raulo 1983, Hytönen 1984). Erityisesti jalojen lehtipuiden suosimista pidetään tärkeänä (esim. Luukkanen 1972, Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Kellomäki ja Loikkanen 1982, Raulo 1983, Hytönen 1984).

Alikasvoksen olemassaoloa pidetään Savolaisen ja Kellomäen (1981) tutkimuksen mukaan vaihtelevuutta lisäävänä ja maisemallisista arvoja kohottavana tekijänä. Turhia ali-

kasvoksen siistimistöitä on siten vältettävä, mutta näkyvyyden säilymisestä on kuitenkin riittävästi huolehdittava. Taimikolla ja pensaikolla on tärkeä tehtävä myös eläimistön suojaamisessa, kulutuksen ehkäisemisessä ja taimikoiden osalta myös jatkuvuuden turvaamisessa (Pitkäniemi 1972).

Muun muassa Pitkäniemi (1972), Wuorenrinne (1978, 1982) ja Vuolanto ja Tuhkanen (1982) ovat esittäneet monipuolisia ohjeita eläimistön huomioon ottamiseksi metsänhoidossa. He korostavat pensaikkojen merkitystä erityisesti metsän reunavyöhykkeillä, jotka ovat eläinten suosituimpia elinpaikkoja. Riittävän ravinnon ja suojan turvaaminen sekä lisääntymis- ja pesäpuiden, pökölöiden ja kelojen säästäminen on tärkeätä, kun pyritään siihen, että eläimistö on runsasta ja monilajista (Planering... 1971, Pitkäniemi 1972, Wuorenrinne 1978, 1982, Vuolanto ja Tuhkanen 1982, Yksityismetsien... 1980).

Kellomäen (1975b) mukaan virkistysmetsän hoidossa olisi tärkeätä saada aikaan metsiköiden sisäisen vaihtelun lisäksi myös metsiköiden välistä vaihtelua, esimerkiksi puulaejeissa ja kehitysvaiheissa. Metsäaluekokonaisuudessa olisivat silloin ulkoilun kannalta myönteisiä myös sellaiset metsiköt, joiden arvostaminen yksittäisinä metsikköinä on vähäistä, kuten puhtaat kuusikot, taimikot ja ilmeisesti avohakkuualueetkin. Kaiken kaikkiaan tulisi metsämaiseman muodostaa luonnonmukainen kokonaisuus, joka tarjoaa monipuolisen virkistysympäristön ja joka samalla täyttää eri ulkoilumuotojen ympäristöedellytykset (Kellomäki 1975b, Axelsson-Lindgren ja Sorte 1984, Haakenstad 1972).

Monilla pienillä toimenpiteillä metsäluonto voidaan muotoilla miellyttäväksi maisemaksi. Metsänkäsittelyllä voidaan korostaa kauniita luonnon nähtävyyksiä kuten jyrkän teitä, vesistöjen rantoja ja erikoisia puuyksilöitä. Maisemallisesti tärkeä elementti on metsän raja, jonka on oltava korostetun ehjä ja selkeä. Onnistunut maiseman muotoilu edellyttää hyvää kokonaiskuva metsäalueesta. Metsänhoidossa tulee tällöin ottaa huomioon sekä metsän sisäinen maisemankuva että kaukomaisema (Yli-Vakkuri 1970, Jacsman 1971, Jyväskylän... 1974, Iisakkila 1977, Yksityismetsien... 1980).

Jotta taajamametsät kestäisivät niihin kohdistuvat suuret paineet, on niiden elinvoimaisuus turvattava (mm. Pitkäniemi 1972, Hirvonen 1977, Morsink ja BurrIDGE 1977). Pitkäniemen (1972) mukaan elinvoimaisuus-

den vaatimus toteutuu parhaiten käyttämällä kasvupaikalle sopivia puulajeja sekä melko harvaa kasvatustiheyttä. Tuuhean latvuksen kehittyminen väljässä kasvatusasennossa lisää puuston elinvoimaa sekä suosii heinävaltaisen, tuottoisan aluskasvillisuuden kehittymistä. Harva kasvatustiheys takaa myös helppokulkuisuuden ja metsikön sisäisen näkemävälän laajuuden, joita pidetään sekä maisemallisesti että toiminnallisesti tärkeinä (ks. Savolainen ja Kellomäki 1981). Hyvin suunnitellun polkuverkoston rakentamisella lisätään metsikön elinvoimaisuutta (mm. Hoogesteger 1976, Nylund 1978, Wuorenrinne 1978, Hosiaisluoma 1982, Vuolanto ja Tuhkanen 1982) ja samalla parannetaan metsäalueen soveltuvuutta eri harrastustoimintoihin (esim. Kellomäki 1977b, 1978, Hultman 1983b). Yleinen periaate on, että metsäaluetta on hoidettava sitä intensiivisemmin ja sitä elinvoimaisemmaksi, mitä suuremmassa käytössä se on.

Varttuneen metsikön on todettu olevan sekä maisemallisesti arvostettu (esim. Kardell 1979, Savolainen ja Kellomäki 1981) että eri harrastustoimintoja suosiva (Kellomäki 1978). Mikola (1973) suosittelee ulkoilumetsiin 50 % pidempää kiertoaikaa kuin talousmetsiin (vrt. Hultman 1974, Kardell 1979). Tällöin taimikoiden ja nuorten metsien suhteellinen osuus pinta-alasta on vähäisempi ja uudistuskypsiin metsien osuus suurempi kuin talousmetsissä.

Pitkää kiertoaikaa rajoittavana tekijänä on varttuneen metsikön vähäinen kulutuskestävyys etenkin karuilla kasvupaikoilla. Lisäksi lehtipuiden alhainen biologinen ikä tulee ottaa huomioon. Sen lisäksi, että virkistymetsän tulee tarjota esteettistä nautintoa ja mahdollisuuksia eri toimintoihin, se toimii jonkinasteisesti myös ympäristöhäiriöiden lieventäjänä ja pienilmaston säätelijänä. Suoja-vaikutukseltaan tehokkain on eri-ikäismetsikkö. Tätä metsiin kohdistuvien erisuuntaisten tarpeiden ristiriitaa on vaikea ratkaista taajamametsän hoidossa. Wuorenrinne (1978) on esittänyt eräänä tilanteen ratkaisuvaihtoehtona niin sanottua lyhytkiertometsätalouden menetelmää, jossa väljennyshakkuin suositetaan pensaikkoa ja taimikkoa (ks. Kellomäki 1976). Hän suosittelee tämän menetelmän käyttämistä metsän reunavyöhykkeillä ja alle kahden hehtaarin metsikoissä. Yhdenäinen pensaikko ja eri-ikäispuiden muodostama vihermassa suojaavat metsikön sisäosia, joita Wuorenrinteen mukaan on syytä

hoitaa niin sanotun pidennetyn kiertoajan menetelmällä.

Lähde (1983) on esittänyt muun muassa ulkoilualueiden metsien käsittelyyn sovellettavaksi jatkuvan kasvatuksen menetelmää. Jatkuvassa kasvatuksessa metsikön kasvu suunnataan nuoriin kasvatuskelpoisiin ja kasvunopeudeltaan voimakkaimpiin puihin poimimalla 'kypsät' ja kasvunopeudeltaan hidastuneet puut. Nuorista puista poistetaan vialliset ja liian tiheet kohdat harvennetaan. Jatkuvan kasvatuksen edellytyksenä on metsikön eri-ikäisyys sekä nimenomaan viljavilla mailla kohtalaisen runsas lehtipusekoitus.

Luukkanen (1972) on myös korostanut jatkuvuuden turvaamisen merkitystä ulkoilumetsän hoidossa. Vallittujen puiden ja pensaiden oikealla käsittelyllä voidaan metsän monipuolisuutta lisätä ja luoda edellytykset luontaiselle uudistumiselle.

Virkistymetsän hoidossa on painotetusti tuotu esiin luonnonmukaisuuden vaatimus (mm. Rancken 1964, Pitkäniemi 1972, Mikola 1973). Luonnonmukaisia hoitomenetelmiä sovellettaessa luonto on rikkaimmillaan ja sen ekologinen toimivuus on hyvä. Tärkeintä ulkoilijan kannalta ei näytä olevan täydellinen luonnontilaisuus vaan se, että hoitotoimenpiteiden jäljet ovat mahdollisimman vähän näkyvissä.

Korkea puuntuotanto yhtyy osittain elinvoimaisuuden tavoitteeseen eikä välttämättä ole ristiriidassa muidenkaan mainittujen tavoitteiden kanssa. Taloudelliset tavoitteet eivät ole kuitenkaan määrääviä, vaan on tinnittävä maksimaalisesta puuntuotannosta muun muassa seuraavasti: on säilytettävä aukkaisuutta, pensaikkoa ja aarnialueita, kiertoaika on yleensä pidettävä epätaloudellisen pitkänä, voidaan suosia taloudellisesti vähemmän tärkeitä puulajeja ja metsäojitus-kelpoisia soita on jätettävä ojittamatta. Rakentaminen, tallaaminen ja ilmansaasteet osaltaan heikentävät taajaman puuntuotantoa. Tällaisten rajoitusten on arvioitu vähentävän vuosittaista puuntuotantoa Helsingin kaupungin lähivirkistysalueilla jopa 60 % ja kaukovirkistysalueilla noin 30 % (Pitkäniemi 1978, ks. Heiskanen 1974, Hultman 1974, Mikola 1976a). Kun vältetään suuria toimenpidealueita ja järeitä koneita, maanmuokkausta sekä kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä ja kun teiden sijoittamisessa otetaan virkistyskäyttö huomioon, toimenpidekustannukset saattavat lisääntyä. Polkuverkoston ja muiden palveluvarustusten ra-

kentäminen ja kunnossapito aiheuttavat myös lisäkustannuksia (ks. Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, 1976a, Heiskanen 1974, Hultman 1974, Vesikallio 1980).

Kasvatshakkuiden on todettu muuttavan suhteellisen vähän metsämaiseman arvostussuhteita (ks. Mikola 1973). On erilaisia mielipiteitä siitä, olisiko metsien virkistyskäytön kannalta edullisempaa tehdä lyhyin väliajoin lieviä harvennuksia vai pitkin väliajoin voimakkaita. Jos harvennetaan usein, niin metsän ulkoasu ei äkillisesti muutu, mutta metsässä on melkein aina hakkuutähteitä ja häiritsevä toiminta on jatkuvaa (ks. Kardell 1979). Jos harvennushakkuuvälit ovat pitkät, muutokset taas ovat kerralla suuria.

Uudistaminen

Virkistysmetsän uudistamistavasta päätettäessä tulee uudistettavasta metsiköstä ottaa huomioon muun muassa seuraavat tekijät: luontaisen uudistumisen edellytykset, puulaji/puulajit, terveydentila, kasvupaikka, kerroksellisuus ja maisemalliset tekijät (ks. Luukkanen 1970, Pitkäniemi 1972, Kellomäki 1979, Lähde 1983).

Uudistettavan metsän puulajivalinnan merkitys korostuu taajamaoloissa, missä puiden tulee sulautua hyvin ympäröivään maisemaan ja ennen kaikkea kestää hyvin taajamaympäristön paineita (mm. Pirone 1959, Luostarinen 1972, Chapman 1983). Jalojen lehtipuiden suosiminen niille sopivilla kasvupaikoilla on kiistatonta (esim. Luukkanen 1972, Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Raulo 1983, Hytönen 1984). Ulkomaisten puulajien soveltumisesta suomalaiseen metsämaisemaan on puolestaan havaittavissa vastakkaisia näkemyksiä (ks. Pitkäniemi 1972, Tigerstedt 1972, Mikola 1973).

Metsän uudistaminen vaikuttaa suuresti sen maisemalliseen arvoon. Eri tavoin suoritettujen uudistushakkuiden vaikutuksia arvostussuhteisiin ei juurikaan ole tutkittu. Arvostusten muutosten voimakkuuteen vaikuttavat merkittävästi metsäalueen ominaisuuksien lisäksi käytetty uudistusmenetelmä, uudistusalueen koko ja muoto sekä maisemaan rajautuminen (esim. Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Hultman 1974, 1979, 1983b, Haakenstad 1975, Vesikallio 1980, Karjula 1983). Ristiriitatilanteita voidaan välttää ottamalla huomioon asukkaiden mielipiteet ja tiedot tamalla hoitotoimenpiteistä.

Avohakkuun välitöntä vaikutusta pide-

tään yleisesti kielteisenä (ks. Mikola 1973). Hakkuualan koolla ja muodolla on ratkaiseva merkitys avohakkuun haitallisia vaikutuksia tarkasteltaessa. Vesikallion (1980) mukaan mielipidetutkimuksessa pidettiin yli kahden hehtaarin avohakkuualoja häiritsevinä. Haakenstadin (1975) Osломarkan alueella tehdyn haastattelun tulos osoitti myös, että avohakkuuta tulee soveltaa varovasti. Pitkäniemen (1972), Mikolan (1973), Hultmanin (1974) ja Kardellin (1979) suositukset ulkoalueiden avohakkuualan maksimikooksi vaihtelevat kolmesta viiteen hehtaariin (ks. Heino 1974). Taajama-alueiden lähimetsien avohakkuualan maksimikoosta ei ole esitetty ohjeita. Avohakkuun haitallisia ja hyödyllisiä ympäristövaikutuksia tarkastellessaan Mikola (1973) toteaa, että pienten avohakkuualojen monet myönteiset puolet, kuten vaihtelu, näkyvyys, kulkukelpoisuus, kääntyvät päinvastaisiksi avohakkuualan suuretessa (ks. Haakenstad 1972). Avohakkuualan koon lisäksi on tärkeää myös se, miten luonnonmukaisesti uudistusala rajautuu maisemaan (mm. Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Kardell 1978, Yksityismetsien... 1980).

Virkistysmetsän uudistusmenetelmän valinnassa on korostettu luontaisen uudistamisen tai kapeiden avohakkuukaistaleiden suositusta (Luukkanen 1972, Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Kardell 1978, 1979, Enivaara 1979, Hultman 1979, 1983b, Kellomäki ja Loikkanen 1982, Lähde 1983, Yksityismetsien... 1980). Mikolan (1973) mukaan pitkät, 50—100 metrin levyiset avohakkuualat saattavat olla esimerkiksi eläinten kannalta hyvin edullisia. Toisaalta hänen mukaansa luontainen uudistaminen on avohakkuuta parempi vaihtoehto, mikäli pyritään luonnonmukaisuuteen. Hultmanin (1983b) tutkimuksessa ulkoilijat pitivät siemenpuuhakkuuta ulkoilun kannalta sopivimpana uudistusmenetelmänä. Hämeenlinnan metsätaloussuunnitelmassa (1981) tärkeiden virkistysalueiden uudistumiseen suositellaan niin sanottua ääreistämistä, millä tarkoitetaan luontaista uudistamista pieniä aukkoja tekemällä. Lähteen (1983) esittämässä jatkuvan kasvatuksen menetelmässä uudistetaan jatkuvaa luontaista uudistamista käyttäen, joten suurilta maisemallisilta muutoksilta vältytään. Avohakkuualoille suositellaan jätettäväksi pystyyn järeitä ja kaunismuotoisia puita ja puuryhmiä sekä keloja, jotta hakkuun aiheuttama maisemanmuutos lieventyisi (Pitkäniemi 1972, Borg 1982).

Taajamaoloihin parhaiten soveltuvia korjuumenetelmiä ja -välineitä ei ole juuri tutkittu, mutta yleisesti kehoitetaan välttämään suuria, raskaita korjuukoneita, jotka vaurioittavat maaperää ja puustoa (esim. Pitkäniemi 1972, Mikola 1973, Hultman 1974, 1979, Vesikallio 1980, Yksityismetsien... 1980). Teiden suunnittelussa tärkeätä on maisematekijöiden sekä ulkoilijoiden arvostusten huomioon ottaminen. Hakkuutähteet vähentävät metsän maisemallista arvoa sekä heikentävät kulkukelpoisuutta (esim. Saastamoinen ja Kellomäki 1981). Etenkin vilkkaassa ulkoilukäytössä olevilta alueilta hakkuutähteet poistetaan. Hultman (1979) suosittelee hakkuutähteiden hakettamista ja leivittämistä luontoon (ks. Vesikallio 1979). Taajamametsän uudistamisen yhteydessä maanpintaa ei yleensä käsitellä, koska sen on todettu alentavan metsän maisema- ja ulkoiluarvoa.

Keskeistä metsänuudistamisen maisema-vaikutusten arvioinnissa on, miten nopeasti metsämaisema toipuu aiheutetusta maisemahäiriöstä (Mikola 1973, 1976b, Daniel ja Boster 1976). Palautumisnopeuteen vaikuttavat puuston kehitysnopeutta säätelevät ympäristöolot sekä eri puulajien erilainen kehitysnopeus (Parviainen 1979). Maisemallisten arvostusten kannalta ovat parhaita sellaiset puulajit, joiden alkukehitys on nopeata kuten rauduskoivu.

243. Suojavyöhykkeen hoito

Suojavyöhykkeen hoito-ohjeita melun vaimentamiseksi, ilman epäpuhtauksien sitomiseksi ja paikallisilmaston säätelemiseksi on esitetty toistaiseksi hyvin vähän. Kellomäen ja Loikkasen (1982) ohjeissa pääpaino on puuston hyväksikäytöllä suojavaikutuksen tuottajana, kun taas Espoon kaupunkisuunnitteluviraston (1979) sekä Pikkaraisen (1978a) esittämissä meluntorjuntaohjeissa painotetaan pensaiden merkitystä osana suojavyöhykerakennetta. Esitetyt hoito-ohjeet perustuvat pääasiassa käytännön kokemukseen ja ulkomaisten tutkimustulosten sovellutuksiin.

Suojavaikutusten tehokkuuden lisäksi suojavyöhykkeen hoidossa tulisi ottaa huomioon myös metsän vaikutus taajaman maisemara-

kenteeseen. Suojavyöhykkeet sijaitsevat usein katujen tai teiden varsilla, jotka ovat maisemallisesti erityisen tärkeitä.

Tuulen vaimentaminen

Ilmasto-oloissamme suojavyöhyke säätelee pienilmastoa ja parantaa asumisviihtyisyyttä ennenkaikkea vaimentamalla tuulta. Kellomäen ja Loikkasen (1982) mukaan suojeltava kohde tulee eristää tuulilta riittävän laajan puuston sisälle. Milloin tällainen suojaaminen ei ole mahdollista, on tärkeätä katkaista suojaistutuksilla selvät tuulensolat ja muut ilmavirtaukset. Pohjois- ja koillistuulien vaimentamiseen soveltuu parhaiten tiheä kuusi-istutus. Etelä- ja lounaispuolelle ja epäpuhtauksien vaivaamille alueille voidaan harkita lehtipuiden ja sekapuuston käyttöä. Lehtipuut läpäisevät tehokkaasti auringonsäteilyä talvisin ja keväisin, ja kesällä ne suojaavat liialliselta auringon paahteelta. Puulajivalinnan lisäksi suojavyöhykkeen perustamisessa on tärkeätä kiinnittää huomiota istutusten sijoittamiseen. Mikäli pyritään estämään tuulen tunkeutuminen alueelle, suojavyöhyke tulee perustaa tiheäksi, 5 000—10 000 tainta/ha. Jos taas pyritään vain tuulen osittaiseen vaimentamiseen, suositellaan harvaa (1 000—2 000 tainta/ha) suojavyöhykerakennetta (Kellomäki ja Loikkanen 1982).

Kuhlewindin ym. (1955) mukaan ihanteellinen tuulensuojavyöhyke on suhteellisen harva, mutta optinen tiheys ei ole kuitenkaan alle 50—60 %. Se on 2—4 riviä leveä, pensaiden täydentämä ja latvukseltaan epätasainen. Myös Kellomäki ja Loikkanen (1982) pitävät puuston monikerroksisuutta tärkeänä suojavaikutusta lisäävänä tekijänä.

Uudistamisen tulisi tapahtua vähitellen niin, että suojavyöhyke säilyy aukottomana koko uudistamisjakson ajan. Uudistamismenetelmänä voidaan käyttää esimerkiksi kaisla- tai taivasta uudistamista viljellen (Kellomäki ja Loikkanen 1982).

Melun vaimentaminen

Melulta suojaavat kasvillisuusvyöhykkeet tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle melulähdettä ja vähintään 25—30 metrin päähän suojeltavasta kohteesta. Kellomäen ja Loik-

kasen (1982) mukaan vyöhykkeet tulisi perustaa tiheiksi, 5 000—10 000 tainta/ha, ja aukottomiksi, syvyyssuunnassa vähintään 10—20 metrin levyisiksi. Ravinteikkaille kasvupaikoille suositellaan kuusi-istutuksia, mutta myös nuoruusvaiheessa olevat mänty- ja koivuvyöhykkeet torjuvat melua tehokkaasti.

Kellomäen ja Loikkasen (1982) mukaan kasvatustiheyden suhteen on pyrittävä löytämään optimiratkaisu, jossa puusto pidetään mahdollisimman tiheänä, mutta kuitenkin niin, etteivät yksittäiset rungot karsiudu liiaksi. Usein toistuvilla harvennuksilla ja perkauksilla kehitetään yksittäisille puille tuuhea ja elinvoimainen latvus. Ohjeissa suositellaan lisäksi kasvattamaan puuston alle pensaikkoa tai alikasvospuita.

Espoon kaupunkisuunnitteluviraston (1979) ohjeiden mukaan tieliikennemelun torjumiseksi tulisi lähimmäksi tietä istuttaa matalia pensaita, joiden taakse taas korkeampia pensaita ja puita. Tällä tavoin saataisiin maasta puiden latvoihin saakka asteittain kohoava, viuhkamainen lehvästövyöhyke. Melun vaimenemisen kannalta on tehokkainta istuttaa useita peräkkäisiä vyöhykkeitä, sillä yhden vyöhykkeen leventäminen ei saottavasti lisää sen tehoa. Eri kasvilajien sijoittelussa edullisimpana pidetään havupuiden istuttamista pensas- ja lehtipuustutusten taakse. Tienvarsimelun torjunnassa tulee pensaslajien valinnan pääpaino asettaa sille, miten kasvit kestävät ilman epäpuhtauksia ja teiden talvikunnossapitoa. Suojavyöhykkeiden hoidossa tärkeänä pidetään vyöhykkeiden viuhkamaisen rakenteen säilyttämistä (myös Pikkarainen 1978a).

