

KAUPUNKIMETSIIEN VAURIOITUMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

SEPPÖ KELLOMÄKI ja HEIKKI WUORENRINNE

SUMMARY:

ON FACTORS EFFECTING ON DETERIORATION OF URBAN FORESTS

Saapunut toimitukselle 1979-04-11

Tutkimuksessa on selvitetty kirjallisuudesta saadun aineiston perusteella kaupunkimetsien vaurioitumiseen vaikuttavia tekijöitä. Tärkeimmiksi tekijöiksi osoittautuvat metsiköiden pirstoutumisen ja ravinteisuuden asteet. Näiden tekijöiden perusteella on vaurioitumisen asteelle kehitetty regressiomalli, jonka ominaisuuksia on tutkittu. On tarkasteltu myös tulosten tulkintaa ja soveltamista.

JOHDANTO

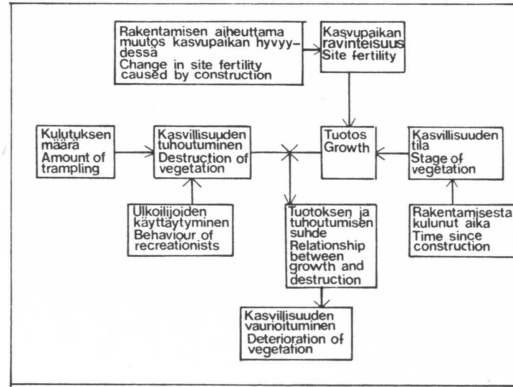
Luonnonkasvillisuuden hyväksikäyttöön kaupunkirakenteessa liittyy monia vaikeuksia. Erityisesti alkuperäinen metsäkasvillisuus kärsii kaupunkiympäristössä, minkä vuoksi sen tarjoamat mahdollisuudet kaupunkisuunnittelussa näyttävät odotettua pienemmiltä (vrt. esim. ARMAS 1976). Ilman epäpuhtauksien lisäksi vähentävät puiden elinvoimaa ja tuotosta maaperän olosuhteissa tapahtuvat muutokset, erityisesti pohjavesipinnan lasku katurakennus-, kaapelonti-, viemärointi- ym. töiden seurauksena. Myös pensaiden ja pintakasvillisuuden elinmahdollisuudet näyttävät heikoilta, sillä asuinalueiden metsien kulutus ylittää helposti niiden uusiutumiskyvyn (vrt. KELLOMÄKI ja SAASTAMOINEN 1976). Itse asiassa myös pensaston hyväksikäyttömahdollisuudet riippuvat siitä, kuinka suuri käyttö vastaa niiden uusiutumiskykyä kulloisissakin

olosuhteissa. Käyttö voidaan tällöin ilmaista esimerkiksi asukastiheytenä pinta-alayksikköä kohti.

Metsien pintakasvillisuutta koskevien tutkimusten perusteella (esim. HOMSTRÖM 1970, KELLOMÄKI 1977 a) tiedetään, että kulutuksen voimakkuus ja kasvupaikan ravinteisuus säätelevät ensisijaisesti kasvipeitteen kulloistakin tilaa. Kulutuksen määrä vaikuttaa myös puiden kasvuun, sillä kulutuksen kasvaessa lisääntyy esimerkiksi puihin kohdistuva väkivalta ja juuristojen vaurioituminen. Voidaan olettaa, että kulutuksen lisäksi puiden ja muun kasvillisuuden elinmahdollisuudet määräytyvät sen mukaan, miten voimakkaasti rakentaminen muuttaa koko ekosysteemin rakennetta. WUORENRINTEEN (1978) mukaan esimerkiksi metsäalueiden pirstoutumisen aste kuvastaa rakentamisen kokonaisekologista vaikutusta,

ja sitä voidaan käyttää metsiköiden elinmahdollisuuksien ennakointiin. Rakentamisen aiheuttamat vauriot saattavat toisaalta myöhemmin korjautua, ja alueelle voi riittävän ajan kuluttua syntyä kaupunkiympäristöön hyvin sopeutunut kasvipeite (vrt. kuva 1).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, missä määrin kaupunkimetsiin kohdistuva paine (asukasmäärä metsän pinta-alayksikköä kohti), metsän kasvupaikkojen ravinteisuus (metsäalueen metsätuotantokautuma), rakentamisen aiheuttama kokonaismuutos ekosysteemissä (rakennetun alueen metsäpinta-ala) korreloivat rakennusalueiden metsien vaurioituneisuuden (pintakasvillisuuden vaurioituneisuus) kanssa.



Kuva 1. Kasvillisuuden vaurioitumiseen vaikuttavia tekijöitä.
Fig. 1. Factors effecting on deterioration of vegetation.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen aineistona on käytetty WUORENRINTEEN (1978) julkaisemia tuloksia Etelä-Espoon metsien tilasta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä. Aineisto on kuvattu taulukossa 1. WUORENRINTEEN aineistosta on jätetty pois Viherlaakso—Karakallion alue poikkeuksellisen luonteensa vuoksi (vrt. WUORENRINNE 1978, s. 38). Aineiston analyysiin on sovellettu korrelaatio- ja regressioanalyysiä, jolloin selitettävänä muuttujana on ollut metsien vaurioitumisen aste ja

selittäjinä muut taulukossa 1 esitetyt muuttujat. Itse analyysissä käytettiin metsikön vaurioitumisen asteen mittalukuna mustikkatyypin metsien ja kalliometsien vaurioitumisen keskiarvoa. Ravinteisuuden mittalukuna puolestaan käytettiin mustikkatyypin metsien ja kalliometsien pinta-alasuukien suhdetta. Nollalla jaon välttämiseksi annettiin nollahavainnolle arvo yksi, mikä ei sanottavasti muuta havaittua tilannetta. Havaintoja oli kaikkiaan 16.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Metsiköiden vaurioitumisen astetta tarkasteltiin ensiksi erikseen suhteessa selittäviin muuttujiin. Metsiköiden vaurioituneisuus korreloitui ainoastaan suhteellisen löyhästi selittäviin muuttujiin, ja vain riippuvuus metsäalueen koosta oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.10$) (kuva 2). Tässä tapauksessa parhaimman tuloksen antoi pisteparveen sijoitettu logaritminen funktio, mutta tällöinkin selitysaste jäi alhaiseksi. Myös metsäalueen ravinteisuus korreloitui jossain määrin vaurioitumiseen, ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevällä kiinteydellä ($p > 0.10$).

Vaurioitumisen ja metsäalueen koon väli-

nen riippuvuus oli odotettavissa, kuten WUORENRINNE (1978) on aiemmin osoittanut. Myös ravinteisuuden vaikutus metsän kulutuskestävyyteen on osoitettu aiemmin, ja esimerkiksi KELLOMÄKI ja SAASTAMONEN (1976) ovat osoittaneet metsätuotantokauden arvioimiseen. Kulutuskestävyytutkimuksissa on osoitettu, että kulutuksen voimakkuudella on keskeinen merkitys pintakasvillisuuden tuhoutumisessa. Nyt saatu tulos, kulutuksen voimakkuuden korreloimattomuus vaurioitumisen kanssa, on sikäli johdonmukainen, että voimakkaassa kulutuksessa pintakasvillisuus tuhoutuu aina