Kun melun vaimentamisessa pelkkä kasvillisuus ei useinkaan riitä, tehokkuutta joudutaan lisäämään käyttämällä hyväksi maastomuotojen, meluvallin ja kasvillisuuden yhteisvaikutusta. Meluvalleille istutettava kasvilaji ja taimikoko riippuvat muun muassa meluvallin korkeudesta ja sijainnista. Istutusten riittävän vedensaannin turvaaminen on tärkeää (Kasvillisuus... 1985).

Koska taimikko- ja tiheikkövaiheen metsiköt ovat melunvaimentamisessa selvästi tehokkaampia kuin uudistuskypsät metsiköt (Kellomäki ym. 1976), tulee melunsuojavyöhykkeet uudistaa jo 60—70 vuoden iässä kaistaleittain tai rintamana (Kellomäki ja Loikkanen 1982).

Ilman epäpuhtauksien sitominen

Kun epäpuhtauslähde, esimerkiksi liikeneväylä eristetään ympäristöstään kasvillisuuden avulla, epäpuhtauksien leviämistä ehkäisee tehokkaasti jo suhteellisen kapeakin suojavyöhyke. Sen sijaan teollisuus- ja lämpövoimaloiden päästöjen leviämistä ei voida ehkäistä edellä mainitulla tavalla. Leviämismallien avulla voidaan kuitenkin selvittää epäpuhtauksien laskeuma-alueet. Tällaisten alueiden kasvillisuuden hoidossa tulisi kiinnittää erityistä huomiota epäpuhtauksien leviämisen ehkäisemiseen ja kasvillisuuden epäpuhtauksien sietokykyyn.

Kun epäpuhtauksien sitominen perustuu etupäässä ilmavirtausten hidastumiseen kasvipeitteessä, tulee ilmavirtausten päästä tunkeutumaan hyvin suojavyöhykkeeseen. Suojavyöhyke tulee näin ollen perustaa suhteellisen harvaksi, 1 000—2 000 tainta/ha. Kasvilajeja valittaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, miten tehokkaasti eri lajit sitovat epäpuhtauksia ja kuinka hyvin ne kestävät epäpuhtauksia (Kellomäki ja Loikkanen 1979).

Epäpuhtauksien sedimentoitumisen kannalta tehokas suojavyöhyke on monikerroksinen ja korkea ja läpäisee tuulta noin 50—60 % (ks. kuva 4). Alikasvoksen ja pensaikon suosiminen on tärkeää (Dimitri 1978b, Pikkarainen 1978b, Löfström 1987).

Kellomäen ja Loikkasen (1982) mukaan viljelyn lisäksi uudistamisessa saattaisi tulla kysymykseen myös luontainen uudistaminen. Kuusikon uudistaminen pieniin aukkoihin saattaa olla viljavilla mailla hyvin tuloksellista.

244. Metsän kestävyuden parantaminen

Metsän säilyttäminen rakennusalueilla

Metsän tarjoamia ympäristöetuja pystytään hyödyntämään monipuolisesti ja pysyvästi vain, mikäli rakentamisessa otetaan huomioon luonnon herkkyyks ympäristömuutoksille. Metsäluonnon säilyminen voidaan turvata ottamalla luonnonolot huomioon kaavoja ja rakennusteknisiä ratkaisuja tehtäessä. Toisaalta voidaan valmennuksen ja hoidon avulla kohottaa luonnonalueiden kestävyyttä ympäristömuutoksia vastaan. Kasvillisuuden suojaaminen rakentamisvaiheen aikana on myös tärkeää.



Kuva 4. Poikkileikkaus liikenne-epäpuhtauksia tehokkaasti sedimentoivasta suojavyöhykkeestä.

NEKASU-projektin julkaisuissa korostetaan ekologisen perusnäkemysintegraation itse suunnitteluprosessin kaikkiin vaiheisiin ja kaiktentasoiseen suunnitteluun: tavoitteenasettelusta päätöksentekoon ja inventoinneista suunnitelman laadintaan (myös Florgård 1978). Yhdyskuntasuunnittelun tarkastelu jää varsinaisesti tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Mainittakoon kuitenkin, että metsien kestävyys ja luontaisten edellytysten huomioon ottaminen suunnittelun kaikissa vaiheissa vaikuttaa erittäin ratkaisevasti siihen, miten metsäekosysteemi kestää rakentamisen aiheuttamia ympäristömuutoksia. Suunnitteluvaiheen tärkeimpiä ratkaisuja on, miten suhtaudutaan olemassa olevien metsäalueiden yhtenäisyyteen. Jos luonnonolot otetaan huomioon suunnitteluvaiheessa, vältetään vakavilta ympäristövaurioilta, joiden jälkikäteen korjaaminen on vaikeaa ja joissakin tapauksissa jopa mahdotonta.

Kun tilavaraukset on tehty, on tärkeätä alkaa rakennettavaksi suunniteltujen luonnonalueiden valmentaminen muuttuviin oloihin. Suositeltavana pidetään puuston harvennämisen aloittamista mieluiten jo noin kymmenen vuotta ennen rakentamista (mm. Jyväskylän... 1974, Kolehmainen 1978, ks. Kellomäki ja Loikkanen 1982). Rakennusalueella säilytettävien puiden ja puuryhmien valinnassa kiinnitetään huomiota ennen kaikkea eri lajien vaihtelevaan sopeutumiskykyyn, puiden ikään ja kuntoon sekä esteettisyyteen. Näin ollen pitkäaikaisten, sopeutumiskykyisten ja kauniiden puiden, kuten tammien, saarnien, lehmuksen, säilyttämiseksi kannattaa myös ponnistella enemmän kuin sopeutumiskyvyltään heikkojen ja vanhojen puiden säilyttämiseksi (esimerkiksi

kuusi) (Vuolanto ja Tuhkanen 1982). Puustoa harvennettaessa on otettava huomioon, että suojelutoimenpiteistä huolimatta puita aina vaurioituu rakentamisen yhteydessä. Niinpä puustoa onkin suositeltavaa kasvat-
taa tiheämpänä kuin mitä lopullinen puusto edellyttäisi.

Tarvittavat istutukset on tehtävä hyvissä ajoin ennen rakentamista. Puiden kestävyyttä tullaamista vastaan voidaan parantaa lisäämällä maa-ainesta sellaisiin kohtiin, missä puiden juuristoa peittää vain ohut maakerros. Puuston ja pintakasvillisuuden kestävyys lisäämiseksi suositellaan myös lannoitusta hyvissä ajoin ennen rakentamista. Puuston intensiivinen hoito on tärkeätä rakentamisvaiheen jälkeenkin, jolloin muun muassa poistetaan pahoin vaurioituneet puut (mm. Iisakkila 1977, Maisema... 1978, Vuolanto ja Tuhkanen 1982).

Rakennusalueelle varastoitu tuore kuorellinen puutavara houkuttelee helposti tuohyönteisiä. Hyönteistuhojen välttämiseksi kaadetut puut ja hakkuutähteet tulisi poistaa heti suojeltavien puustojen lähetyviltä.

Raskaat työkonet, rakennustarvikkeiden varastointi, maanalainen rakentaminen sekä maanpinnan muotoilu voivat tuhota kasvillisuutta merkittävästi, ellei ajoreittejä suunnitella huolellisesti, puita suojata, juuristoa leikata, levitetä täyttömaita ammattitaitoisesti ja pyritä jälkihoidolla välttämään kasvillisuuden vaurioitumista. Tarkkoja toimintaohjeita on esitetty muun muassa puiden tilapäisestä suojaamisesta, juuristojen leikkaamisesta ja täyttömaitten levittämisestä (esim. Protecting... 1964, Bucht ja Widgren 1973, Puidensuojeluohjeet 1973, Koskiniemi 1973, Florgård ym. 1977, 1978, Kellomäki ja Loik-

kanen 1982, Vuolanto ja Tuhkanen 1982).

Puuston valmentamisen aloittaminen riittävän ajoissa on käytännössä ongelmallista. Taajamametsät kuuluvat yksityismetsälain (Suomen Asetuskokoelma 412/1967) ja -asetuksen (Suomen Asetuskokoelma 537/1967) alaisuuteen asemakaavan vahvistamiseen saakka. Yksityismetsälaisissa ja -asetuksessa sekä niiden soveltamisohjeissa ei tunneta muuta metsäkäsitetä kuin talousmetsä. Määräysten keskeinen sisältö liittyy vajaatuottoisuuden käsitteeseen, jolla tarkoitetaan nimenomaan metsän puuntuotannollista tilaa. Puuston kestävyuden lisäämiseksi tarvittava voimakas harvennus rakennettavilla alueilla saatetaan tulkita puuntuotannollisilta tavoitteiltaan yksityismetsälain ja -asetuksen vastaiseksi. Asemakaavan vahvistamisen jälkeen rakentaminen aloitetaan usein lähes heti, joten puuston sopeuttamiseen jää liian vähän aikaa.

Virkistysmetsän ja suojavyyhykkeen kestävyuden lisääminen

Elinvoimaisen ja terveen puuston kasvataminen ylläpitää metsän hyvää kestävyyttä ympäristömuutoksia vastaan. Usein taajamametsän hoito vaatii kuitenkin normaalien metsänhoitotoimenpiteiden lisäksi erityistoimenpiteitä vaurioiden välttämiseksi ja korjaamiseksi.

Voimakkaassa käytössä oleville alueille, kuten asuinalueiden lähimetsiin, suositellaan lähes välttämättömänä toimenpiteenä kulun kanavointia polkuverkostolla. Polustoilla voidaan luonnonalueiden kulutusta ohjata siten, että herkästi vaurioituvat alueet suojataan liikkakäytöltä.

Kellomäki (1977) on selvittänyt polkuverkon käyttöä ja siihen vaikuttavia tekijöitä ja todennut ulkoilijoiden käyttävän kuitenkin polutonta maastoa lähes jokaisena ulkoilukertana. Polkuverkosto tulisi suunnitella sellaiseksi, ettei polulta poikkeaminen houkutelisi. Polkujen linjauksessa tulee pyrkiä vaihtelevuuteen ottamalla huomioon maisemalliset tekijät ja maastonmuodot. Leveiden pääväylien ohella tarvitaan myös mutkittelevia, kapeita polkuja. Myös opasteet ja muut palveluvälineet lisäävät mielenkiintoa. Polkujen rakentaminen ei saisi suuresti häiritä alkuperäistä metsäluontoa. Laajahkoihin metsiin tulisi pyrkiä jättämään poluttomia ja harvapolkuisia alueita. Ulkoilun kanavoin-

nissa joudutaan erikoistapauksissa käyttämään myös istutuksia ja aitausta (mm. Saastamoinen 1974, Hoogesteger ja Havas 1976, Vuolanto ja Tuhkanen 1982).

Maa-aineksen (kateaine) lisäys on tarpeen alueilla, missä maaperä on kulunut ja puiden juuristo on paljastunut. Kateaineiden vaikutuksia on tutkittu toistaiseksi vähän ja etenkin pitkäaikaisvaikutuksia ei tunneta hyvin. Tutkimuksissa kateaineena on käytetty muun muassa turvetta (Gottberg 1972) ja pitkälle lahonnutta kuorihumusta (Gottberg 1972, Beardsley ym. 1974, Florgård 1978, Löfström 1986). Gottbergin (1972) mukaan sekä turve että kuorihumus lisäsivät puuston elinvoimaa. Pitkäaikaisseuranta ei suoritettu. Florgårdin (1978) mukaan kuorihumusta käytettäessä pintakasvillisuuden kehittyminen huomattavasti paranee, jos kuorihumus lannoitetaan. Parhaimpaan tulokseen Beardsley ym. (1974) ja Florgård (1978) pääsivät lannoitetun kuorihumuksen ja kylvön yhdistelmällä.

Harva kylvö on suositeltava toimenpide etenkin kateaineen levityksen yhteydessä, sillä se edistää kateaineen kiinnittymistä maaperään ja suojaa siten eroosiolta. Kylvettäviksi siemenlajeiksi sopivat etenkin kulutusta kestävä heinälajit, kuten metsälauha, niitty-nurmikka, nurmirölli ja lampaannata. Kylvöllä saadaan nopeasti syntymään yhtenäinen ja kulutusta kestävä kasvipeite (mm. Wuorenrinne 1978, Vuolanto ja Tuhkanen 1982, Löfström 1986).

Tiheällä metsiköllä on havaittu olevan vähäinen kulutuskestävyys (esim. Lutz 1945). Metsiköiden kulutuskestävyyttä voidaan siten parantaa harvennuksella, minkä vaikutuksesta pintakasvillisuuden kehitys elpyy ja lajikoostumus muuntuu kulutusta paremmin kestäväksi. Myös puuston ravinnonotto helpottuu juuristokilpailun vähetessä (esim. Borg 1982).

Lannoitus soveltuu kulutuskestävyyden parantamiseen parhaiten keskiviljaville maille maa-aineksen lisäämistä ja kylvöä täydentäväksi toimenpiteeksi. Kuiville ja karuille kasvupaikoille lannoitusta ei voida suositella, sillä veden puute voi olla ensisijainen kasvua rajoittava tekijä (Beardsley ym. 1974, Florgård 1978). Kivuus vaivaa myös alueita, missä humuskerros on kulunut ja kivennäis-maa paljastunut.

Lannoituksen vaikutusta pintakasvillisuuden uudistumiseen ovat tutkineet muun muassa Mälkönen (1965) puolukkatyyppin männikössä, Mälkönen ym. (1980) varttu-

neessa kuusikossa ja Beardsley ja Wagar (1971) leirintäalueella. Mälkösen (1965) tutkimuksessa tarkastelun kohteena olleista lannoitteista (N, P, K ja Ca) typpi aiheutti merkittävimmät pintakasvillisuuden muutokset. Lannoitus muutti pintakasvillisuuden kilpailutilannetta: heinien peittävyys lisääntyi, mutta sammat ja jäkälät kärsivät (ks. Fay 1975). Beardsleyn ja Wagarin (1971) tutkimuksessa typpi-fosfori- ja fosforilannoituksella näytti olleen hyvin vähän vaikutusta pintakasvillisuuden määrään. Kastelu elvytti pintakasvillisuutta enemmän kuin lannoitus tai kylvö, joten kasvupaikan minimitekijänä lienee ollut veden puute.

Lannoituksen vaikutusta puiden kestävyteen ilman epäpuhtauksia vastaan ovat tutkineet muun muassa Björkman (1970) ja Guderian (1977). Björkman selvitti havupuiden kestävyttä rikkidioksidia vastaan, ja tutkimuksen mukaan typpi-, fosfori- ja kaliumlannoitteen käyttö oikeissa suhteissa voi auttaa etenkin mäntyjä kestäämään paremmin rikkidioksidia. Guderianin (1977) tutkimuksessa kalium ja kalsium lisäsivät merkittävä-

sti kasvillisuuden kestävyyttä ilman epäpuhtauksia vastaan.

Metsänjalostuksen avulla on pyritty lisäämään puiden kestävyyttä ilman epäpuhtauksia, tiesuoloja ja hyönteis- ja sienituhoja vastaan (Moeller 1977, Chapman 1983, Townsend 1975). Esimerkiksi risteyttämällä jalavaa (*Ulmus* sp.) on sen taudinkestävyyttä onnistuttu parantamaan (Townsend 1975, 1979).

Hyönteistuhojen torjumiseksi kuorellista puutavaraa ei tule jättää metsään hyönteisten parveilu-aikaan, keväällä ja alkukesästä. Hyönteistuhon yllättäessä tuhohyönteisiä voidaan pyydystää feromoniansoilla ja pyyntipuilla. Metsätuholaisten biologisen torjunnan kannalta on tärkeätä sijoittaa metsään linnunpönttöjä kololintuja varten (Pitkäniemi 1972, Wuorenrinne 1978). Puhdistushakkuut rajoittavat hyönteis- ja sienituhojen etenemistä. Männynversoruosteen ennaltaehkäisyssä tulee torjua haavan vesakoiden syntyminen männiköihin. Maannousemasiemenen vaivaama kuusikko suositellaan uudistettavaksi päatehakuksessa koivulle tai männylle.

3. TAAJAMAMETSIIEN HOIDON TUTKIMUKSEN KEHITTÄMINEN

Irja Löffström, Erkki Lähde, Aarne Reunala ja Tuija Sievänen

31. Johdanto

Taajamametsien hoidossa on omat, erityiset ongelmansa. Pirstoutuminen, kulutus ja ilmansaasteet uhkaavat metsiä, ja toisaalta asukkaat odottavat, että metsät säilyisivät kauniina ja tarjoaisivat monenlaisia virkistysmahdollisuuksia. Taajamametsien hoidossa joudutaankin näiden monien vaatimusten takia käyttämään menetelmiä, jotka ovat jossakin talousmetsien hoidon ja puistojen ja puistomaisten metsien hoidon menetelmien välimailla.

Ulkomailla, etenkin Yhdysvalloissa, on 1950-luvulta lähtien tehty taajamametsien hoitoon ja käyttöön liittyvää tutkimusta. Metsien monikäytön tutkimus niin Yhdysvalloissa kuin Euroopassakin on suureksi osaksi kosketellut taajaman läheisten metsien erityisongelmia kuten metsien suojavaikutuksia ja virkistyskäyttöä. Monenlaista taajamametsiin liittyvää tietoa on Euroopastakin siten saatavissa, vaikka sitä ei ole esitettykään taajamametsien hoidon nimikkeen alla.

Suomen kannalta katsottuna taajamametsien hoidon ongelmia on kolmenlaisia. Ensimmäinen vaikeus liittyy itse taajamametsän käsitteeseen, joka on kansainvälisestikin vakiintumaton. Minkälainen rajaus olisi Suomen olosuhteiden kannalta kaikkein perustelluin ja käyttökelpoisin? Tässä esitutkimuksessa ehdotetaan taajamametsälle kolmea kriteeriä: se sijaitsee taajama-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä, sen kasvillisuus on jokseenkin luonnonvarainen, ja hoidon ensisijaisena tavoitteena ovat maisemanhoito, virkistysmahdollisuudet ja metsäluonnon kestävyuden turvaaminen. Määritelmän käyttökelpoisuus on kuitenkin jossain määrin epäselvä, koska Suomen taajamametsistä on saatavissa toistaiseksi kovin vähän tietoa.

Toisena ongelmana on ulkomaisten tutkimustulosten soveltamiskelpoisuus. Tuloksia voidaan tuskin koskaan sellaisenaan soveltaa Suomen oloihin, koska ilmasto-olot, metsätyypit ja puulajit ovat niin erilaisia, ja lisäksi eri maissa metsien perinteiset käyttötavat ja maiseman ihanteet ovat erilaiset. Toisaalta taajamametsien hoidon pääpiirteet lie-

nevät samantapaiset: hoito on yksityiskohtaisempaa ja kalliimpaa kuin talousmetsissä, ja suunnittelussa pyritään erityisen huolellisesti ottamaan huomioon eri käyttäjärühmien odotukset ja tarpeet. Ulkomailla käytetyt menetelmät voivat siten antaa hyödyllisiä virikkeitä Suomen taajamametsien hoidon käytännölle ja tutkimukselle.

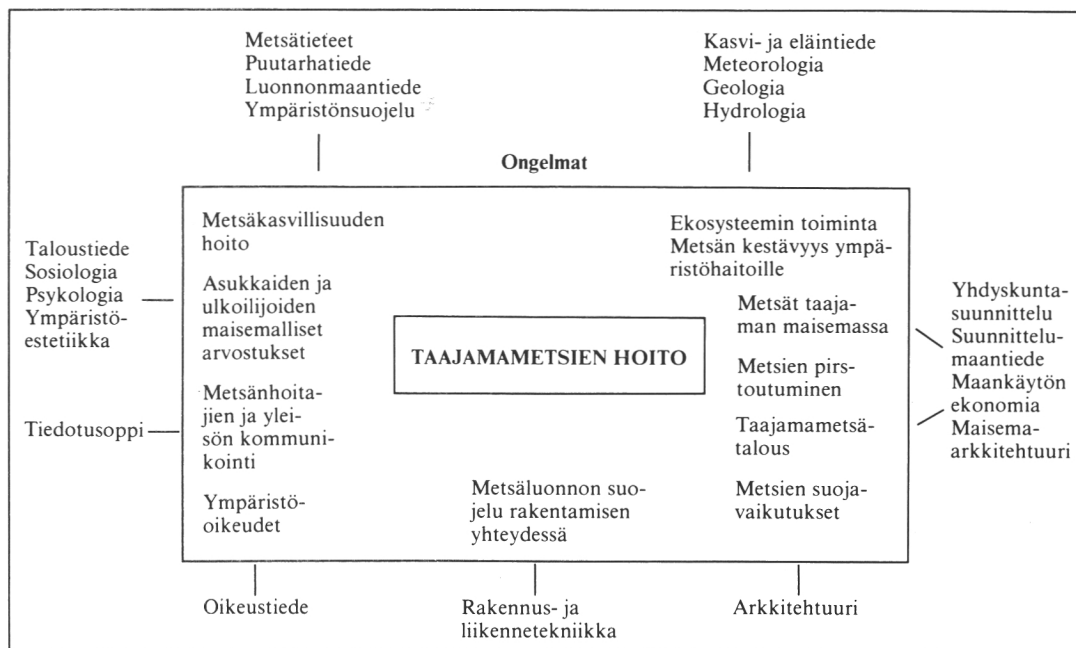
Kolmas taajamametsien hoidon vaikeus on yksinkertaisesti Suomen taajamametsiä koskevien tutkimusten vähäisyys. Taajamametsiin ja metsien virkistyskäyttöön liittyvä tutkimus alkoi Suomessa 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa, mutta se on määrältään pysynyt kovin vähäisenä. Siten taajamametsien käsittely- ja hoito-ohjeet on jouduttu laatimaan pääasiassa käytännön kokemusten perusteella.

Tähän esitutkimukseen ryhtyessään työryhmällä oli tarkoituksena saada aikaan perusteltu ehdotus taajamametsien hoidon tärkeimmistä tutkimusaiheista. Perustellun tutkimusohjelman laatiminen osoittautui kuitenkin ylivoimaiseksi tehtäväksi. Itse käsitteen vakiintumattomuus ja Suomea koskevan tiedon vähäisyys aiheuttivat sen, että tutkimustarpeita kyllä löytyi lähes lukematon määrä, mutta selviä perusteita niiden tärkeysjärjestykseen asettamiselle ei löytynyt. Välillä työryhmässä harkittiin sitäkin, että tutkimusaiheiden esittämisestä luovutaan tässä vaiheessa kokonaan. Lopulta päädyttiin kuitenkin siihen, että puutteellinenkin tutkimusaiheiden luettelointi on askel eteenpäin niin taajamametsä-käsitteen selvittämisessä kuin perustellun tutkimusohjelman laatimisessa.

Tutkimusaiheet on jäsennetty kuuteen ryhmään: Taajamametsien hoidon nykytilanne Suomessa (32), Taajamametsä virkistysympäristönä (33), Taajamametsä ympäristökijänä (34), Taajamametsän elinvoimaisuus (35), Taajamametsän ekonomia (36) ja Taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelu (37).

Taajamametsien tutkimukset liittyvät moniin ympäristötutkimuksen alueisiin. Alue-suunnittelulla vaikutetaan ratkaisevasti luonnon tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämiseen ja metsänhoidon tavoitteiden toteu-

Tieteenalat



Kuva 5. Taajamametsien hoidon keskeisiä ongelmia ja niiden tutkimuksen kytkentöjä eri tieteenaloihin.

tumiseen. Rakentamismenetelmien kehittämisen ja kasvillisuuden suojeleluun yhteensovittamiseen tarvitaan teknisiä tieteitä. Viherrakentamisen, metsäkasvillisuuden hoidon sekä luonnon- ja ympäristönsuojeleluun ongelmat yhdistävät eri luonnontieteiden tutkimusta. Ulkona liikkujan maisemallisten arvostusten ja niihin vaikuttavien tekijöiden tutkiminen liittyy puolestaan yhteiskuntatieteisiin (kuva 5). Tieteiden välinen yhteistyö on välttämätöntä taajamametsien tutkimuksessa.

32. Taajamametsien hoidon nykytilanne Suomessa

Taajamametsien hoidon tutkimuksen lähtökohtana on taajamametsä-käsitteen määrittäminen. Käytettävissä ei ole tietoa, kuinka paljon Suomessa on taajamametsiä ja minkälaisia periaatteita taajamametsäsuunnittelussa ja hoidossa sovelletaan. Nykytilanteen kartoitus on tarpeen kokonaiskuvan saamiseksi.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

321. Taajamametsän käsite. Määrittelyssä selvitetään erot taajamametsän ja talous-, monikäyttö- ja puistometsän ja puiston välillä.
322. Taajamametsien määrä maassamme. Inventointitutkimuksella selvitetään taajamametsien määrä ja niiden maankäyttölinen jakautuminen.
323. Metsä taajaman maisemassa. Mikä merkitys taajamametsällä on maisematilojen jäsentäjänä, taajaman omaleimaisuuden, tunnistettavuuden ja viihtyisyyden luojaana?
324. Taajamametsän suunnittelu ja hoito maassamme. Taajamametsien hoidosta vastaavaa ammattikuntaa haastattelella sekä perehtymällä metsänhoitosuunnitelmiin selvitetään taajamametsän suunnittelun ja hoidon periaatteet, menetelmät ja ongelmat.

33. Taajamametsä virkistysympäristönä

Taajamametsän hoidon eräänä tavoitteena on luoda virkistykseen sopiva viihtyisä metsäympäristö. Tutkimuksessa tarkastellaan toisaalta ihmisten metsään kohdistamia arvostuksia ja odotuksia sekä toisaalta metsän soveltuvuutta virkistykseen.

Tutkimustarpeet jaetaan seuraaviin osa-alueisiin:

- 331. Metsän soveltuvuus virkistykseen
- 332. Maisemalliset arvostukset

331. Metsän soveltuvuus virkistykseen

Useat liikuntalajit tarvitsevat runsaasti tilaa, jolloin metsällä on lähinnä välineellistä arvoa. Runsaasti elämyksellisiä aineksia sisältävät harrastukset, kuten esimerkiksi lintujen tarkkailu ja kasvien keräily, sen sijaan edellyttävät ympäristöltä poikkeuksellisen paljon.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3311. Virkistykseen ympäristövaatimukset. Maastonmuodot ja kasvupaikan ominaisuudet vaikuttavat, minkälaisia virkistystoimintoja alueella voidaan harrastaa. Miten eri toimintojen tilantarvevaatimukset vaihtelevat? Miten metsikön ja koko metsäalueen ominaisuudet sekä virkistysalueen sijainti vaikuttavat harrastusmahdollisuuksiin?
- 3312. Ulkoilijoiden vaatimukset. Ulkoilijoiden ympäristövaatimukset voivat erota samankin harrastuksen osalta. Mikä aiheuttaa nämä erot ja miten niitä tulee käsitellä?
- 3313. Virkistyspalvelujen tarve. Minkälaisia palvelumuotoja ja varusteita ulkoilijat tarvitsevat taajamametsäalueilla? Minkälainen polusto sekä tyydyttää ulkoilijoita että ehkäisee kulumisvaurioita?

332. Maisemalliset arvostukset

Vaikka maisemallisia arvostuksia käsitteleviä koti- ja ulkomaisia tutkimuksia on jo olemassa, ne antavat vasta joitakin yksittäisiä tunnuksia arvostetulle metsämaisemalle. Maisemallisia arvostuksia on toistaiseksi selvitetty lähinnä vain metsikkötasolla. Metsäalueita ja useiden metsikkötunnusten yhteisvaikutusta on tutkittu varsin vähän.

Yhteistyötä maisema-arkkitehtuurin kanssa tarvitaan tutkittaessa metsän vaikutusta taajaman maisemaan. Maisemallisten arvostusten mittausten menetelmien kehittäminen ja arvostuksiin vaikuttavien tekijöiden tutkiminen kuuluu myös yhteiskuntatieteiden tutkimusalaan.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3321. Metsikön ja metsäalueen sisäinen maisema. Metsikön maisemallista tilaa arvioidaan mittaamalla sekä yksittäisiä metsikkötunnuksia että useiden eri tekijöiden yhteisvaikutusta. Metsäalueen maisemallista rakennetta mitataan maiseman itseisarvon ja virkistysarvojen kannalta.
- 3322. Metsäalueen merkitys taajaman maisemassa. Metsän maisemallinen vaikutus erityisesti ranta-, harju-, vaara- ja mäki-alueilla on tärkeä. Minkälaisin menetelmin maiseman muutoksia voidaan kuvata ja arvioida?
- 3323. Metsän raja-alueiden merkitys taajaman maisemassa. Metsän raja-alueita kuten reunavyöhykkeitä tulee tutkia metsikköekosysteemin toimivuuden lisäksi myös tärkeän maisemallisen merkityksen kannalta.
- 3324. Yksilöiden ja ulkoilijaryhmien maisemalliset arvostukset. Ulkoilijoiden ja muiden taajamametsien käyttäjien maisemalliset arvostukset vaihtelevat heidän tarpeittensa, kokemustensa ja tietojensa mukaan. Arvostusten muutoksiin voidaan vaurautua tutkimalla näihin seikkoihin vaikuttavia taustatekijöitä. Tutkimuksen tulee sisältää sekä sosioekonomiset että psykologiset tekijät.
- 3325. Metsä taajaman asukkaiden elämässä. Viime aikoina sosiologiassa on yleistynyt niin sanottu elämäntapatutkimus, jossa asioita ja ilmiöitä tarkastellaan yksilöiden ja ryhmien elämän kokonaistilanteen pohjalta. Lähtökohta on yksilön kokemuksesta. Tästä näkökulmasta on tärkeää tutkia, millä kaikilla tavoilla metsä ja etenkin taajamametsä liittyy taajaman asukkaiden elämään. Tutkimus antaa yleisluontoista tietoa siitä, mihin suuntaan taajamametsien perustamista ja hoitoa on kehitettävä.

34. Taajamametsä ympäristötekijänä

Melun vaimentamiseen, ilman epäpuhauksien sitomiseen, paikallisilmaston säätelyyn ja näköyhteyksien katkaisemiseen tarvitaan puuston ja pensaiden antamaa suojaa. Etenkin meluntorjunnassa joudutaan tietyissä olosuhteissa käyttämään hyväksi myös kasvillisuuden ja rakennettujen suojien kuten meluvallin tai meluidan yhteisvaikutusta. Vaikka metsä vaikuttaa paikallisilmaston lähes kaikkiin ominaisuuksiin, merkittäväntä ilmasto-oloissamme on tutkia suojavyöhykkeen käyttöä tuulen vaimentajana ja lumen leviämisen ehkäisijänä.

Kotimaisia tutkimuksia suojavyöhykkeen tehokkuudesta ja maisemavaikutuksesta sekä niihin vaikuttavista tekijöistä on vähän. Suojavyöhykkeen hoito-ohjeet perustuvat etupäässä ulkomaisten tutkimustulosten sovelluksiin ja käytännön kokemukseen. Ohjeet poikkeavat jossain määrin toisistaan.

Tutkimustarpeet jaetaan seuraaviin osaluokkiin:

- 341. Puu- ja pensaslajien suojavaikutus ja kestävyys
- 342. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittelu
- 343. Suojavyöhykkeen vaikutukset

341. Puu- ja pensaslajien suojavaikutus ja kestävyys

Eri puu- ja pensaslajien suojavaikutus ja kestävyys muun muassa ilman epäpuhtauksia vastaan vaihtelee. Tutkimusalue on yhteinen monille tieteenaloille. Eri puulajien epäpuhtauksien kestävyystutkimukset ovat osa talousmetsien hoidon ja kasvitieteiden tutkimusta. Eri kasvilajien soveltuvuus suojavaikutusten aikaansaamiseen kuuluu myös ympäristönsuojelun ja puutarhatieteiden tutkimusalaan.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3411. Eri puu- ja pensaslajien soveltuvuus melun vaimentamiseen. Erityisongelmana on meluvallille tai meluaidan viereen istutettavaksi soveltuvien kasvilajien tutkiminen.
- 3412. Eri puu- ja pensaslajien soveltuvuus ilman epäpuhtauksien sitomiseen. Ilman epäpuhtauksien sitomistehokkuudessa on tarkasteltavana eri lajien sitomat sedimentaatio-, adsorptio- ja absorptiomäärät. Absorptiotehokkuus ilmentää myös puu- ja pensaslajien kestävyyttä eri epäpuhtauksia vastaan. Lajien sopeutuminen ajoradan talvikunnossapidon aiheuttamiin haittavaikutuksiin on myös tärkeä tutkimusaihe.
- 3413. Eri puu- ja pensaslajien soveltuvuus tuulen vaimentamiseen ja lumen leviämisen ehkäisemiseen.

342. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittelu

Toimintojen sijoittelulla ja suojavyöhykkeen aluevarauksilla luodaan edellytykset ympäristön viihtyisyydelle ja metsän suojavaikutusten aikaansaamiselle. Suojavyöhykkeen koon ja sijoittelun vaikutusten selvittämiseksi tutkimusyhteistyö aluesuunnittelun kanssa on tarpeen.

Eri kasvillisuuskerrosten ja kasvilajien sijainti ja osuus, kasvatustiheys, perättäisten vyöhykkeiden määrä sekä vyöhykkeiden koko ja sijainti ovat ympäristöhäiriöiden lieventämisen vaikuttavia tekijöitä, jotka tarvitsevat tutkimusta.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3421. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittaminen melun vaimentamiseksi. Tarkastelussa tulee ottaa huomioon maastonmuodot ja meluesteet.
- 3422. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittaminen tieliikenteen epäpuhtauksien sitomiseksi. Erityisongelmana on lumen aurauksen huomioon ottaminen suojavyöhykkeen sijoittelussa.
- 3423. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittaminen teollisuus- ja lämpövoimaloiden aiheuttamien ilman epäpuhtauksien sitomiseksi. Suojavyöhykkeen sijoittelussa tarvitaan tietoa sekä matalalta että korkealta savupiipuista leviävien ilman epäpuhtauksien sitomisesta. Matalalta leviävät epäpuhtaudet seuraavat puuston tuulensuoja-alueita, mutta korkealta leviävien epäpuhtauksien osalta suoja-alue on pieni verrattuna leviämisalueeseen.
- 3424. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittaminen tuulen vaimentamiseksi.
- 3425. Suojavyöhykkeen rakenne, koko ja sijoittaminen lumen leviämisen ehkäisemiseksi.

343. Suojavyöhykkeen vaikutukset

Suojavyöhykkeen kokonaisvaikutusten tarkastelussa tulee kiinnittää huomiota vyöhykkeen esteettisyyteen. Teknisesti ja esteettisesti toimiva suojavaikutus saadaan luonnontieteellisen, teknisen ja maisema-arkkitehtonisen tietämyksen yhdistämisellä.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3431. Eri meluntorjuntavaihtoehtojen vaikutukset. Kuinka eri meluntorjuntavaihtoehdot vaikuttavat melun vaimenemiseen, häiritsevyyteen ja liikenteen epäpuhtauksien leviämiseen? Tarvitaan myös eri vaihtoehtojen esteettistä tarkastelua.
- 3432. Suojavyöhykkeen merkitys ilman epäpuhtauksien sitojana ja viihtyisyyteen lisääjänä. Kuinka suuria eri päästölähteistä leviäviä epäpuhtausmääriä suojavyöhyke sitoo parhaimmillaan? Mikä on suojavyöhykkeen esteettinen merkitys?
- 3433. Suojavyöhykkeen merkitys näköyhteyksien muuttamisessa.
- 3434. Tuulensuojavyöhykkeen merkitys lämmityskustannusten alentajana ja viihtyisyyden lisääjänä.
- 3435. Lumensuojavyöhykkeen merkitys aurauksustannusten alentajana ja viihtyisyyden lisääjänä.

35. Taajamametsän elinvoimaisuus

Taajamametsä ymmärretään tässä yhteydessä elinvoimaiseksi, kun metsäkasvillisuus pystyy käymään läpi koko elinkiertonsa ja säilyttämään mahdollisimman hyvän tuottokyvyn sekä vastustuskyvyn erilaisille ympäristöhäiriöille.

Taajamametsään kohdistuu ihmisen toiminnan seurauksena sen elinvoimaa heikentäviä paineita kuten rakentaminen ja ulkoi- lun aiheuttama kulutus sekä ilman epäpuh- taudet. Metsän elinvoiman heikennyttyä sie- ni- ja hyönteistuhot voimistuvat. Poikkeuk- selliset sääolot lisäävät häiriötekijöiden vai- kutusta.

Taajamametsän elinvoimaa heikentäviä tekijöitä ja metsäekosysteemin kestävyyttä niitä vastaan tunnetaan puutteellisesti. Vaurion aiheuttajat ovat monimuotoisesti toisiinsa kytkeytyneitä, joten tarvitaan niiden yhteisvaikutusten selvitystä.

Tutkimustarpeet jaetaan seuraaviin osa- alueisiin:

- 351. Rakentamisen vaikutus metsään
- 352. Metsän säilyttäminen rakennusalueilla
- 353. Kuluminen
- 354. Ilman epäpuhtaudet
- 355. Vaurionaiheuttajien yhteisvaikutukset ja metsän kestävyys

351. Rakentamisen vaikutus metsään

Rakentaminen muuttaa voimakkaasti met- sän ekologisista oloja vaikuttamalla sekä pai- kallisilmastoon että maaperään. Se aiheuttaa myös puustolle ja muulle metsäkasvillisuu- delle mekaanisia vaurioita. Rakentamisen ai- heuttamien muutosten vaikutukset tulevat näkyviin usein vasta vuosien kuluttua raken- tamisen jälkeen. Tästä syystä tulisi järjestää pitkäaikaisseurantaa rakentamisen aiheutta- mien vaurioiden toteamiseksi.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3511. Rakentamisen vaikutukset kasvupaikkatekijöihin sekä eri puulajien ja muun metsäkasvillisuuden kestävyys. Puustoa ja muuta metsäkasvillisuutta voivat vaurioittaa muun muassa maaperän tiivistyminen, saastuminen ja vesiolojen muutokset sekä täytemaan levitys.
- 3512. Kasvillisuuden mekaaninen vaurioituminen ja eri puulajien ja muun metsäkasvillisuuden kestävyys. Tutkimusongelmina ovat työkonoiden yms. aiheuttamat puiden runko- ja juuristovauriot ja pintakasvillisuuden vaurioituminen kulumisen ja maankaivuun vuoksi sekä maanalaisen rakenta- misen yhteydessä tehtävä puiden juuriston typpi- taminen.
- 3513. Rakentamisen vaikutukset paikallisilmastoon sekä eri puulajien kestävyys. Rakentamisen aiheut- tamista paikallisilmastomuutoksista tärkeimpiä tutkimusongelmia ovat tuulisuuden ja säteily- ja lämpöolojen muutokset.

352. Metsän säilyttäminen rakennusalueilla

Puuston ja muun metsäkasvillisuuden säi- lyttäminen voidaan turvata sekä metsänhoi- dollisin että rakennusteknisin keinoin. Met- sänhoitomenetelmien kehittämistä tarvitaan rakentamisen aiheuttamien vaurioiden enna- kolta vähentämiseksi ja syntyneiden vaurioi- den korjaamiseksi. Mikäli kasvillisuuden säi- lyttämisessä epäonnistutaan tai pyrkimyksenä ei olekaan alkuuperäisen kasvillisuuden säi- lyttäminen, tarvitaan tietoa metsäkasvilli- suuden siirtämisestä. Tutkimusalue liittyy myös puutarhatieteiden alaan. Rakentamis- menetelmien kehittämisessä tarvitaan tutki- musyhteistyötä rakennustekniikan kanssa.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3521. Metsän käsittelymenetelmien kehittäminen raken- tamisen aiheuttamien muutosten ja vaurioiden ennakolta vähentämiseksi. Missä vaiheessa ja minkälaisin menetelmin metsän valmentaminen ympäristömuutoksia vastaan tulisi suorittaa?
- 3522. Puuston ja maaperän suojaamisen mahdollisuu- det ja menetelmät rakentamisen aikana.
- 3523. Rakennusvaiheessa säilytetyn puuston ja muun metsäkasvillisuuden jälkihoito. Miten metsän kes- tävyyttä voidaan ylläpitää ja vaurioita korjata muuttuneissa oloissa?
- 3524. Metsäkasvillisuuden siirtomahdollisuudet ja me- netelmät rakentamisen aiheuttamien muutosten ja vaurioiden korjaamiseksi. Siirtomenetelmien ke- hittäminen koskee puu- ja pensaskasvillisuuden ohella myös pintakasvillisuutta.
- 3525. Rakentamisen suunnittelun ja menetelmien kehit- tämismahdollisuudet metsän säilyttämisen kan- nalta. Suunnittelun lähtökohtana on rakentami- sen sijoittelu, joka vaikuttaa muun muassa kas- vupaikan vesiolojen muutoksiin, maanpinnan muotoilun tarpeeseen ja puustojen yhtenäisyy- teen. Metsäluonnon huomioon ottaminen kaivan- tojen, varastopaikkojen ja nostureiden sijoittelus- sa ja ajoreittien suunnittelussa vaatii erilaisia sel- vityksiä jo ennen suunnitteluvaihetta.

353. Kuluminen

Voimakkaassa kulutuksessa olevalla alueella tarvitaan tavanomaisesta metsänhoi- dosta poikkeavia keinoja metsäkasvillisuu- den ja maaperän kuluneisuuden korjaami- seksi. Kuluneimmilla alueilla luonnontilaisen metsäkasvillisuuden tuhoutuminen ylittää sen kasvun, jolloin vaurioiden korjaamisessa joudutaan käyttämään viherrakentamista ja puistomaisia hoitotoimenpiteitä, esimerkiksi maa-aineksen lisäystä ja erilaisten kasvilajien kylvöä. Metsän kulutuskestävyyden paran-

tamismahdollisuuksista on tutkimuksiin pohjautuvaa tietoa hyvin niukasti. Ei myöskään tunneta riittävästi, missä määrin ja minkälaisia kulutuspaineita eri metsäekosysteemit kestävät. Kasvillisuuden kulutuskestävyydestä tehdyt tutkimukset eivät kata kaikkia kasvillisuustyyppisiä ja niiden eri kehitysvaiheita. Erilaisten käyttömuotojen vaikutusten ja metsäekosysteemien kulutuskestävyyden tuntemista tarvitaan hoitosuunnitelmien ja enustemisten laatimiseen sekä toimintojen ohjaamiseen niille sopiville kasvupaikoille. Kulutuskestävyyden parantamismenetelmiä tulee kehittää yhdessä puutarhatieteiden kanssa.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3531. Taajamametsän erilaisten käyttömuotojen vaikutus kulutuskestävyyteen. Miten eri ulkoiluharrastukset aiheuttavat kulumisvaurioita metsäkasvillisuudelle ja maaperälle?
- 3532. Erilaisten metsäekosysteemien kestävyys kulutusvaikutuksia vastaan. Mitkä metsäekosysteemin tekijät vaikuttavat kulutuskestävyyteen ja minkälaiset ovat niiden tekijöiden keskinäiset vuorovaikutukset? Kuinka eri kasvillisuustyyppit ja kasvupaikat kestävät kulutusta?
- 3533. Metsänkulutusvaurioiden ennakolta ehkäiseminen. Minkälaisin toimenpitein lisätään kasvillisuuden kulutuskestävyyttä ja ehkäistään vaurioitumista?
- 3534. Erilaisten metsäkasvupaikkojen ja metsäkasvillisuuden kulutuskestävyyden parantamismahdollisuudet. Minkälaisin toimenpitein kasvillisuuden ja maaperän kulumisvaurioita voidaan korjata?

354. Ilman epäpuhtaudet

Ilman epäpuhtaudet vaurioittavat niin taajama- kuin talousmetsiäkin erityisesti päästölähteiden suorassa vaikutuspiirissä. Ilman epäpuhtauksien vaikutusten tutkiminen on useita tieteenaloja koskeva tutkimusala. Metsätieteiden ohella se on osana kasvitieteiden ja ympäristönsuojelun tutkimusta. Kun taajama-alueella ilman epäpuhtauksien määrät ovat usein suuremmat sekä toisaalta kasvulosuhteet rajoittuneemmat kuin haja-asutusalueella, tutkimus ilman epäpuhtauksien vaikutuksista erikseen taajamametsään on perusteltua.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3541. Taajaman ilman epäpuhtauksien vaikutus puustoon ja muuhun metsäkasvillisuuteen sekä maaperään.

- 3542. Eri puulajien ja muun metsäkasvillisuuden kestävyys ilman epäpuhtauksia vastaan taajamametsässä.
- 3543. Metsän käsittelymenetelmien kehittäminen metsäekosysteemin kestävyuden lisäämiseksi ilman epäpuhtauksia vastaan taajamametsässä.
- 3544. Metsäkasvillisuuden ja maaperän elvyttämismahdollisuudet ja -menetelmät taajamametsässä.

355. Vaurionaiheuttajien yhteisvaikutukset ja metsän kestävyys

Taajamametsän vaurionaiheuttajat vaikuttavat metsiköihin usein erilaisina yhdistelminä. Häiriöiden vaikutus ulottuu yleensä laajemmalle kuin itse vauriokohtaan ja seuraukset voivat näkyä pitkään vaurioitumisen jälkeen. Vaurionaiheuttajien yhteisvaikutusten tutkiminen on keskeinen taajamametsän hoidon tutkimusongelma.

Nykyisellään ei tunneta, kuinka voimakkaita ja minkä tyyppisiä paineita metsäluonto kestää ilman palautumattomia vaurioita. Lisätietoa tarvitaan myös luontaisen metsäkasvillisuuden säilyttävästä metsikkökoosta erilaisissa oloissa. Aluesuunnittelua varten tarvitaan tietoa rakentamistehokkuuden ja eri toimintojen sopeuttamisesta metsän kestokeyvyn rajoihin.

Tutkimusyhteistyötä tarvitaan kasvitieteiden kanssa tutkittaessa kasvillisuuden sukession muuttumista taajama-alueella ympäristömuutosten seurauksena.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3551. Taajamametsän elinvoimaa heikentävät tekijät. Taajamametsän elinvoimaa heikentävät rakentaminen, kulutus, ilman epäpuhtaudet, biotiset tuhot ja ilmasto- ja säätekijät, joiden keskinäisten suhteiden ja yhteisvaikutusten tunteminen vaatii selvityksiä.
- 3552. Taajamametsän elpymiskyky. Kuinka voimakkaiden ja minkä tyyppisten häiriötekijöiden jälkeen erilaiset metsäekosysteemit pystyvät vielä elpymään?
- 3553. Luontaisesti toimivan metsikön vähimmäiskoko. Missä määrin eri metsäekosysteemit poikkeavat vähimmäiskoon vaatimuksista toisistaan ja mitkä tekijät vaikuttavat vähimmäiskoon vaatimuksiin?
- 3554. Kasvillisuuden sukession ja eläimistön muuttuminen ympäristömuutosten seurauksena. Kuinka metsäekosysteemin toimivuuden ja ihmisen viihtyvyyden kannalta merkittävät kasvi- ja eläinlajit sopeutuvat ympäristömuutoksiin?

36. Taajamametsän ekonomia

Oman tutkimuskokonaisuutensa muodostavat taajamametsien perustamiseen, hoitoon ja käyttöön liittyvät taloudelliset kysymykset, jotka edellyttävät yhteistyötä esimerkiksi yhteiskuntatieteiden kanssa. Taajamametsän perustamisen tai perusparantamisen kustannukset lienevät huomattavasti korkeammat kuin talousmetsässä. Metsänhoidossa useat tekijät aiheuttavat lisäkustannuksia: pieni-*piirteisyy*s, suojavyöhykkeiden erityishoito, polkujen ja muun varustuksen kunnossapito, opastetaulut, aitaukset jne. Toisaalta taajamametsästä saadaan tuloja puunmyynnistä. Tulot lienevät vähäisemmät kuin talousmetsästä johtuen puunkorjuun korkeammista kustannuksista, pitemmistä kiertoajoista ja mahdollisesti taloudellisesti vähäarvoisista puulajeista. Tuloilla lienee kuitenkin mahdollista kattaa suuri osa metsänhoidon kustannuksista.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

361. Taajamametsän hoidon suunnittelukustannukset. Taajamametsän hoidon ja käytön suunnittelukustannukset ovat suuret, ja siksi ne on otettava huomioon taajamametsätalouden kokonaiskustannuksia arvioitaessa.
 362. Metsänhoidon kustannukset taajamametsässä. Virkistysmetsässä, suojavyöhykkeellä ja rakentamisalueella tarvitaan talousmetsän hoidosta poikkeavia, pienipiirteisempiä ja usein intensiivisempiä menetelmiä, jotka lisäävät hoidon kustannuksia. Mitkä ovat eri hoitotoimenpiteiden kustannukset erilaisissa kohteissa? Kuinka suuria kustannuksia vaativat esimerkiksi hoitotoimenpiteistä tiedottaminen asukkaille ja hoitotoimenpiteisiin tarvittavien lupien anomien toimenpidekiellossa oleville alueille kuten asemakaava-alueille?
 363. Puunkorjuun kustannukset taajamametsässä. Pienet leimikot, miestyövaltaisuus, kevyiden koneiden käyttö ja hakkuutähteiden siivoaminen aiheuttavat lisäkustannuksia verrattuna puunkorjuuseen talousmetsässä. Kuinka suurista kustannuksista on kysymys erilaisissa taajamametsissä?
 364. Uuden taajamametsän perustamisen kustannukset. Vanhojen hiekkakuoppien, teollisuusalueiden ym. muuttaminen metsäksi saattaa vaatia erityistoimia normaalien metsänviljelykustannusten lisäksi. Kuinka suuriksi nousevat kustannukset?
 365. Suojavyöhykkeen perustamisen kustannukset. Suojavyöhykkeen perustaminen voi joskus tapahtua olemassaolevaa metsää hyväksi käyttäen, joskus taas vyöhyke joudutaan rakentamaan alusta alkaen.
 366. Metsää säästävän rakentamisen kustannukset ja hyödyt. Uusien alueiden rakentaminen voi tapahtua joko olemassaolevaa metsää säästämällä, mikä saattaa lisätä rakentamisen kustannuksia jonkin verran, tai niistä välittämättä, mikä saattaa johtaa kalliisiin uuden metsän perustamiskustannuksiin.
- Mikä olisi kokonaistaloudellisesti edullisin rakentamistapa?
367. Virkistysmetsän palveluvarustuksen kustannukset. Intensiivisessä virkistyskäytössä oleva taajamametsä tarvitsee sopivaa palveluvarustusta — polkuja, opasteita, levähdyspaikkoja ym. — virkistyskäytön ohjaamiseksi niin, että metsä ei vahingoitu. Mitä erilaisen palveluvarustuksen luominen ja ylläpitäminen maksaa?
 368. Taajamametsäalueiden yksityisille metsänomistajille aiheutuvat metsänkäytön ja hoidon rajoitukset, niistä aiheutuvat kustannukset ja korvauskysymykset. Hyvin huomattava osa taajamametsistä on yksityisten omistamia. Tällaisten metsien käytön ja hoidon järjestelyt taajamaväestön kannalta mielekkäästi vaativat kunnan ja maanomistajan välisiä sopimuksia mahdollisista käytön rajoituksista ja vaihtoehtoisista hoitotavoista verrattuna tavanomaiseen talouskäyttöön. Minkälaisia kustannuksia ja/tai tulomenetyksiä maanomistajalle voi aiheutua ja miten ne pitäisi korvata.
 369. Puuntuotannon tulot taajamametsässä. Vaikka puuntuotanto ei ole taajamametsän päätarkoitus, niin siitä saatavissa olevat tulot on järkevää käyttää hyväksi. Tutkimusaiheena on selvittää, kuinka paljon hakkuutuloja voidaan saada eri tyyppisistä taajamametsistä.
 3610. Taajamametsän muu taloudellinen hyöty. Puuntuotannon lisäksi taajamametsä voi tuottaa monenlaista taloudellista hyötyä. Tällaisina voi mainita esimerkiksi lämmityskustannusten alenemisen, tuulensuojan seurauksena lumen auraukustannusten alenemisen, sekä vaikeammin arvioitavissa olevat monenlaiset hyödyt terveille, virkistävälle ja turvalliselle elämälle, jotka vaikuttanevat myönteisesti niin yksityistalouksiin kuin kansantalouteenkin. On selvää, että taajamametsän hoidolla ei pyritä taloudellisen tuoton maksimointiin, mutta taajamametsästä saatavissa oleva taloudellinen hyöty on syytä pyrkiä arvioimaan mahdollisimman hyvin perusteeksi taajamametsän suunnittelulle.
 3611. Virkistyskäytön hyöty yksilöille ja yhteiskunnalle. Tämä aihe liittyy yleensä metsän virkistyskäytön ekonomiaan, mutta se on erityisen korostettu taajamametsässä, jossa virkistyskäytön kustannukset ovat suurimmat.

37. Taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelu

Taajamametsän käytön ja hoidon suunnittelu perustuu perinteiseen metsätaloussuunnitteluun, joka on kehitetty lähinnä puuntuotantoa silmälläpitäen. Sovellutukset vaihtelevat eri taajamissa. Kun taajamametsän hoidon ongelmat ja tavoitteet poikkeavat talousmetsän hoidosta, on tarpeen kehittää menetelmät varsinaisen taajamametsäsuunnitelman luomiseksi. Suunnittelun kehittäminen edellyttää monenlaisten perustietojen hankkimista tutkimusten avulla.

Tutkimustarpeet jaetaan seuraaviin osa-alueisiin:

- 371. Suunnittelun periaatteet
- 372. Käytön suunnittelu
- 373. Hoidon suunnittelu

371. Suunnittelun periaatteet

Taajamametsän suunnittelu antaa aiheen suunnittelufilosofian ja -periaatteiden tutkimukselle. Monien ristiriitaisten arvojen leimaamassa suunnittelutilanteessa eivät perinteiset suunnittelumenetelmät ole toimineet tyydyttävästi. Nimenomaan taajamametsän kohdalla on tärkeää tutkia sellaisten suunnittelumenetelmien käyttöä, jotka mahdollistavat metsiä käyttävän väestön osallistumisen suunnitteluun. Tähän taajamametsä tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet: siellä on paljon käyttäjiä ja monenlaisia käyttö- ja suojelehtarpeita.

372. Käytön suunnittelu

Taajamametsän suunnittelun tavoitteet johdetaan tärkeimpien käyttömuotojen pohjalta. Taajamametsien käytön suunnittelussa sovelletaan tutkimustietoja, joita on saatavilla eri käyttömuotojen tarpeista ja elinvoimaa heikentävien tekijöiden aiheuttamista rajoitteista. Virkistys- ja suoja-alueiden suunnittelu- perusteiden selvittämiseksi tarvitaan tutkimusyhteistyötä aluesuunnittelun kanssa.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3721. Taajaman virkistys- ja suoja-alueiden tarve. Kuinka paljon ja miten sijoittuneena tarvitaan

virkistys- ja suoja-alueita tietyn taajaman lähellä? Ongelmana on ennen kaikkea virkistyskäyttö- ja suojavyöhyketutkimuksessa selvitettyjen normien soveltaminen.

- 3722. Taajamametsäluokituksen kehittäminen. Metsä- alue palvelee pääkäyttömuodon lisäksi eriasteisesti myös muita käyttömuotoja. Käytännön suunnittelussa tulee pyrkiä jakamaan metsiköt yhtenäisiin virkistys-suoja-alueluokkiin. Yhdenmukaisen ja selkeän luokittelumenetelmän puuttuminen vaikeuttaa taajamametsäsuunnittelua. Luokittelumenetelmän kehittäminen vaatii, että tutkitaan eri virkistysmuotojen ja suojavaikutusten tuottamisen yhteensopivuutta ja ristiriitoja.
- 3723. Taajaman virkistys- ja suoja-alueiden tarjonta. Kuinka paljon taajaman lähellä on virkistykseen ja suojavaikutusten tuottamiseen soveltuvia metsiä? Onko niitä riittävästi ja sopivasti jakautuneena tarpeeseen verrattuna? Onko tarpeen perustaa uusia metsiä?

373. Hoidon suunnittelu

Metsiköittäisten hoito-ohjeiden antaminen edellyttää metsän käyttömahdollisuuksien ja sen kuntoa heikentävien tekijöiden mittaamista ja arviointia sekä eri käyttömuotojen järjestelyä. Hoitotoimenpitein pyritään mahdollisuuksien mukaan täyttämään eri käyttömuotojen tarpeet.

Tutkimusaiheet ovat seuraavat:

- 3731. Metsänhoito-ohjeiden kokoaminen virkistys-suoja-alueuokkien mukaisille metsiköille. Virkistys- ja suojametsien hoidossa tarvitaan monenlaisen tutkimustiedon kokoamista ja hoito-ohjeiden laatimista niiden perusteella.
- 3732. Perusparannustoimenpiteiden suunnittelu. Taajamametsä saattaa tuottaa puutteellisesti niitä virkistys- ja suoja- palveluksia, joita siltä halutaan. Tällaiset 'vajaatuottoiset' taajamametsät tarvitsevat omat ohjeensa ja norminsa niiden saattamiseksi tyydyttävään tilaan.
- 3733. Uusien virkistys- ja suojametsien perustaminen. Uutta tietoa tarvitaan taajama-alueille ominaisten ongelmallisten kohteiden metsittämisestä ja hoidosta.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

a. Metsä virkistysympäristönä (luvut 11 ja 21)

- Arthur, L. 1977. Predicting scenic beauty of forest environments: some empirical tests. *For. Sci.* 23(2):151-160.
- & Boster, R. 1976. Measuring scenic beauty: A selected annotated bibliography. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. RM-25.
- Axelsson-Lindgren, C. & Sorte, G. 1984. Visuellt urskiljbara vegetationskaraktärer som planunderlag; exemplet Järnavallskogen. *Sver. Landskapsuniv., Inst. Landskapsplan.* 84(3):1-102.
- Bichelmeier, F. 1969. Die Erholungsfunktion des Waldes in der Raumordnung: Dargestellt am Beispiel eines Naherholungsgebietes. *Forstw. Forsch.* 30:1—79.
- Brown, T. & Haas, G. 1980. Wilderness recreation experiences: The Rawah case. *J. Leisure Res.* 12(3):229—241.
- Cajander, A.K. 1913. Kauneudelliset näkökohdat metsien hoidossa. *Suomen Metsäyhđ. Julk.* 30(1):3—7.
- Daniel, T. & Boster, R. 1976. Measuring landscape esthetics: The scenic beauty estimation method. USDA, For. Serv., Res. Pap. RM-167:1—66.
- Degener, P. 1963. En undersökelse af publicums krav til skoven. *Dansk Skovføren. Tidsskr.* 18:489—548.
- Driver, B., Rosenthal, D. & Peterson, G. 1978. Social benefits of urban forests and related green spaces in cities. In *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*. November 13.-16.1978. Washington D.C. Vol. 1:98—113.
- Doftman, P. 1979. Measurement and meaning of recreation satisfaction: A case study of camping. *Environ. Behav.* 11(4):483—510.
- French, J. 1975. The concept of Urban Forestry. *Australian For.* 38(3):177—182.
- Gold, S. 1977. Social and economic benefits of trees in cities. *J. For.* 75(2):84—87.
- Grey, G. & Deneke, F. 1978. *Urban forestry*. John Wiley and Sons. New York-Santa Barbara-Chichester-Brisbane-Toronto. 279 s.
- Haakenstad, H. 1972. Skogsbehandling i et utfartsområde. En opinionsundersøkelse om Osломarka. Summary: Forest management in an area of outdoor life. An investigation of public opinion about Osломarka. *Meld. fra Norges Lantbrukshøgskole* 51(16):1—79.
- 1975. Skogskjøtsel i rekreasjonsområder. Summary: Silviculture in recreational areas. *Inst. Skogskjøtsel. Norges Landbrukshøgskole.* 174 s.
- 1976. Metoder for vurdering av landskapets estetiske og rekreative kvaliteter. En litteraturstudie. Summary: Methods for evaluation of aesthetic and recreational landscape qualities. A literature study. *Ins. Skogskj. Norges Landbrukshøgskole.* 70 s.
- Hammit, W. 1980. Outdoor recreation: Is it a multi-phase experience? *J. Leis. Res.* 12(2):107—115.
- Hanstein, V. 1967. Über die Gewohnheiten. Ansichten und Wünsche der Waldbesucher. *Allg. Forstz.* 22(27):465—467.
- Heikinheimo, O. 1939. Metsätalous ja matkailu. *Silva Fenn.* 52:91—104.
- Heikinheimo, L., Jaatinen, E., Kellomäki, S., Loven, L. & Saastamoinen, O. 1977. Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti. Summary: Forest recreation in Finland. Pilot Study. *Folia For.* 321:1—45.
- Heino, J. 1974. Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. Summary: City-owned forests in Finland with special reference to outdoor recreation. *Seloste: Suomen kaupunkien metsät ja ulkoilu.* *Folia For.* 223:1—47.
- Helsingin seutukaavaliitto ja Helsingin kaupunki 1970. Alueellinen selvitys virkistystarpeesta Helsingin lähiympäristössä vuoteen 1980 mennessä. *Helsingin seutukaavaliitto.* 156 s.
- Herrington, L. 1978. Urban vegetation and microclimate. In *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*. November 13.—16.1978. Washington D.C. Vol. 1:256—266.
- Homen, T. 1914. Metsänhoito ja kauneus. *Valvoja* 3:161—180.
- Hultman, S.-G. 1976. Miljöupplevelse, landskap, skogsbruk. En kommenterad bibliografi. Summary: Environmental perception, landscape, forestry. An annotated bibliography. *Skogshögskolan, Inst. Skogsskötsel, Avd. Landskapsvård., Rapp. och Uppsats.* 5:1—91.
- 1979. Interpretation for recreation and wood production in urban forests. *Arboric. J.* 3(7):483—489.
- 1983a. Allmänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv. 1. Bedömning på plats eller i bild? Summary: Public judgement of forest environments as recreation areas. 1. Judgement on site or from photos. *Sver. Lantbruksuniv., Avd. Landskapsvård. Rapp.* 27:1—97.
- 1983b. Allmänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv. 2. En rickstäckande enkät. Summary: Public judgement of forest environments as recreation areas. 2. A national survey. *Sver. Lantbruksuniv., Avd. Landskapsvård. Rapp.* 28:1—91.
- Jaatinen, E. 1973a. Helsingin metsäisten ulkoilualueiden virkistyskäytön sosiaaliset taustatekijät. *Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto. Yleiskaavaosasto. Toiminnallisia selvityksiä* 20:1—56.
- 1973b. Recreational utilization at Helsinki's forests. *Seloste: Helsingin ulkoilualueiden virkistyskäyttö.* *Folia For.* 186:1—35.
- Jacksman, J. 1971. Zur Planung von stadtnahen Erholungswäldern. *Kopp-Tanner Söhne. Zürich.* 221 s.
- Jacob, H. 1972. Zum Erlebnispotential von Waldbeständen. *Natur und Landschaft* 47(6):161—163.
- Johnston, M. 1983. Urban trees and an ecological approach to urban landscape design. *Arboric. J.* 7(4):275—282.
- Jones, A. & MacArthur, J. 1977. Morgan arboretum—a model urban forests. *For. Chron.* 53(5):281—286.
- Jorgensen, E. 1970. Urban forestry in Canada. *The Shade Tree Res. Lab. Fac. For.*
- 1974. Towards an urban forestry concept. *For. Ser. Environ. Proc. 10th Commonwealth For. Conf.*
- 1986. Urban forestry in the rearview mirror. *Arboric. J.* 10:177—190.
- Kardell, L. 1979. Hur jag skulle sköta min rekrea-

- tionsskog. Sver. SkogsvFörb. Tidskr. 77(1):96—113.
- Kardell, L. & Pehrson, K. 1978. Stockholmarnas friluftsliv: vanor och önskemål. Enenkät — och intervjustudie. Stockholmers outdoor: use of nature areas. A mail questionnaire and a home interview study. Sver. Lantbruksuniv. Avd. Landskapsvård., Rapp. 13:1—112.
- Karjula, M. 1983. Helsingkiläisten mielipiteet kaupunkimetsien hoidosta. Ympäristönsuojelun laudaturtyö. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos. 112 s.
- Kellomäki, S. 1973. Ulkoilijoiden metsikköarvostukset. Tutkimus eräiden Helsingin ulkoilualuekäyttäjien maisemanhoidollisista tavoitteista. Ympäristönsuojelun lisensiaattityö. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos. Käsikirjoitus. 90 s.
- 1975a. Forest stand preferences of recreationists. Seloste: Ulkoilijoiden metsikköarvostukset. Acta For. Fenn. 146:1—36.
- 1975b. Metsän esteettinen arvo. Suomen Luonto. 35(1):44—48.
- 1977. Polut ulkoilun kanavoinnissa. Summary: Potential of trails in guiding recreational activity. Silva Fenn. 11(4):263—268.
- 1978. Recreational potential of a forest stand. Seloste: Metsikön ulkoilupotentiaali. Silva Fenn. 12(3):179—186.
- & Savolainen, R. 1984. The scenic value of the forest landscape as assessed in the field and the laboratory. Landscape Plann. 11:97—107.
- Lane, C., Byrd, W., Brantley, H. 1975. Evaluation of recreational sites. J. Leis. Res. 7(4):296—300.
- Loven, L. 1973a. Metsäympäristön viihtyisyyskijät. Summary: Amenity factors in forest environment. Helsingin yliopiston metsänarv. lait. Tied. 3:1—121.
- 1973b. Metsäammattimiesten metsänhoidolliset arvostukset. Summary: Landscape preferences of professional foresters. Silva Fenn. 7(1):8—23.
- Lähde, E., Norokorpi, Y., Oikarinen, M. 1985. Mikkelin ekoläänin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 180:1—67.
- Mayer, H. 1969. Soziologische Aspekte der Erholungswaldes und ihre Behandlung. Allg. Forstz. 7.
- Mikola, P. 1972. Metsätalouden ympäristövaikutukset ja niiden merkitys metsien käytön suunnittelussa. Kehitysalueiden neuvottelukunta. Metsäpoliittisen ohjelman työryhmä. Helsinki. Moniste. 52 s.
- Murtha, P. & Greco, M. 1975. Appraisal of forest aesthetic values: An annotated bibliography. Can. For. Serv. For. Man. Inst., Inf. Rep. FMR-X-79:1—56.
- Planering för friluftsliv. 1971. Stat. naturvårdverk, Inst. Byggnadsf. Stockholm. 154 s.
- Rancken, T. 1964. Träden i park och landskap. Frenckellska Tryckeri Aktiebolagets Presentbokserie 15. Helsinki. 81 s.
- Reunala, A. 1984. Forest as symbolic environment. Julkaisussa: Saastamoinen, O., Hultman, S.-G., Elers Koch, N. & Mattson, L. (toim.). Multiple-use forestry in the Scandinavian countries. Proceedings of the Scandinavian symposium held in Rovaniemi and Saariselkä, Finland, September 13.—17.1982. Seloste: Metsien moninaiskäyttö Pohjoismaissa, Rovaniemellä ja Saariselällä 13.—17.9.1982 pidetyn pohjoismaisen symposiumin esitelmät. Commun. Inst. For. Fenn. 120:81—85.
- Rosznay, Z. 1979. Zum Mischwaldbegriff der Waldbesucher und ihre Ansichten über die Schichtigkeit der Bestände. Ergebnisse einer Meinungsumfrage in Königforst bei Köln. Summary: The term 'mixed forest' and the structure of forest stands as conceived by visitors of forest resorts. Forstw. Cbl. 98(4):222—233.
- Saastamoinen, O. 1972. Saariselän-Itäkairan alueen virkistyskäyttö. Helsingin yliopisto, kansantaloudellisen metsäekonomian laitos. Käsikirjoitus. 171 s.
- 1982. Economics of multiple-use forestry in the Saariselkä forest and fell area. Seloste: Metsien moninaiskäytön ekonomia Saariselän metsä- ja tunturi-alueella. Commun. Inst. For. Fenn. 104:1—102.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. Summary: Scenic value of forest landscape. Acta For. Fenn. 170:1—74.
- 1984. Scenic value of the forest landscape as assessed in the field and the laboratory. Julkaisussa: Saastamoinen, O., Hultman, S.-G., Elers Koch, N. & Mattson, L. (toim.). Multiple-use forestry in the Scandinavian countries. Proceedings of the Scandinavian Symposium held in Rovaniemi and Saariselkä, Finland, September 13.—17.1982. Seloste: Metsien moninaiskäyttö Pohjoismaissa, Rovaniemellä ja Saariselällä 13.—17.9.1982 pidetyn pohjoismaisen symposiumin esitelmät. Commun. Inst. For. Fenn. 120:73—80.
- Schroder, H. & Cannon, W. 1983. The esthetic contribution of trees to residential streets in Ohio towns. J. Arboric. 9(9):237—243.
- Shafer, E. Jr. & Rutherford, W. 1969. Selection cuts increased natural beauty in two Adirondack forest stands. J. For. 67(6):415—419.
- Sievänen, T. 1984. Recreational use of urban forests in Rovaniemi: Julkaisussa: Saastamoinen, O., Hultman, S.-G., Elers Koch, N. & Mattson, L. (toim.). Multiple use forestry in the Scandinavian countries. Proceedings of the Scandinavian symposium held in Rovaniemi and Saariselkä, Finland, September 13.—17.1982. Seloste: Metsien moninaiskäyttö Pohjoismaissa, Rovaniemellä ja Saariselällä 13.—17.9.1982 pidetyn pohjoismaisen symposiumin esitelmät. Commun. Inst. For. Fenn. 120:60—63.
- Talousneuvosto. 1972. Yhteiskuntapolitiikan tavoitteita ja niiden mittaamista tutkiva jaosto. Liite 4. Ympäristönsuojelun tavoitteita tutkivan työryhmän raportti. Helsinki. 143 s.
- Wagar, J. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. For. Sci. Monogr. 7:1—24.
- Weidenbach, P. 1971. Naherholungsgebieten Schönbusch. Gegen wärtiger Stand-Ausbauplanung-Bewertung der Erholungs-funktion. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Stuttgart. 140 s.
- Vesterinen, E. 1942. Metsätretkeilystä. Referat: Das Wandern in der Wäldern. Acta For. Fenn. 50(13):1—8.
- Willhite, R. & Sise, W. 1974. Measurement of recreation to forest practises. J. For. 72(9):567—571.
- Virkistysaluekomitean mietintö. 1973. Komiteanmietintö 143. Helsinki. 417 s.
- Vuolle, P., Telama, R. & Laakso, L. 1979. A multi-phase evaluation of physical activity motivation through a questionnaire and focused interview. Paper presented at the International Congress of ICHPER in Kiel, 23.—28.8.1979. 7 s.
- , Laakso, L., Telama, R. & Saukkonen, O. 1980. A study of the stability of the motives for physical activity. Paper presented at the World Scientific Congress 'Sport in modern society' in Tbilisi, USSR. 10.—16.7.1980. 8 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1952. Metsä ja maisema. Metsätietoa 2.

b. Metsä ympäristötekijänä (luku 22)

- Arens, E. & Ballanti, D. 1977. Outdoor of pedestrians in cities. Teoksessa: Proc. of Conf. Metrop. Phys. Environ. USDA, For. Serv., Gen., Tech. Rep. NE-25:115—123.
- Baumgartner, A. 1961. Baum und Wald in Windfeld. Allg. Forstz. 16:128—229.
- Beck, G. 1965. Untersuchungen über Planungsgrundlagen für eine Lärmbekämpfung im Freiraum mit Experimenten zum artspezifischen Lärminderungsvermögen verchieder Baum- und Straucharten. Arbeit aus dem Institut für Gartenkunst und Landschaftsgestaltung der Technischen Universität Berlin. Nr. 178.
- Berenyi, D. 1967. Mikroklimatologie. Mikroklima der bodennahen Atmosphäre. Verl., Stuttgart. 328 s.
- Burchard, J. 1975. Significance of particulate emissions: J. Air. Poll. Contr. Ass. 25:99—100.
- Clouston, B. & Stansfield, K. (toim.) 1981. Trees in towns. Maintenance and management. The Architectural Press. London. 168 s.
- Cook, D. & Haverbeke, D. 1971. Trees and shrubs for noise abatement. USDA, For. Serv., Res. Bull. 246.
- 1974. Trees covered land-forms for noise control. USDA, For. Serv., Res. Bull. 263 s.
- DeWalde, D. 1978. Manipulating urban vegetation for residential energy conservation. In Proceedings of the National Urban Forestry Conference. November 13.—16.1978. Vol. 1:267—283.
- Dimitri, S. 1976. Waldbauliche Einflussmöglichkeiten auf die Luftqualität und auf den Luftaustausch zwischen Wald und Siedlungsgebieten. XIV IUFRO World Congress. Teoksessa: Proc. Division I s. 327—338.
- Elomaa, E. 1980. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Ilmasto. Summary: The consideration of climatic conditions in the planning of new residential areas. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B 28:1—316.
- Federer, C. 1976. Trees modify the urban microclimate. J. Arboric. 2(7):121—127.
- Franssila, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava. Helsinki. 257 s.
- Geiger, R. 1927. Das Klima der Bodennahen Luftschicht. Braunschweig.
- 1966. The climate near ground. Harvard Univ. Press., Cambr. Mass. 661 s.
- Gregory, P. 1961. The microbiology of the atmosphere. London. Leonard Hill (Books) Limited. Interscience Publishers, Inc. New York.
- Grey, G. & Deneke, F. 1978. Urban forestry. John Wiley and Sons. New York-Santa Barbara-Chichester-Brisbane-Toronto. 279 s.
- Hasel, K. 1971. Waldwirtschaft und Umwelt. Eine Einführung in die forstwissenschaftlichen Probleme der Industriegesellschaft. Berlin. Verlag Paul Parey. 322 s.
- Van Haverbeke, D.F. 1978. Trees in urban energy conservation. In Proceedings of the National Urban Forestry Conference. November 13.—16.1978. Washington. D.C. Vol. 1:183—191.
- Heisler, G. 1977. Trees modify metropolitan climate and noise. J. Arboric. 3(11):201—207.
- Herrington, L. 1978. Urban vegetation and microclimate. In Proceedings of the National Urban Forestry Conference. November 13.—16.1978. Washington. D.C. Vol. 1:256—266.
- Hunt, J., Poulton, E., Munford, J. 1976. The effects of wind on people: new criteria based on wind tunnel experiments. Build. Environ. 11:15—28.
- Iisakkila, L. 1977. Perustietoa maisemaan vaikuttavista luonnontekijöistä. Otakustantamo. Espoo. 291 s.
- Kasvillisuus melun vaimentajana ja ilman epäpuhtauksien sitojana. 1985. Julkaisussa: Vihervuoden kansio. Kaupunkiliiton kansio C 85. Kunnallisiiton tekninen julkaisusarja 32.
- Keller, Th. 1971a. Die Bedeufung der Waldes für den Umweltschutz. Schweiz. Forstw. 122(12):600—613.
- 1971b. Auswirkungen der Luftvereinigungen auf die Vegetation. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Birmendorf. Berichte 67.
- Kellomäki, S., Haapanen, A. & Salonen, H. 1976. Tree stands in urban noise abatement. Seloste: Puusto yhdyskuntamelun torjunnassa. Silva Fenn. 10(3): 237—256.
- & Loikkanen, A. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Metsät. Summary: Utilization of forests inurban planning. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B 25:1—134.
- & Pohjapelto, P. 1976. Metsikkösadannan määrä ja vaihtelu eräässä luonnonlaisessa kuusikossa. Summary: The distribution of throughfall in a virgin spruce stand. Silva Fenn. 10(2):133—144.
- Kragh, J. 1981. Road traffic noise attenuation by belts of trees and bushes. J. Sound Vibr. 74(2):235—241.
- 1982. Road traffic noise attenuation by belts of trees and bushes. Dan. Acoustic. Lab., Rep. 31.
- Lahti, T. 1979a. Äänen eteneminen maanpinnalla. Helsingin teknillinen korkeakoulu. Akustinen laboratorio. Julkaisu 16:1—61.
- 1979b. Ympäristömelun etenemisvaimennus. Ympäristö ja Terveys 6:417—424.
- Lakka, A. 1978. Puustot pölynsitojina kaupunkialueella. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 39 s.
- Leikola, M. 1971. Metsikkösadannan määrä eräässä hoidetussa männikössä. Summary: Throughfall in a managed Scots pine stand in southern Finland. Silva Fenn. 5(2):129—174.
- & Pyökkö, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. Silva Fenn. 3(1):20—32.
- Löfström, I. 1987. Metsä liikenteen hiukkasmaisten epäpuhtauksien sitojana. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisu 3:1—94.
- McCurdy, T. 1978. Open space as an air recourse management strategy. In Proceedings of the National Urban Forestry Conference. November 13.—16.1978. Washington, D.C. Vol. 1. S. 306—320.
- Mitscherlich, G. 1971. Wald, Wachstum und Umwelt. Waldklima und Wasserhaushalt. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.
- Moeller, G. 1977. The Pinchet Institute: Toward managing our forest resources. J. Arboric. 3(10): 181—186.
- Odin, H. 1973. Skogsmeteorologiska faktorers förändring med kalhyggnig. Del I. Vinden och avdunstningen. Inst. Skogsförnyr., Rapp. och Uppsats. 73:1—237.

- Olgay, V. & Olgay, A. 1963. Design with climate. Princeton University Press. Princeton.
- Penwarden, A. 1974. Effect of wind on people. Proc. Seminar June 12., Build. Res. Establ. Watford, England.
- Peterson, G. & Lime, D. 1979. People and their behavior: A challenge for recreation management. *J. For.* 77(6):343—346.
- Pikkarainen, A. 1978. Kasvillisuuden tehtävät rakennuksessa ympäristössä. Kasvillisuus melun vaimentajana. *Puutarha* 81(8):360—363.
- Plumley, H. 1977. Design of outdoor urban spaces for thermal comfort. Teoksessa: Proc. Conf. Metrop. Phys. Environ., USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:153—162.
- Robinette, C. 1972. Plants, people and environmental quality. Department of interior. National park service. Washington. 137 s.
- Schomaker, C. 1968. Solar radiation measurements under a spruce and a birch canopy during may and june. *For. Sci.* 14(1):31—38.
- Smith, W. 1978. Urban vegetation and air quality: In Proceedings of the National Urban Forestry Conference. November 13.—16.1978. Washington, D.C. Vol. 1:284—305.
- & Dochinger, L. 1976. Capability of metropolitan trees to reduce atmospheric contaminants. In Proceedings Better Trees for Metropolitan Landscapes Symposium, USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:49—59.
- Stark, T. & Miller, D. 1977. Effect of synthetic surfaces and vegetation in urban areas on human energy balance and comfort. Teoksessa: Proc. Conf. Metrop. Phys. Environ., USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:139—151.
- Sundström, B. & Göransson, S. 1978. Naturresurser och stadsbyggande i Raus södra. Sver. Lantbruks-univ., Konsulentavd. Rapp. 42.
- Thomasius, H. 1973. Wald, Landeskultur und Gesellschaft. Verlag. Theodor Steinkopff. Dresden.
- Wentzel, K. 1960. Wald und Luftverunreinigung. Jahresverichte der Deutschen Forstverein. S. 156—184.
- Zürcher, U. 1973. Der Wald in der Raumplanung. Schw. Anst. Forstl. Versuchsw. 49(1):1—120.

c. Metsän elinvoimaisuus (luku 23)

- Bialobok, A. 1978. Studies on the effect of sulphur dioxide and ozone on the respiration and assimilation of trees and shrubs in order to select individuals resistant to the action of these gases. Polish Academy of Sciences. Institute of Dendrology, Kornik us. Poznan, fourth annual report from July 1, 1977 to June 30, 1978.
- 1979. Identification of resistant or tolerant straws and artificial selection or production of such strains in order to protect vegetation from air pollution. Proceedings of the symposium on the effects of airborne pollution on vegetation, Warsaw (Poland), August 20.—24.1979.
- Brandt, C. & Heck, W. 1968. Effects of air pollutants on vegetation. Stern, A. (toim). Air pollution and its effects. Air Pollution I, s. 401—443. New York-London.
- Brown, R.T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. Seloste: Jäkälien vaikutuksista puiden mykoritsoihin ja taimien kasvuun. *Acta For. Fenn.* 141:1—22.
- Bucht, E. & Widgren, R. 1973. Träd i byggelse. Stat. Inst. Byggnadsf. T27:1—101.
- Burger, H. 1940. Physikalische Eigenschaften von Wald- und Freilandböden. VI Mitteilung. Der Wald als Erholungsstätte und die Waldboden. Mitt. Schw. Anst. Forstl. Versuchsw. 11(2):223—249.
- Crittenden, P. & Read, D. 1978. The effect of air pollution on plant growth with special reference to sulphur dioxide. *New Phytologist* 80:1—33.
- Davis, A. & Glick, T. 1978. Urban ecosystems and island biography. *Env. Conserv.* 5(4):229—304.
- Dawson, J. & Doornkamp, J. 1973. Evaluating the human environment. Essays in applied geography. London. 288 s.
- Düggeli, M. 1937. Wie wirkt das öftere Betreten des Waldbodens auf ein. *Schweiz. Z. Forstw.* 88:151—165.
- Elomaa, E. 1980. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Ilmasto. Summary: The consideration of climatic conditions in the planning of new residential areas. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi: Julkaisu 28:1—316.
- Energiatuotannosta peräisin olevien ilman epäpuhtauksien vaikutus metsäntuotukseen. 1983. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantaja 44.
- Erkamo, V. 1974. Kotimaisten havupuiden esiintymisestä ja niiden viihtymisestä Helsingin kaupunkialueella. Abstract: Occurrence and thriving of the native conifers in the city area of Helsinki. *Memor. Soc. Fauna Flora Fenn.* 50:15—30.
- Florgård, C. 1978. Slitstyrkefrämjande åtgärder i naturmark. Rapport från ett försök på Norra Järnfältet. Stockholms parkförvaltning och Söderholm och Palm AB. 12 s.
- , Andersson, R., Ledin, S., Nord, M. & Rosen, B. 1977. Naturmark och byggande. Delrapport från projektet: Naturmark som resurs i bebyggelseplanering. Stat. Råd Byggnadsf. Rapp. R73:1—106.
- , Aspeli, P., Bergholm, J., Ledin, S., Nord, M., Wallentinius, H.-G. 1984. Naturmark i bostadsområden. Förändringar i klimat, förorenings-situation, hydrologi, mark och vegetation, orsakade av exploatering och slitage. Stat. Råd Byggnadsf. Rapp. R116:1—267.
- Freeland, R. 1952. Effect of age of leaves upon the rate of photosynthesis in some conifers. *Plant Physiol.* 27:685—690.
- Frissel, S. & Duncan, D. 1965. Campsite preference and deterioration in the Quetico-Superior canoe country. *J. For.* 63(3):256—260.
- Garber, K. 1967. Luftverunreinigung in ihre Wirkungen. Berlin. 279 s.
- Gibbs, J. & Burdekin, D. 1983. De-icing salt and crown damage to London plane. *Arboric. J.* 6:227—237.

- Gottberg, C. 1972. Kokemuksia luonnonvaraisen puiston säilyttämisestä Tapiolan alueella rakennusvaiheen yli. *Dendrol. Seur. Tied.* 3(2):15—17.
- Hakanen, M. 1980. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Valtiolliset ja kunnalliset suunnitteluosuutukset ja -ohjeet. Summary: Planning recommendations and guidelines for ground use concerned with taking natural conditions into account in use in Finland. *Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutus*. TKK. Otaniemi. *Julkaisu B* 31:1—106.
- Havas, P. 1971. Injury to pines in the vicinity of a chemical processing plant in northern Finland. *Seloste: Männyn vaurioita erään Pohjois-Suomen kemiallisen tehtaan läheisyydessä*. *Acta. For. Fenn.* 121:1—21.
- Hirvonen, H. 1977. The role of urban forestry in regional landscape design. *For. Chron.* 53(5):275—277.
- Holmila, J. (toim.) 1979. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. *Symposiumi* 12.—17.11.1978. *Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus*. TKK. Otaniemi. *Julkaisu B* 23:1—247.
- 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. *Maisemasuunnittelu kaavoitusprosessissa*. Summary: Landscape planning as a part of the urban planning process. *Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus*. TKK. Otaniemi. *Julkaisu B* 30:1—265.
- Holmström, H. 1970. Eräiden Etelä-Suomen vapaa-ai-ka-alueiden kasvillisuuden kulutuskestävyyden tutkimus. Uudenaan seutukaavaliitot ja Lounais-Suomen seutukaavaliitto. *Moniste*. Helsinki. 53 s.
- Hoogesteger, M. & Havas, P. 1976. Luonnon kulutuskestävyydestä ja virkistyskäytön kanavoinnista Pohjois-Suomen suunnitelluissa kansallispuistoissa. Summary: Ecological capacity and the planning of recreational activities in the proposed new national parks of the northern Finland. *Terra* 88(1):31—34.
- Hosiaisuusluoma, V. 1982. Biologinen tutkimus. Jakomäki-Kivikko-Kontula-Kurkimäki. *Ympäristötekijät*. Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto. *Yleiskaavaosasto*. *Julkaisu YA*:5:1—33.
- Huttunen, S. 1975. The influence of air pollution on the forest vegetation around Oulu. *Acta Univ. Oul. A* 33, *biologica* 2. 79 s.
- 1977. The effects of air pollution on provenances of Scots pine and Norway spruce in northern Finland. *Seloste: Ilman saastumisen vaikutus mänty- ja kuusialkuperien viihtymiseen Pohjois-Suomessa*. *Silva Fenn.* 12(1):1—16.
- 1978. The effect of air pollution on provenances of Scots pine and Norway spruce in northern Finland. *Silva Fenn.* 12(1):1—16.
- Häme, T. 1985. Rakentamisen vaikutus pohjoiseen metsäkasvillisuuteen. *Valtion teknillinen tutkimuskeskus*. *Tied.* 421:1—44.
- Iisakkila, L. 1977. Perustietoa maisemaan vaikuttavista luonnontekijöistä. *Otakustantamo*. Espoo. 291 s.
- Ingelög, J., Olsson, M. & Bödvarsson, H. 1977. Effeter av långvarigt tramp och fordonskörning på mark, vegetation och vissa markdjur i ett äldre tallbestånd. *Skogshögskolan. Inst. Växtekol. och Marklära. Rapp. och Uppsats.* 27:1—84.
- Jokinen, J. 1972. Kaupunkiyhdyskunta puustovaurioiden aiheuttajana. *Työterveyslaitoksen tutkimuksia* 74:1—47.
- Kangas, E. 1963. Ilman saastumisen vaikutus kasveihin. *Metsät. Aikak.* 1. 8:320—321.
- Keller, Th. 1971a. Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz. *Schweiz. Forstw.* 122(12):600—613.
- 1971b. Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die Vegetation. *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birnendof. Berichte* 67.
- & Schwager, H. 1971. Der Nachweis unsichtbarer ('physiologischer') Fluorimmissionschädigungen an Waldbäumen durch eine einfache kolorimetrische Bestimmung der Peroxidase-Aktivität. *Eur. J. For. Path.* Band 1(1):6—8.
- Kellomäki, S. 1973. Tallaamisen vaikutus mustikkatyy-
pin pintakasvillisuuteen. Summary: Ground cover response to trampling in a spruce stand of Myrtillus type. *Silva Fenn.* 7(2):96—113.
- 1975. Metsän esteettinen arvo. *Suomen Luonto*. 35(1):44—48.
- 1977. Deterioration of forest ground cover during trampling. *Seloste: Tallaamisen vaikutus metsikön pintakasvillisuuteen*. *Silva Fenn.* 11(3):153—161.
- & Loikkanen, A. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. *Metsät*. Summary: Utilization of forests in urban planning. *Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus*. TKK. Otaniemi. *Julk. B* 25:1—134.
- & Saastamoinen, V.-L. 1975. Trampling tolerance of forest vegetation. *Seloste: Metsäkasvillisuuden kulutuskestävyys*. *Acta For. Fenn.* 147:1—22.
- & Wuorenrinne, H. 1979. Kaupunkimetsien vaurioitumiseen vaikuttavista tekijöistä. Summary: On factors effecting on deterioration of urban forests. *Silva Fenn.* 13(2):177—183.
- Korhonen, K. 1976. Mesisienet — *Armillariella*. *Teok-
sessa: Ulvinen, T. (toim.) Suursieniopas*. S. 88—89.
- 1978. Intersterility groups of *Heterobasidium anno-
sum*. *Seloste: Juurikäävän risteytymis-suhteet*. *Commun. Inst. For. Fenn.* 94(6):1—22.
- Koskineniemi, E. 1973. Yleisohjeita puiden suojaamisesta rakennettavilla alueilla. *Helsingin kaupungin rakennusvirasto*. *Puisto-osasto*. 4 s.
- LaPage, W. 1962. Recreation and the forest site. *J. For.* 60(5):319—321.
- 1967. Some observations on campground trampling and ground cover response. *USDA, For. Serv., Res. Pap.* NE-68:1—11.
- Leskinen, A. 1985. Ekologisen käytävän idean soveltamismahdollisuudet pääkaupunkiseudun metsien ja maankäytön suunnittelussa. *Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta*. *Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B*:5:1—37.
- Liddle, M. 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biol. Conserv.* 7(1):17—36.
- Liljelund, L.E. 1978. Kunsapsöversikt och forskningsbehov rörande mekanisk påverkan på mark och vegetation. *Statens naturvårdsverk. Forskningsämnden*. PM. 63 s.
- Luniak, M. 1980. An experiment in Poland. *Bialoleka Dworska. Naturopa* 36:1—14.
- Luonto ja kaupunkien asuntoalueet 1984. Summary: Nature and urban residential areas. *NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa*. Suomen ja Neuvostoliiton TT-yhteistyö. *Rakennuskirja Oy*. Helsinki-Hanko. 111 s.
- Luonto ja kaavoitus. 1982. *Sisäasiainministeriö. Ympäristönsuojeluosasto*. *Julkaisu* 9:1—105.
- Lutz, H. 1945. Soil conditions of picnic grounds in public forest parks. *J. For.* 43:121—127.
- MacArthur, R. & Wilson, E. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton Univ. Press. 203 s.

- MacClintock, L., Whitcomb, R. & Whitcomb, B. 1977. Evidence for the value of corridors and minimization of isolation in preservation of biotic diversity. *Am. Birds* 31:6-16.
- Magill, A. & Nord, E. 1963. An evaluation of camp ground conditions and needs for research. USDA, For. Serv., Res. Note PSW-4:1-8.
- Maisema ja rakennettu ympäristö. 1978. Maiseman merkitys suomalaisessa rakennetussa ympäristössä. ARMAS-tutkimus. Loppuraportti. Otakustantamo. Espoo. Julkaisu A 21:1-141.
- Malhotra, S. 1976. Effects of sulphur dioxide on biochemical activity and ultrastructural organization of pine needle chloroplast. *New Phytol.* 76:289-245.
- Mansikka, M. 1984. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioinnottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Luonto kaupungissa — kaupunki luonnossa. Yhteenvetoraportti: Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. Otaniemi. TKK. Julkaisu B 32:1-128.
- Merriam, L. & Coeckerman, K., Bloemendal, J. & Costello, T. 1971. A progress report on the condition of newly established campsites in the Boundary Waters Canoe-area. *Minnesota For. Res. Notes* 232:1-4.
- Mikola, P. 1973. Metsätalouden ympäristövaikutukset ja niiden merkitys metsien käytön suunnittelussa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 9:1-51.
- Moeller, G. 1977. The Pinchet Institute: Toward managing our forest resources. *J. Arboric.* 3(10): 181-186.
- Mudd, J. 1979. Physiological and biochemical effects of zone and sulphur dioxide. Proceedings of the symposium on the effects of airborne pollution on vegetation. Warsaw (Poland), August 20.-24. 1979.
- Niemelä, T. 1976. Käävät — *Polyporaceae* s.lat. Teoksessa: Ulvinen, T. (toim.) Suursieniopas. S. 214-239.
- Nuorteva, M. 1982. Metsätuholaiset. Kirjayhtymä. Helsinki. 91 s.
- Nylund, L. 1978. Tallaamisen vaikutus maaperän tiivistymiseen ja puustoon eteläsuomalaisilla leirintäalueilla. Käsikirjoitus. Helsingin yliopisto, ympäristösuojelun laitos.
- Nylund, M., Nylund, L., Kellomäki, S. & Haapanen, A. 1979. Deterioration of forest ground vegetation and decrease of radial growth of trees on camping sites. Seloste: Leirinnän vaikutus metsän aluskasvillisuuteen ja puiden kasvuun. *Silva Fenn.* 13(4):343-356.
- Palm, R. 1972. Grundvattensänkning farlig för vegetation? Byggmästaren 8:7-12.
- Pitkäniemi, M. 1972. Helsingin kaupungin ulkoilualueiden metsäluonnonhoito. Toimenpideohje. Helsingin kaupungin kiinteistöviraston metsäosasto. Moniste. 63 s.
- 1978. Ulla Kivivuoren artikkelissa: Saha painaa 6,5 kiloa, iltapäivällä enemmän. *Metsälehti* 45(43):5.
- Rautamäki, M. & Wuorenrinne, H. 1985. Pirkanmaan viherverkosto. Ekologisten käytävien teorian soveltamisesimerkki seutukaavatasolla Pirkanmaalla. Tampereen seutukaavaliitto. Julkaisu B 140:1-25.
- Rishbeth, J. 1983. The importance of honey fungus (*Armillaria*) in urban forestry. *Arboric. J.* 7(2):217-225.
- Saarelainen, S. 1980. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioinnottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Maa- ja kallioperä, pohja- ja pintavesi. Abstract: Utilization of soils, rocks and hydrological conditions in urban planning. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B 27:1-141.
- Saastamoinen, O. 1979. Valaistun hiihtoreitin käytön ajallinen vaihtelu Rovaniemellä. *METLA:n tiedonantoja* 6:30-32.
- Scholz, F. 1979. Considerations about selection for air pollution resistance in polluted stands and consequences for correlated traits. IUFRO-Joint meeting on physiological and biochemical effects of air pollution on plants and genetics of resistance. Zabrze, Poland. August 1979. Archives for environmental pollution. Poland.
- Settergren, D. & Cole, D. 1970. Recreation effects on soil and vegetation in Missouri Ozarks. *J. For.* 68(4):231-233.
- Steubing, L. 1976. Niedere und höhere Pflanzen als Indikatoren für Immissionsbelastungen - Landschaft und Stadt 8(3):97-103.
- Tamm, C. & Aronson, A. 1972. Plant growth as affected by sulphur compounds in polluted atmosphere. A litterature survey. Skoghögskolan. Inst. Växtekologi och Marklära. Rapp. och Uppsats. 12:1-54.
- Thomas, M. 1961. Effects of air pollution on plants. *Air pollution. WHO Monogr. Ser.* 46:233-275.
- & Hill, G. 1935. Absorption of sulphur dioxide by alfalfa and its relation to leaf injury. *Plant Physiol.* 10:291-307.
- Turcek, F. 1972. Birds as biological indicators. Bratislava. *Questiones geobiologicae* 10.
- Wagar, J. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. *For. Sci. Monogr.* 7:1-24.
- 1967. Stimulated trampling as a technique in recreation research. XIV IUFRO Congress. München. Paper VII. Section 26:239-245.
- Wedul, K. 1972. Turpublikums slitasje av bunnvegetasjon i skogområder. Hovedoppgave. Norges lantbrukshøgskole. Inst. Skogskøtsel. 36 s.
- Wentzel, K. 1964. Gibt es Immissionsfeste oder rauchharte Bäume? *Forstarch.* 35(3):49-51.
- Vuolanto, S. & Tuhanen, S. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioinnottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Elollinen luonto. Abstract: Taking nature into consideration when planning new residential areas. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B 26:1-213.
- Wuorenrinne, H. 1978. Metsä urbaanin paineen puristuksessa. Summary: The forest under the urban pressure. Espoon kaupunki. Yleiskaavaosasto. Ympäristönhoito/Metsät.
- 1982. Metsänreunavyöhykkeiden tarkastelua kaupunkimetsäyksissä Espoossa. Summary: Studies in forest-edge regions in urban forests in Espoo (southern Finland). *Memor. Soc. Flora Fenn.* 58:97-101.
- 1985. Ekologinen käytäväverkosto. Tampereen seutukaavaliitto. Julkaisu B 141:1-29.

d. Taajamametsien suunnittelu ja hoito (luku 24)

- Axelsson-Lindgren, C. & Sorte, G. 1984. Visuellt urskiljbara vegetationskaraktärer som planunderlag; exemplet Järnavallsskogen. Sver. Landskapsuniv., Inst. Landskapsplan. 84(3):1—102.
- Beardsley, W. & Wagar, A. 1971. Vegetation management on a forested recreation site. *J. For.* 69(10): 728—731.
- , Herrington, R. & Wagar, J. 1974. How to rehabilitate a heavily used campground without stopping visitor use. *J. For.* 72:279—281.
- Beazley, R. 1961. Some considerations for optimizing public forest recreational development and value. *J. For.* 59(9):644—650.
- Benninghoff, B. & Ohlander, C. 1978. Integrating timber harvest scheduling economics and environmental quality. *J. For.* 76(6):348—351.
- Biesterfeldt, R. & Boyce, S. 1978. Systematic approach to multiple-use management. *J. For.* 76(6):342—345.
- Björkman, E. 1970. The effect of fertilization on sulphur dioxide damage to conifers in industrial and built up areas. *Stud. For. Suec.* 78:1—50.
- Borg, P. 1982. Luonnon ja maiseman hoidon opas. Werner Söderström Oy. Porvoo-Helsinki-Juva. 163 s.
- Brown, T. 1976. Alternative analysis for multiple-use management: A case study. USDA, For. Serv., Res. Pap. RM-176:1—16.
- Bucht, E. & Widgren, R. 1973. Träd i byggelse. *Stat. Inst. Byggnadsf. T* 27:1—101.
- Chapman, D. 1983. Integrated plant management — the key to maintenance. *Arboric. J.* 7(4):327—333.
- Daniel, T. & Boster, R. 1976. Measuring landscape esthetics: The scenic beauty estimation method. USDA, For. Serv., Res. Pap. RM-167:1—66.
- Degener, P. 1963. En undersökelse af publicums krav til skoven. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 18:489—548.
- Enivaara, A. 1979. Pyynikinharju männikön uudistaminen ja elvyttäminen. Summary: Regeneration and improvement of the pine forest of Pyynikki esker. *Silva Fenn.* 13(2):140—145.
- Espoon kaupunki. 1979. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennesuunnitteluosasto. Liikennemelu. Osa I. Julkaisu 7907/9. 35 s.
- Fay, S. 1975. Ground-cover vegetation management at backcountry recreation sites. USDA, For. Serv., Res. Note NE-201:1—5.
- Florgård, C. 1978. Slitstyrkefrämjande åtgärder i naturmark. Rapport från ett försök på Norra Järnfältet. Stockholms parkförvaltning och Söderholm och Palm AB. 12 s.
- 1981. Naturmark i byggelse. Natural vegetation and development. Sver. Lantbruksuniv., Konsulentavd. Rapp. 64:1—56.
- , Andersson, R., Ledin, S., Nord, M. & Rosen, B. 1977. Naturmark och byggande. Delrapport från projektet: Naturmark som resurs i bebyggelseplanering. *Stat. Råd Byggnadsf. Rapp.* R73:1—106.
- Gornicki, P. & Harrell, B. 1983. Urban forestry in Florida. *Arboric. J.* 7(3):253—258.
- Guderian, R. 1977. Air pollution. Ecological studies 22. Springer Verlag. Berlin-Heidenberg-New York. 127 s.
- Haakenstad, H. 1972. Skogsbehandling i et utfartsområde. En opinionsundersökelse om Osloomarka. Summary: Forest management in an area of outdoor life. An investigation of public opinion about Osloomarka. *Meld. fra Norges Lantbrukshøgskole* 51(16):1—79.
- 1975. Skogskjøtsel i rekreasjonsområder. Summary: Silviculture in recreational areas. *Inst. Skogskjøtsel. Norges Landbrukshøgskole.* 174 s.
- Harrell, B. & Gornicki, P. 1981. Urban forestry in the sunshine state. *J. For.* 49(8):506—508.
- Heiskanen, O. 1974. Metsien moninaiskäytön metsätaloudellisista kustannuksista seutukaavan virkistysalueilla. Teknillinen korkeakoulu, maanmittausosasto. Moniste. Espoo. 52 s.
- Helles, F. 1977. Om teorin bak flersidig produktion i skovbruket. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 62(3):179—198.
- Helminen, M. 1977. Moninaiskäytössä 'sekä-että' -ajatteluun. Summary: The position of multiple-use forestry in Finland in 2000. *Metsä ja Puu* 9:50—53.
- Hirvonen, H. 1977. The role of urban forestry in regional landscape design. *For. Chron.* 53(5):275—277.
- Hoogesteger, M. 1976. Kasvillisuuden muuttuminen Koilliskairan autiotupien ympärillä. *Silva Fenn.* 10(1):40—53.
- Hosiaisuusluoma, V. 1982. Biologinen tutkimus. Jakomäki-Kivikko-Kontula-Kurkimäki. Ympäristötekijät. Helsingin kaupungin kaupunginsuunnitteluvirasto. Yleiskaavaosasto. Julkaisu YA:5:1—33.
- Hultman, S.-G. 1974. Kommunägd, tätortsnära rekreationsskog. Inventering av arealer, läge, skötsel samt konflikter mellan skogsbruk och friluftsliv. Summary: Municipality owned recreation forests in urban areas. Inventory of area, location, management and conflicts between forestry and recreation. Skogshögskolan Inst. Skogskjøtsel. Avd. Landskapsvård., Rapp. och Uppsats. 7:1—80.
- 1979. Interpretation for recreation and wood production in urban forests. *Arboric. J.* 3(7):483—489.
- 1983. Allmänhetens bedömning av skogsmiljöners lämplighet för friluftsliv. 2. En rickstäckande enkät. Summary: Public judgment of forest environments recreational areas. 2. A national survey. Sver. Lantbruksuniv., Avd. Landskapsvård. Rapp. 28:1—91.
- Hytönen, L. 1984. Aulangan puistometsä ja sen alustava hoitosuunnitelma. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ tutkielma. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 124 s.
- Hämeenlinnan kaupungin metsätaloussuunnitelma vuosille 1982—1992. Suunnitelmaosa. Hämeenlinna. 22 s.
- Iisakkila, L. 1977. Perustietoa maisemaan vaikuttavista luonnontekijöistä. Otakustantamo. Espoo. 291 s.
- Jacksman, J. 1971. Zur Planung von stadtnahen Erholungswäldern. Kopp-Tanner Söhne. Zürich. 221 s.
- Jungst, S. 1983. Iowa public tree inventory system. *J. Arboric.* 9(9):244—247.
- Jyväskylän metsien moninaiskäyttösuunnitelma vuosille 1974—1983. Jyväskylän kaupungin tutkimuksia 20:1—52.
- Kardell, L. 1978. Kan hyggen vara annat en fula? Summary: Clearcuts — do they have to be ugly? Sver. SkogsFörb. *Tidsskr.* 76(5):385—433.
- 1979. Hur jag skulle sköta min rekreationsskog. Sver. SkogsFörb. *Tidsskr.* 77(1):96—113.
- Karjula, M. 1983. Helsingkiläisten mielipieet kaupun-

- kimetsien hoidosta. Ympäristönsuojelun laudaturtyö. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos. 112 s.
- Kasvillisuus melun vaimentajana ja ilman epäpuhtauksien sijojana. 1985. Julkaisussa: Viherpuutarhien kausi. Kaupunkiliiton julkaisu C85. Kunnallisiin teknisiin julkaisusarja 32.
- Kellomäki, S. 1975a. Forest stand preferences of recreationists. Seloste: Ulkoilijoiden metsikköarvotukset. Acta For. Fenn. 146:1—36.
- 1975b. Metsän esteettinen arvo. Suomen Luonto 35(1):44—48.
- 1976. Metsän rooli kaupunkiympäristössä. Suomen Luonto 35(1):44—48.
- 1977. Polut ulkoilun kanavoinnissa. Summary: Potential of trails in guiding recreational activity. Silva Fenn. 11(4):263—268.
- 1978. Recreational potential of a forest stand. Seloste: Metsikön ulkoilupotentiaali. Silva Fenn. 12(3):179—186.
- Haapanen, A. & Salonen, H. 1976. Tree stands in urban noise abatement. Seloste: Puusto yhdyskuntamellon torjunnassa. Silva Fenn. 10(3):237—256.
- & Loikkanen, A. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Metsät. Summary: Utilization of forests in urban planning. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B25:1—134.
- Kilkki, P. 1977. Moninaiskäytön liittäminen metsätalouden suunnittelumalliin. Metsäntutkimuslaitos. Metsien moninaiskäyttötutkimuksien suunnitteluryhmä. 4 s.
- 1980. Timber management planning. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 12:1—105.
- Kolehmainen, O. 1978. Kauniaisten ympäristönsuojelusuunnitelman perusselvitys. Ympäristönsuojelun laudaturtyö. Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos.
- Kolehmainen, I. 1983. Moninaiskäytöllisen metsätaloussuunnittelun erikoispiirteet. Maankäytön ekonomian pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopiston maankäytön ekonomian laitos. 99 s.
- & Savolainen, R. 1983. Sveitsin puiston metsäsuunnitelma vuosille 1983—1992 ja harjualueen metsäsuunnitelma vuosille 1983—2042. Hyvinkään kaupunki. Tekninen virasto. 96 s.
- Koskinen, E. 1973. Yleisohjeita puiden suojaamisesta rakennettavilla alueilla. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Puisto-osasto. 4 s.
- Kuhlewind, C., Bringmann, K. & Kaiser, H. 1955. Richtlinien für Windschutz. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft-Verlags-Gmbtt. Frankfurt am Main.
- Kuopion kaupungin monikäyttösuunnitelma vuosille 1981—1990. Kuopio. 17 s.
- Loven, L. 1973. Metsäympäristön viihtyvyytekijät. Summary: Amenity factors in forest environment. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 3:1—121.
- 1974. Maisemanhoitomallien käyttö metsätalouden maan aluevarausuunnittelussa. Summary: Regional landscape planning on forest areas. Silva Fenn. 8(3):185—204.
- Luostarinen, K. 1972. Puu ja metsä maisemasuunnittelun perusmateriaalina. Dendrol. Seur. Tied. 3(2):18—21.
- Lutz, H. 1945. Soil conditions of picnic grounds in public forest parks. J. For. 43:121—127.
- Luukkanen, O. 1972. Kulttuurimaiseman muuttuva metsä. Dendrol. Seur. Tied. 3(2):3—10.
- Lähde, E. 1983. Jatkuva kasvatusta metsänkäsittelyn yhtenä vaihtoehtona. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119:53—62.
- , Norokorpi, Y. & Oikarinen, M. 1985. Mikkelin ekolääniin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 180:1—67.
- Löfström, I. 1986. Helsingin kaupunkimetsien kulutuskestävyyden parantaminen. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisu 3:1—82.
- 1987. Metsä liikenteen hiukkasmaisten epäpuhtauksien sijojana. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisu 3:1—94.
- Maisema ja rakennettu ympäristö. 1978. Maiseman merkitys suomalaisessa rakennetussa ympäristössä. ARMAS-tutkimus. Loppuraportti. Otakustantamo. Espoo. Julkaisu A21:1—141.
- Mikola, P. 1973. Metsätalouden ympäristövaikutukset ja niiden merkitys metsien käytön suunnittelussa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 9:1—51.
- 1976a. Experience in outdoor recreation in Scandinavian countries. Teoksessa: Economics of recreation. XIV IUFRO Congress. Oslo. USDA, For. Serv. S. 102—109.
- 1976b. Puuntuotanto osana metsien moninaiskäyttöä. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 14:1—24.
- Moeller, G. 1977. The Pinchet Institute. Toward managing our forest resources. J. Arboric. 3(10):181—186.
- Morsink, W. & Burrige, L. 1977. Urban forestry in Windsor, Ontario. For. Chron. 53(5):287—290.
- Myklestad, E. & Wagar, A. 1979. PREVIEW: Computer assistance for visual management of forested landscapes. USDA, For. Serv., Res. Pap. NE-355:1—12.
- Mälkönen, E. 1965. Lannoituksen vaikutuksesta puolukkatyyppien kankaiden pintakasvillisuuteen. Käsi- ja kirjallisuus. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 94 s.
- Nuorteva, M. 1982. Metsätuholaiset. Kirjayhtymä. Helsinki. 91 s.
- Nylund, L. 1978. Tallaamisen vaikutus maaperän tiivistymiseen ja puustoon eteläsuomalaisilla leirintäalueilla. Käsi- ja kirjallisuus. Helsingin yliopisto, ympäristönsuojelun laitos.
- Ohjekirje maiseman- ja luonnonhoidosta. 1970. Metsähallitus. Moniste. Helsinki. 18 s.
- Parviainen, J. 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskuusikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations. Folia For. 386:1—20.
- Pikkarainen, A. 1978a. Kasvillisuuden tehtävät rakennetussa ympäristössä. Kasvillisuus melun vaimentajana. Puutarha 81(8):360—363.
- 1978b. Kasvillisuuden tehtävät rakennetussa ympäristössä. Kasvit saasteiden sijoittajina. Puutarha 81(9):410—412.
- Pirone, P. 1959. Tree maintenance. University Press. New York. Oxford. 483 s.
- Pitkäniemi, M. 1972. Helsingin kaupungin ulkoilun alueiden metsäluonnonhoito. Toimenpideohje. Helsingin kaupungin kiinteistöviraston metsäosasto. Moniste. 63 s.
- 1978. Ulla Kivivuoren artikkelissa: Saha painaa 6,5 kiloa, iltapäivällä enemmän. Metsälehti 45(43):5.
- Planering för friluftsliv. 1971. Stat. naturvårdverk, Inst.

- Byggnadsf. Stockholm. 154 s.
- Protecting trees against damage from construction work. 1964. USDA, Age. Inf. Bull. 285:1—26.
- Puidensuojeluohjeet. 1973. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelutoimikunta. Ympäristö ja Terveys 7: 692—703.
- Rancken, T. 1964. Träden i park och landskap. Frenckellska Tryckeri Aktiebolagets Presentbokserie 15. Helsinki. 81 s.
- Raulo, J. 1983. Villa Ahlström. Puistometsän hoito-ohjeet. Noormarkku. Moniste. 18 s.
- Rubens, J. 1982. Urban forest management in the United States. *Arboric. J.* 6(1):13—17.
- Saastamoinen, O. 1979. Valaistun hiihtoreitin käytön ajallinen vaihtelu. Summary: Time patterns in the use of an urban skiing route. *Silva Fenn.* 13(1):101—106.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. Summary: Scenic value of forest landscape. *Acta For. Fenn.* 170:1—74.
- Suomen asetuskokoelma 412/1967.
— 537/1967.
- Townsend, A. 1975. Species crossability patterns and morphological variation among elm species and hybrids. *Silvae Genetica* 24:18—23.
- 1979. Influence of specific combining ability and sex of gametes on transmission of *Ceratocystis ulmi* resistance in *Ulmus*. *Phytopath.* 69:643—645.
- Weinstein, G. 1983. The central park tree inventory: a management model. *J. Arboric.* 9(10):259-262.
- Vesikallio, H. 1980. Determining timber harvesting costs consistent with forest utilization limitations in forest used for recreation. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. Wo-25:132—134.
- Vuokila, Y. 1984. Harsinnan teoriaa ja käytäntöä. *Met-säntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 130:1—107.
- Vuolanto, S. & Tuhkanen, S. 1982. NEKASU: Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuin-alueiden suunnittelussa. Elollinen luonto. Abstract: Taking nature into consideration when planning new residential areas. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus. TKK. Otaniemi. Julkaisu B26: 1—213.
- Wuorenrinne, H. 1978. Metsä urbaanin paineen puristuksessa. Summary: The forest under the urban pressure. Espoon kaupunki. Yleiskaavaosasto. Ympäristöhoito/Metsät.
- 1982. Metsänreunavyöhykkeiden tarkastelua kaupunkimetsiköissä Espoossa. Summary: Studies in forest-edge regions in urban forest in Espoo (southern Finland). *Memor. Soc. Fauna Flora Fenn.* 58:97—101.
- Yksityismetsien ympäristönsuojelu 1980. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki. 17 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1970. Metsäisen maiseman hoito. Teoksessa: Haukioja, M. & Loven, L. (toim.). Niin metsä vastaa... metsät ja luonnonsojelu. S. 117-121.

Total of 282 references

e. Muuta taajamametsien hoitoon liittyvää kirjallisuutta

- Arnold, F. 1980. Trees in urban design. New York. 168 s.
- Arvik, J.H. & Zemdahl, R. L. 1974. Barriers to the foliar uptake of lead. *J. Environ. Qual.* 3(4):369—373.
- Aylor, D.E. 1977. Some physical and psychological aspects of noise attenuation by vegetation. Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:229—233.
- Baumgartner, F.W. 1974. The urban forest; recreation and landscape architecture. Teoksessa: Urban Forestry Conference, University of Wisconsin-Stevens Point. Proceedings. S. 12—15.
- Bernatzky, A. 1974. The effect of trees on the climate of towns. Teoksessa: Tree growth in the landscape. S. 28—31.
- 1977. Climatic influences of the greens and city planning. *J. Arboric.* 3:121—126.
- Biddle, G. 1981. Physical problems caused by trees to buildings and services. Teoksessa: Clouston, B. & Stansfield, K. (toim.). Trees in towns. S. 17—47.
- 1979. Trees and buildings. 2 — Tree root damage to buildings — an arboriculturist's experience. *Arboric. J.* 3:397—412.
- Biles, L.E. 1983. Urban forestry American style. *Arboric. J.* 7 (2):149—154.
- Bingham, C. 1968. Trees in the city. SPO Planning Advisory Service, Rep. 236:1—43.
- Bradshaw, A.D. 1981. Growing trees in difficult environments. Julkaisussa: Research for Practical Arboriculture. Gt. Brit. For. Comm., Occas. Pap. 10:93—106.
- Bridgeman, P. 1977. Selection of trees for amenity value. *For. Brit. Timb.* 6(6):39—40.
- 1979. Trees for town and country: A practical guide to planting and care. London, David and Charles. 144 s.
- 1981. The care and repair of trees. Teoksessa: Clouston, B. & Stansfield, K. Trees in towns. S. 48—68.
- British Standards Institution. 1980. Code of practice for trees in relation to construction. London. 24 s.
- Brush, R.O. 1978. Managing forests for esthetic benefits. Teoksessa: Urban foresters notebook. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—4.
- & Thomas, A.M. 1976. Some psychological and social aspects of trees in the city. Julkaisussa: Better Trees in Metropolitan Landscapes. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:25—29.
- Burdekin, D.A. 1981. Decay — some management considerations. Julkaisussa: Research for Practical Arboriculture. Gt. Brit. For. Comm., Occas. Pap. 10:16—22.
- Caswell, S.J. & Jakus, K. 1977. Role of land use planning in noise control. Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:242—253.
- Children, Nature and the Urban Environment. 1977. Proceedings of a Symposium-fair. 1975. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-30:1—261.
- Clouston, B. & Nevell, A. 1981. The tree and the city. Teoksessa: Clouston, B. & Standfield, K. Trees in towns. S. 1—16.
- Cook, D.I. & Van Haverbeke, D.F. 1972a. The poten-

- tial value of trees shrubs, and land form combinations for noise control. *Int. Shade tree Conf. Proc.* 27:19—25.
- Cook, D.I. & Van Haverbeke, D. 1972b. Trees, shrubs, and landforms for noise control. *J. Soil and Water Conserv.* 27:259—261.
- & Van Haverbeke, D. 1977a. Suburban noise control with plant materials and solid barriers. *Univ. Nebraska. Coll. Engin. Technol. Res. Bull. EM* 100:1—74.
- & Van Haverbeke, D. 1977b. Suburban noise control with plant materials and solid barriers. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment. Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:234—241.*
- Davidson, R.M., Jr. & Byther, R.S. 1980. Construction damage to trees on homesites and other sites. *Washington St. Univ., Coop. Ext. 3 s.*
- Davies, R. & Gardiner, J. 1983. Amenity planting on French motorways. *Arboric. J.* 7(2):211—216.
- Davis, D.D. & Gerhold, H.D. 1976. Selection of trees for tolerance of air pollutants. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:61—66.*
- Demeritt, M.E., Jr. 1973. Prospects for selecting and breeding trees resistant to deicing salt. *Northeastern For. Tree Imp. Conf., 20th, 1972. Proc. S.* 130—140.
- DeWalle, D.R. & Farrand, E.P. 1978. Windbreaks and shade trees; their use in home energy conservation. *Pennsylvania St. Univ. Agr. Ext. Serv., Special Circular* 245:1—8.
- DeVito, A.S. 1978. The effects of corn and oak vegetation on cold air drainage. *Contributing to Storrs Agr. Exp. Sta. Project no. 443:1—131.*
- DeVos, F. 1968. New trees for landscape and street planting. *Int. Shade Tree Conf., Proc.* 44:220—224.
- Dirr, M.A. 1976. Salts and woody-plant interactions in the urban environment. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:103—111.*
- Dochinger, L.S. 1975. Improving city air quality with trees. *Julkaisussa: Forestry issues in urban America. Soc. Amer. For., Proc., 1974. S.* 113—120.
- 1978. Effects of air pollution on trees. *Julkaisussa: Urban foresters notebook. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—3.*
- 1978. Trees and woodlands reduce air pollution. *Julkaisussa: Urban foresters notebook. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—4.*
- Douglass, R. 1975. *Forest recreation. Pergamon Press. Inc.* 331 s.
- Doye, R.P. & Atkinson, L. 1979. Development and construction in wooded areas. *Oklahoma Dept. Agr., For. Div.* 23 s.
- Dwyer, J. 1980. Managing urban forests for recreation. *Trends* 17(4):11—14.
- Dwyer, F. 1980. Urban forestry research for the 1980's. *Soc. Amer. For., Proc., 1979. S.* 297—299.
- Eav, B.B. 1977. A photographic remote sensing system for the detection and quantification of urban tree stress. *St. Univ. New York. Coll. Environ. Sci. For.* 196 s.
- 1977. Development of a photographic remote sensing system to expedite the detection and assessment of tree stress in urban environments. *Julkaisussa: Amer. Soc. Photogr. Annual Meeting* 43:138—154.
- 1978. Development and evaluation of a photographic remote sensing system for the detection and quantification of urban tree stress. *Julkaisussa: Amer. Soc. Photogr. Annual Meeting* 44:265—284.
- Elsner, G.H. (toim.) 1977. Stake-of-the-art methods for research, planning, and determining the benefits of outdoor recreation. *USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. PSW-20:1—62.*
- Fabos, J.G. & Ferris, K.H. 1977. A computerized model for integrating the physical environmental factors into metropolitan landscape planning. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:422—431.*
- Flemer, W. III. 1981. Mixing species of shade trees for beauty and safety. *J. Arboric.* 7:57—63.
- Flora, T. 1979. Trees and buildings. 4. Trees and building foundations. *Arboric. J.* 3:419—425.
- Florida Division of Forestry, 1980. *Tree protection manual for builders and developers.* 39 s.
- Forest Protection Symposium, Moscow, Idaho, 1977, 1978. *Proceedings: A look at protection as it relates to urban, rural, commercial, recreational and environmental forests. Univ. of Idaho, Forest, Wildlife and Range Exp. Sta., 1978.* 83 s.
- Fuhrer, J. 1981. A system for quantitative determination of species and vitalities of urban trees on color-infrared photographs. *Remote Sens. Environ.* 11: 1—8.
- Ganje, T.J. & Page, A.L. 1972. Lead concentrations of plants, soil and air near highways. *Calif. Agric.* 26:7—9.
- Garrett, J.C. 1979. Protecting and repairing trees during construction. *Virginia Polytechnic Inst. St. Univ., Publ.* 395:1—5.
- Garrett, P.W. & Shigo, A.L. 1978. Selecting trees for their response to wounding. *METRIA:1; proceeding of the first conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance (METRIA), 1976. S.* 69—72.
- Geiger, J.R. 1977. Inventorying the urban forest. *Colorado St. For. Serv., For. Man. Inf. Ser.* 13:1—5.
- Gerhold, H.D. & Palpant, E.H. 1968. Prospects for breeding ornamental Scotch pines resistant to air pollutants. *Centr. St. For. Tree. Imp. Conf., Proc.* 6:34—36.
- Giedraitis, J.P. & Kielbaso, J. 1982. *Municipal tree management Urban Data Serv. Rep. Vol. 14(1):1—14.*
- Goddard, M.K. 1969. Trees, forests, and the human environment. *J. For.* 67:11—13.
- Gold, S.M. 1973. *Urban recreation planning. Philadelphia. Lea and Febiger.* 333 s.
- 1977. Social benefits of trees in urban environments. *Intern. J. Environ. Stud.* 10:85—90.
- Hafstad, G.E. 1967. The importance of trees in urban areas. *Int. Shade Tree conf., Proc.* 43:136—143.
- 1967. Why city folks need trees. *Amer. Forests* 73(8):18—21.
- Halverson, H.G. 1980. A computer program to map tree crown shadows in the urban forest. *USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-59:1—16.*
- & Heisler, G.M. 1981. Soil temperatures under urban trees and asphalt. *USDA, For. Serv., Res. Pap. NE-481:1—6.*
- Hasselkus, E.R. 1980. Selecting, planting and caring for your shade trees. *Univ. Wis., Coop. Ext. Prog.* A3067. 6 s.
- Van Haverbeke, D.F. & Cook, D.I. 1978. Controlling suburban noise with trees and solid barriers. *World For. Congress, 8th.* 12 s.
- Heichel, G. & Hankin, L. 1976. Roadside coniferous windbreaks as sinks for vehicular leaf emissions. *J.*

- Air. Poll. Contr. Ass. 26(8):767—770.
- Heisler, G.M. 1974. Trees and human comfort in urban areas. *J. For.* 72:466—469.
- 1975. How trees modify metropolitan climate and noise. Teoksessa: *Forestry issues in urban America*. Soc. Amer. For., Proc., 1974. S. 103—112.
- 1977. Discussion of 'amelioration' — how trees reduce energy loss in cities. *Soc. Amer. For., Proc.* S. 67—70.
- 1978. Effects of trees and woodlands on microclimate and home conditioning costs. In: *Urban foresters notebook*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—6.
- & Herrington, L.P. 1976. Selection of trees for modifying metropolitan climates. Julkaisussa: *Better Trees for Metropolitan Landscapes*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:31—37.
- Henttu, J. 1975. Näkökohtia metsien moninaiskäytön suunnittelun prosessista.
- Herrington, L.P. 1974. Trees and acoustics in urban areas. *J. For.* 72:462—465.
- 1976. Vegetation and thermal environments of human settlements. Teoksessa: *Trees and Forests for Human Settlements* s. 373—381.
- 1977. The role of urban forests in reducing urban energy consumption. *Soc. Amer. For., Proc.* S. 60—66.
- & Brock, C. 1977. Propagation of noise over and through a forest stand. Julkaisussa: *Conference on Metropolitan Physical Environment*, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:226—228.
- & Vittum, J.S. 1977. Human thermal comfort in urban outdoor spaces. Julkaisussa: *Conference on Metropolitan Physical Environment*, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:130—138.
- Hill, A.C. 1971. Vegetation: a sink for atmospheric pollutants. *J. Air. Poll. Contr. Ass.* 21(6):341—346.
- Holm, C. & Simons, T. 1985. Kaupunkien viheralueet. Osaraportti 1. Maisemasuunnittelun laboratorio. Arkkitehtiosasto. TKK. 50 s.
- Holtam, B. 1980. Forestry in an urban environment. *Q. J. For.* 74:141—152.
- Hoogesteger, M. 1974. Saariselkään kuuluu. *Suomen Luonto* 33(3):161—162.
- Howe, V.K. 1979. Environmental values of urban trees. *International Shade Tree Conf. Proc.* 34:1—7.
- Hultman, S. 1976. Urban forests in Sweden: Their use for recreation and timber growing. Teoksessa: *Trees and Forests for Human Settlements* s. 84—92.
- 1979. Interpretation for recreation and wood production in urban forests. *Arboric. J.* 3:483—489.
- Hyvärinen, S. 1986. Metsänhoito ulkoilualueilla. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 58:1—108.
- Ikonen, E. (toim.) 1985. Biologinen tieto yhdyskuntasuunnittelussa. Seminaariraportti. MAB-toimikunta. Suomen Akatemia. Tiedotus 7:1—123.
- Jaatinen, E. & Saastamoinen, O. 1976. Metsien moninaiskäyttötutkimuksen perusongelmat. *Silva Fenn.* 10(2):141—147.
- Kardell, L. 1973. Ekonomisk värdering av rekreation; skogsmark. *Sver. SkogsvårdsFörb. Tidskr.* 71(1):15—32.
- 1979. Vad gör vi på vår fritid i skogen? *Sver. Skogsvförb. Tidskr.* 77(1):22—31.
- Karnosky, D. 1981. Chamber and field evaluations of air pollution tolerances of urban trees. *J. Arboric.* 7:99—105.
- & Houston, D.B. 1979. Genetics of air pollution tolerance of trees in the northeastern United States. Northeast. For. Tree Improv. Conf., 26th 1978. Proceedings. S. 161—177.
- Katila, P. 1986. Taajamanläheisiin ulkoilualueisiin kohdistuvat preferenssit ja odotukset. Maankäytön ekonomian pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 126 s.
- 1987. Ulkoilututkimus Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. Ympäristöministeriö. Sarja A(56):1—133.
- Kaupunkimetsien kulutuskestävyyden lisääminen. 1987. *Puutarha* 90(5):376—377.
- Khalil, M.A.K. 1978. Genetic improvement of trees for the urban environment: Challenges and opportunities. Julkaisussa: *Symposium on the Contribution of Forest Genetics to the Urban Environment*. 1977. Canadian Tree Improvement Assoc., Proc. the 16th meeting. Osa 2:9—19.
- King, G.S. 1979. Proper landscaping can minimize tree problems in the urban environment. *J. Arboric.* 5:62—64.
- Kitamura, M., Shidei, T., Isida, M., Sugahara, S. & Akasaka, M. 1986. Untersuchungen über die Bewohnerstellungsrahmen für Wald und Umwelt. 59 s.
- Korhonen, M. 1982. Liperiläisten ja outokumpulaisten suhtautumisesta metsänhoitoon ja metsämaan käyttöön. Maantieteen pro gradu -tutkielma. Joensuun korkeakoulu. 88 s.
- Krugman, S.L. 1978. Windbreaks and shelterbelts for an improved urban environment. *World For. Congress*, 8th. 8 s.
- Kuhns, L.J. 1980. Potential benefits of mycorrhizae in the urban environment. Julkaisussa: *METRIA Proc.* 3:77—82.
- Lagerwertt, J.V. & Specht, A.W. 1970. Contamination of roadside soil and vegetation with cadmium, nickel, lead and zinc. *Environ. Sci. Technol.* 4(7):583—586.
- Langford, R.C. 1978. Forest land use handbook for urban development. Pennsylvania Dept. Environ. Res., Div. For. 39 s.
- Laurie, J.C. (ed.) 1979. *Nature in cities*. John Wiley and Sons. 428 s.
- Lempicki, E.A. 1979. Products from municipal trees. Julkaisussa: *Urban Waste Wood Utilization*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. SE-16:66—67.
- Leonard, R.E. 1971. Effects of trees and forests in noise abatement. Teoksessa: *Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment*. 1970. S. 35—38.
- Lillesand, M. 1979. Quantifying urban tree stress through microdensitometric analysis of aerial photography. *Photogr. Engin. Remote Sensing* 45:1401—1410.
- Lindsay, D.J. 1971. Protecting and managing trees and wooded areas subjected to heavy recreational use. Teoksessa: *Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment*. 1970. S. 111—114.
- Little, S. 1978. Reducing construction damage to shade and woodland trees. Julkaisussa: *Urban foresters notebook*. USDA, For. Serv., Gen., Tech. Rep. NE-49:1—4.
- Louisiana Office of Forestry. 1981. Protecting trees during construction. *Urban For. Notes* 5:1—4.
- Lull, H.W. & Sopper, W.E. 1969. Hydrologic effects from urbanization of forested watersheds in the Northeast. USDA, For. Serv., Res. Pap. NE-146:1—31.
- Luonnon hoidon ja suojelun kenttäkurssi. 1970. Hel-

- singin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. 81 s.
- Lyon, R.H. 1977. Evaluating effects of vegetation on the acoustical environment by physical scale-modeling. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:218—225.
- MacLean, J.T. 1981. Urban forestry. Oct. 1979—May 1981. NAL-BIBL-81-15. 15 s.
- Magill, A.W. 1963. Evaluating ecological trends on campgrounds. USDA, For. Serv. Res. Note PSW-N16:1—4.
- Mahr, D.L. 1981. Urban integrated pest management. *Wisconsin Urban Forester* 4(4):1—5.
- Maisemien kauneuden ja luonteen suojelemista koskeva suositus 1962. Yhdistyneiden kansakuntien kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö UNESCO. Suomen UNESCO-toimikunta. 7 s.
- May, C. 1978. Selecting and growing shade trees. USDA, Bull. 205:1—22.
- Mayer, H. 1978. Trees and shrubs as ameliorations of the urban climate. *World For. Congress*, 8th. 12 s.
- McCloskey, M. 1978. Nature and cities. *Sierra Club Bull.* 63(3):14—16.
- Mercer, P.C. 1981. The detection of decay and its treatment. *Julkaisussa: Research for Practical Arboriculture.* *Gt. Brit. For. Comm., Occas.* 10:10—15.
- Meurman, O.-J. 1963. Rakentaminen ja luonto. *Suomen Luonto* 22(2):44—55.
- Miles, R. 1971. Effects of trees and forests in landscape aesthetics. *Teoksessa: Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment.* 1970. S. 59—63.
- Miller, D.R. 1978. The energy budget of a forest edge: A model and field measurements at an oak forest — asphalt interface. USDA, For. Serv., For. Exp. Sta. FS-NE-12:1—8.
- Miller, R.W. 1979. UW/SP URBAN FOREST: A computerized urban forest inventory based on tree value. In: Frayer, W. (toim.), *Forest Resource Inventories.* S. 450—470.
- Mitscherlich, G. & Schölzke, D. 1977. Schalldämmung durch Wald. *Allg. Forst-u.J.-Ztg.* 148:125—143.
- Moeller, G.H. 1981. Research programs in urban forestry. *Trends* 18(4):4—9.
- Moll, G. 1978. Urban forest planning. *Julkaisussa: Urban foresters notebook.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—7.
- Morales, D.J. 1980. The contribution of trees to residential property value. *J. Arboric.* 6:305—308.
- Motto, H.L., Daines, R.H., Chilko, D.M. & Motto, C.K. 1970. Lead in soils and plants: its relationship to traffic volume and proximity to highways. *Environ. Sci. Technol.* 4(3):231—237.
- Murphy, C., Sinclair, T. & Knoerr, K. 1971. An assessment of the rise of forests as sinks for the removal of atmospheric sulfur dioxide. *J. Environ. Qual.* 6(4):388—396.
- Nelson, W.R. 1976. Esthetic considerations in the selection and use of trees in the urban environment. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:13—24.
- Nevalainen, T. 1982. Kaupunkimetsiköiden aluskasvillisuuden kuluminen — teoriaa ja taustatutkimus Joensuusta. *Maantieteen pro gradu -tutkielma.* Joensuun korkeakoulu. 68 s.
- Neville, L. 1979. Planning and management of the urban forest. *Tree Wardens, Arborists, and Utilities Conference, 1979, Proc.* s. 42—50.
- Noyes, J.H. 1971. Managing trees and woodlands to improve the aesthetics of communities. *Teoksessa: Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment.* 1970. S. 115—120.
- Nylund, L., Nylund, M. & Kellomäki, S. 1978. Leirinnän aiheuttamat muutokset metsäekosysteemeissä. *Ympäristö ja Terveys* 9(6):393—397.
- Olson, J.E. & Wray, P.H. 1979. Preventing construction damage to trees. *Iowa St. Univ. Coop. Ext. Serv., PM* 909:1—4.
- Pakonen, T. 1981. Observations on the nutrient status in air polluted urban forest stands. *Silva Fenn.* 15:483—487.
- Parikka, H. 1981. Maisemallisesti kuuluisien metsäisten kohteiden uudistaminen. *Metsänhoitotieteen seminaariesitelmä.* Helsingin yliopisto. Moniste 8 s.
- Parker, J. 1978. Effects of heat, cold, drought, wind, and salt spray on urban trees. *Julkaisussa: Urban foresters notebook.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—8.
- 1978. Effects of unfavorable soil conditions on urban trees. *Julkaisussa: Urban foresters notebook.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—8.
- Patch, D. 1981. Broadleaved trees for amenity. *Q. J. For.* 75:29—35.
- Patterson, J.C. 1976. Soil compaction and its effects upon urban vegetation. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:91—102.
- 1980. The impact of urban soils on vegetation. *Julkaisussa: METRIA Proc.* 3:33—56.
- Payne, B.R. 1978. Trees increase residential property values. *Julkaisussa: Urban foresters notebook.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1—5.
- Pham, C.H. 1978. Precipitation and runoff water quality from an urban parking lot and implications for tree growth. USDA, For. Serv., Res. Note NE-253:1—6.
- Pirone, P.P. 1976. Maintenance of trees. *Teoksessa: Trees and the community. Proceedings of a symposium...* 1973. S. 23—26.
- Pitkäniemi, M. 1978. Ulla Kivivuoren artikkelissa: Vaja tuottoinen voi tuottaa terveyttä. *Metsälehti* 43.
- Pitt, D. 1979. Trees in the city. *Teoksessa: Nature in cities* s. 204—229.
- Plumley, H.J. 1977. Design of outdoor urban spaces for thermal comfort. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:152—162.
- Proceedings of the national urban forestry conference. 1978. USDA, For. Serv., For. Res. St. Priv. For. 2(2—3):1—874.
- Pryke, J.F.S. 1979. Trees and buildings. 3:388—396.
- Raad, A. 1969. Green spaces and air pollution. *Arboric. Associat. J.* 1:234—245.
- Rautvuori, E. 1941. Suomen kauppalakuntien metsät. *Acta For. Fenn.* 50(4):1—49.
- Reethof, G. 1976. Absorption of sound by tree bark. USDA, For. Serv., Res. Pap. NE-341:1—6.
- 1977. Sound absorption characteristics of tree bark and forest floor. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment, Syracuse, 1975. Proceedings.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:206—217.
- & Heisler, M. 1976. Trees and forests for noise abatement and visual screening. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:39—48.
- Reinola, A. 1972. Maisemanhoito tienrakennuksessa. *Dendrol. Seur. Tied.* 3(2):22—24.

- Reunala, A. 1979. Metsäluonnon vaikutus ihmiseen. *Metsä ja Puu* 1979(6-7):4-7.
- 1980. Metsä sosiaalisena ympäristönä. *Metsä ja Puu* 1980(12):4-7.
- Reynolds, E.R. 1979. Tree roots and built developments. Bristol. U.K. Dep. Environ. 20 s.
- Rhoads, A.F. & Brennan, E. 1977. Air quality as reflected by injury to metropolitan vegetation. *Julkaisussa: Conference on Metropolitan Physical Environment*, Syracuse, 1975. Proceedings. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-25:303-307.
- Rich, S. 1971. Effects of trees and forests in reducing air pollution. *Teoksessa: Symposium on Trees and Forests in an Urbanizing Environment*. 1970. S. 29-33.
- 1973. Trees and urban climate. *Natural History* 82(9):70.
- Richards, N.A. & Leonard, R.E. 1973. Urban forestry and recreation developments in relation to fertilization. *Julkaisussa: Forest Fertilization Symposium*, Proc. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-3:111-116.
- Ritchey, D. 1980. Urban forestry: A bibliography. Lisle, Illinois, Morton Arboretum, Sterling Morton Library. 17 s.
- Rocray, D. 1983. Problems affecting urban trees in Quebec city. *J. Arboric.* 9(6):167-169.
- Rodgers, L.C. & Harris, M.K. 1983. Remote sensing survey of pecan trees in five Texas cities. *J. Arboric.* 9(8):208-213.
- Rosengren, C. 1979. Luonnonkasvillisuus asuuntoalueilla. *Silva Fenn.* 13(2):166-169.
- Rowntree, R.A. & Wolfe, J.L. 1980. Abstracts of urban forestry research in progress — 1979. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-60:1-72.
- Rublowky, J. 1967. Nature in the city. New York. 152 s.
- Saastamoinen, O. 1974. Metsien virkistyskäytön suunnittelusta. Pohjois-Savon maakuntaliiton monistesarjassa 2:11-20. Metsät moninaiskäytössä. *Kuopio*. 39 s.
- 1979. Valaistun hiihtoreitin käytön ajallinen vaihtelu. Summary: Time patterns in the use of an urban skiing route. *13(1):101-106*.
- 1981. Ulkoilualueiden käytön ajallinen vaihtelu Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 6:30-32.
- 1984. Metsien moninaiskäyttö — nykytilanteen arviointia. *Metsä ja Puu* 6-7:4-6.
- Salmi, J. 1981. Erikoismetsät metsätalouden suunnittelussa. Metsänhoitotieteen seminaariesitelmä. 9 s.
- Salo, M. 1984. Viheralueiden rakentaminen ja hoito. Tutkimus- ja kehittämistarve. VTT. Tiedotteita 272:1-39.
- Santamour, F.S. 1976. Breeding and selecting better trees for metropolitan landscapes. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:1-8.
- 1977. The selection and breeding of pest-resistant landscape trees. *J. Arboric.* 3:146-152.
- Shaw, L.J. & Hodson, M.J. 1981. The effect of salt dumping on roadside trees. *Arboric. J.* 5:283-289.
- Shigo, A.L. 1975. Wounds: Number one problem of city trees. *Teoksessa: Forestry issues in urban America*. Soc. Amer. For., Proc., 1974. S. 121-123.
- 1978. Protecting and maintaining urban trees. *World Forestry Congress*, 8th. 6 s.
- 1978. Wounds and wound treatments of urban trees. *Julkaisussa: Urban foresters notebook*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1-6.
- Sievänen, T. 1980. Metsien virkistyskäyttö Keravalla. Maankäytön ekonomian laitoksen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 100 s.
- 1981. Rovaniemäläisten ulkoiluaktiivisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 6:33-36.
- Smith, J. & Matthews, J. 1972. Environmental tolerances and visitor preferences for some forest recreation habitats in British Columbia. *For. Chron.* 48(5):133-137.
- Smith, W.H. 1974. Air pollution and urban woody vegetation. *Teoksessa: Urban Forestry Conference*. 1974. Proceedings. S. 121-140.
- & Dochinger, L.S. 1976. Capability of metropolitan trees to reduce atmospheric contaminants. *Julkaisussa: Better Trees for Metropolitan Landscapes*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22:49-59.
- & Staskawicz, B.J. 1977. Removal of atmospheric particles by leaves and twigs of urban trees: Some preliminary observations and assessment of research needs. *Environ. Manag.* 1:317-330.
- Stark, T.F. 1977. Quantification of human thermal balance in nine microclimates. *For. Exp. Sta. Grant FS-NE-17:1-203*.
- Sucoff, E. 1975. Effect of deicing salts on woody vegetation along Minnesota roads. *Minnesota Agr. Expt. Sta., Tech. Bul.* 303, For. Ser. 20:1-49.
- Tattar, T.A. 1981. Stress models for trees in the urban environment. *Arboric. J.* 5:55-56.
- Thayer, R.L. 1983. Solar access and the urban forest. *Arboric. J.* 7(3):179-190.
- Townsend, A.M. 1983. Selection and breeding of urban trees. *Arboric. J.* 7(2):87-91.
- Tuomikoski, R. 1942. Kulttuurikasvillisuuden tutkimisesta. *Luonnon Ystävä* 46(5):173-178.
- Twiss, R.H. 1963. Information and outdoor recreation research. USDA, For. Serv., Res. Note PSW-3:1-8.
- 1969. Conflicts in forest landscape management — the need for forest environmental design. *J. For.* 67(1):19-23.
- & Camp, H.W. 1963. Forest recreation research at the pasific southwest forest and range experiment station. USDA, For. Serv. Res. Note PSW-12:1-17.
- U.S. Heritage Conservation and Recreation Service, 1980. Urban parks and recreation: A trends/analysis report. *Tech. Note* 6:1-8.
- Wallner, W.E. 1978. Protection against insects and diseases. *Julkaisussa: Urban foresters notebook*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1-4.
- Walterscheidt, M.J. 1980. Planning an urban forestry program for a small community. *Wisconsin Urban Forester* 3(7):9-12.
- Warner, T.D. 1981. Amenity values of woody planting. *Teoksessa: Windbreaks — Agriculture; a new beginning*. S. 123-130.
- Warren, J.L. 1973. Green space for air pollution control. *Exchange Bibliogr.* 490:1-23.
- 1973. Green space for air pollution control. *North Carolina St. Univ. Tech. Rep.* 50:1-118.
- Watt, R. 1978. Shade-tree selection. *Julkaisussa: Urban foresters notebook*. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-49:1-8.
- West, P.C. Social barriers to participation in urban forest recreation by the physically handicapped, mentally retarded, and mentally ill. *Univ. Michigan*. 220 s.
- Whitcomb, C.E. 1979. Factors affecting the establishment of urban trees. *International Shade Tree Conference*. Proc. 34:55-59.
- Whitt, D.M. 1971. Environmental benefits of vegeta-

- tion. Short Course on Roadside Development 30:59—62.
- Wild, C. 1981. Managing the landscape of towns. Teoksessä: Clouston, B. & Stansfield, K. Trees in towns s. 128—164.
- Wilson, C.L. & Ellett, C.W. 1980. The diagnosis of urban tree disorders. *J. Arboric.* 6:141—145.
- Worf, C.L. 1980. Identifying shade tree problems. Univ. Wisconsin, Coop. Ext. Prog. 8 s.
- Vuolanto, S. 1979. Ulkoilu ja sen aiheuttamat ympäristöhaitat. Seminaarijulkaisu s. 26—30. Jokamiehen-
- oikeudet luonnon virkistyskäytössä. Ympäristölautakunnan koulutusseminaari 13.2.1979. Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta. 65 s.
- Wuorenrinne, H. 1976. Opastusta ympäristönsuojeluun. Otakustantamo. Espoo. 109 s.
- Your tree's trouble may be you! 1974. USDA, Inf. Bull. 372:1—19.
- Zisa, R.P. 1980. Establishment and early growth of conifers on compact soils in urban areas. USDA, For. Serv., Res. Pap. NE-451:1—8.

SUMMARY

Urban forestry

The aim of the study is to examine the present state of research on urban forestry in Finland and abroad, to outline the overall research task, and to determine the need for research in each individual field. Urban forests in this paper are taken to mean forested areas in urban areas, or in the immediate vicinity of such areas, where the primary aim of management is to develop the scenic structure, to provide a recreational environment and a protective greenbelt, and to increase the resistance of the forest. The study is divided into a literature review and a research programme.

Urban forestry is divided in the literature review into four sub-areas as follows:

1. Urban forests as a recreational environment. Forests play an important scenic role in urban environments. Forests can also provide facilities for outdoor recreation. What sort of forest is of scenic value and offers good recreational potential is examined.
2. Urban forests as a protective greenbelt. Forest vegetation can be used rather effectively to filter out air pollutants, to act as a means of sound abatement, screen unsightly areas, and to have a beneficial effect on the microclimate. The capacity of different types of forest to reduce each environmental disturbance is determined.
3. The vitality of urban forests. The vitality of urban forests is weakened by damage caused by construction work and outdoor recreation, various air pollutants and fungal and insect damage. In addition to damaging agents other factors affecting the resistance of forests are examined in the study.
4. The planning and management of urban forests. The aim of the planning and management of urban forests is to increase the potential offered by the forests, and to reduce the effect of damaging agents. The principles of urban-forest planning and management are examined.

The aim of recreation-forest management is to increase the scenic value and suitability of the forest for recreation purposes. Retention of the vitality of the forest is important.

The aim of the management of a protective greenbelt is to increase the efficiency of its protective effect. The management principles vary according to the way in

which the environmental disturbances are to be reduced. The main overall goal is to maintain the capacity of the protective belt to resist environmental disturbances.

Many fields of science are involved in research on urban forestry. In addition to forestry, they also include botany, horticulture, environmental protection, landscape architecture and area planning. The need for research is presented according to the individual sub-areas in the development programme for research on urban forestry:

1. The present state of urban forests and the management of urban forests in Finland. The aim of the study is to define the concept of urban forest, and to determine the extent of urban forests in Finland and the principles according to which they are managed. The importance of forests in the scenic structure of urban areas also requires study.
2. Urban forests as a recreational environment. Research topics include the scenic requirements set by people on forests and the suitability of the forests for recreational use.
3. Urban forests as a protective greenbelt. In order to increase the protective effect, information is needed about the effect of different tree and shrub species and the structure, size and positioning of shelterbelts on the protective properties.
4. The vitality of urban forests. Research is needed to identify the agents causing damage to urban forests, such as building, trampling, air pollutants, and their interactions. Neither is enough known about the factors affecting the resistance of forests. The most important research problems are how should the forests be managed in order to avoid damage, and how any damage which develops can be alleviated.
5. Economic aspects of urban forests. The research problems are the economic questions associated with the establishment, management and use of urban forests and their planning. Both the management costs of urban forests and the economic benefit obtained from such forests should be examined.
6. Urban forest planning. Development of the planning of urban forests presupposes research into the principles of planning and forest use and management planning.

Liite 1. Kaupunginmetsänhoitajien esittämät tutkimustarpeet taajamametsien hoidosta.

1. Kaupunkilaisten maisemalliset arvostukset.
2. Eri ulkoilutoimintojen metsälle asettamat vaatimukset.
3. Kaupunkimetsän eri tuotteiden merkitys.
4. Kaupunkimetsän ja talousmetsän erot tuotantofunktioiden, tuoton ja kustannusten välillä.
5. Kaupunkimetsän ja talousmetsän käsittely- ja hoitomenetelmien erilaisuus.
6. Kaupunkilaisten mielipiteet ja asenteet kaupunkimetsän hoidosta.
7. Virkistysmetsän eri uudistusmenetelmiin liittyvä problematiikka.
8. Vanhojen metsiköiden luontaisen uudistamisen mahdollisuudet.
9. Eri puulajien soveltuvuus: virkistysarvo, kestävyys, tuottavuus ja luontainen kaupunkikuva.
10. Jalopuumetsiköiden perustaminen ja hoito.
11. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito.
12. Puunkorjuu kaupunkimetsässä: kertapoistuman määrä, eri korjuumenetelmien soveltuvuus, kapasiteetti ja kustannukset sekä hankinta- ja pystymyynnin vertailu.
13. Hakkuuajankohdan vaikutus hyönteistuhoihin.
14. Hakkuutähteiden korjuun vaikutus metsän ekologiseen ravinnetasapainoon ja hakkuutähteiden haketus.
15. Ulkoilupalvelujen ja luonnonhoidon yhteydet.
16. Virkistysalueiden rakenteet kuten polut, raput, kaiteet, opastaulut.
17. Raakamaan kuten savikkojen metsitys.
18. Kaatopaikkojen metsitys.
19. Rantapenkereiden, jyrkkien rinteiden, meluvallien ja ruoppausalueiden sitominen kasvillisuuden avulla.
20. Metsän kulutuskestävyyden lisääminen.
21. Eri puulajien kestävyys ilmansaasteita ja muita vaurionaiheuttajia vastaan.
22. Eri vaurionaiheuttajien yhteisvaikutukset.
23. Vanhojen kuusikoiden elinvoimaisuuden ongelmat.
24. Puuston valmentaminen rakentamista vastaan.
25. Rakentamisen yhteydessä tehtävät massansiirrot.
26. Rakentamisen ja kulutuksen aiheuttamien juuristo- ja runkovaurioiden ennaltaehkäisy ja hoito.
27. Rakentamisen yhteydessä tapahtuvan pohjaveden tason laskun vaikutukset puustoon.
28. Metsän sopeutuminen rakennettavalla alueella, etenkin savimaat, kadunvarsialueet.
29. Metsätuhojen vertailu kaupunkimetsän ja talousmetsän välillä.
30. Metsätuhojen ennaltaehkäisy.
31. Metsien pirstoutuminen ja metsän ns. minimikoko.
32. Lannoituksen kokonaisvaikutukset metsäekosysteemiin: erityisesti lannoituksen ja ilman epäpuhtauksien yhteisvaikutukset.
33. Rauhoitettujen lehtoalueiden kasvillisuuden säilyttäminen.
34. Taajamametsäsuunnittelun kehittäminen.
35. Virkistysalueuokituksen kehittäminen.
36. Kuinka suuri pinta-ala metsää tulisi kaupungilla olla, jotta tarvittaisiin kaupunginmetsänhoitaja?

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoelasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 672 Onttinen, Sirpa: Metsurin työvälinekustannukset 1985.
Forest workers' equipment costs in Finland in 1985.
- No 673 Gustavsen, Hans Gustav & Päivänen, Juhani: Luonnontilaisten soiden puustot kasvullisella metsämaalla 1950-luvun alussa.
Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland.
- No 674 Mikkola, Kari & Sepponen, Pentti: Kasvupaikkatekijöiden ja kasvillisuuden suhteet Luoteis-Enontekiön tunturikoivikoissa.
Relationships between site factors and vegetation in mountain birch stands in northwestern Enontekiö.
- No 675 Repo, Seppo: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1984—1986.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1984—1986.
- No 676 Keskiälö, Pentti & Sepponen, Pentti: Erialaisten moreenimuotojen kasvupaikkaominaisuuksia Pohjois-Suomessa.
The site properties of different types of moraine formation in northern Finland.
- No 677 Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkiin, lehtipuutukkiin, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihoiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista 14. päivänä kesäkuuta 1985 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut om förändring av beslutet från den 14 juni 1985 om de enhetsvolymtal, som används vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer.
- No 678 Isomäki, Antti: Linjakäytävän vaikutus reunapuiden kehitykseen.
Effects of line corridors on the development of edge trees.
- No 679 Peltonen, Antti: Metsien uudistaminen turvemaiden kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset.
Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978—1979.
- No 680 Naskali, Arto: Keskittymisindeksit ja ostajien keskittyminen Pohjois-Suomen raakapuumarkkinoilla.
Concentration indices and buyer concentration in the roundwood markets in Northern Finland.
- 1987
- No 681 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas.
- No 682 Voipio, Raili: Puiden biomassan vitamiinipitoisuus.
Vitamin content of tree biomass.
- No 683 Uusvaara, Olli & Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen tiiviys ja muita teknisiä ominaisuuksia.
Solid content and other technical properties of forest chips.
- No 684 Rikkinen, Pentti: Havutukkiin kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen.
Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark.
- No 685 Huuri, Olavi, Lähde, Erkki & Huuri, Leena: Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen.
Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations.
- No 686 Valtanen, Jukka & Engberg, Mikael: Vuosina 1970—72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla.
The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72.
- No 687 Nurmi, Juha: Polttohakkeen kuivatus traktorikonteissa.
Drying of fuel chips and chunks in wooden bins.
- No 688 Juntunen, Marja-Liisa (red.): Arbetssäkerhet och belastning vid självverksamma skogsägares drivningsarbete. — NSR slutrapport.
Work safety and strain of self-employed forest owners during logging.
- No 689 Nöjd, Pekka, Mälkönen, Eino & Kukkola, Mikko: Lehtikuusen lannoituskokeiden tuloksia.
Growth response of *Larix* to fertilization.
- No 690 Metsätilastollinen vuosikirja 1986.
Yearbook of Forest Statistics 1986.
- No 691 Ritari, Aulis: Lumipeitteen sulamisen riippuvuus eräistä metsikkö- ja kasvupaikkatunnuksista Kivalon tutkimusalueella.
Ablation of late snowcover in relation to some stand and site characteristics in Kivalo, northern Finland.
- No 692 Sirén, Matti, Ala-Ilomäki, Jari & Högnäs, Tore: Harvennuksiin sovelletun metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus.
Mobility of forwarding vehicles used in thinnings.
- No 693 Löfström, Irja (toim. — ed.): Taajamametsien hoito.
Urban forestry.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaleilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0785-9
ISSN 0015-5543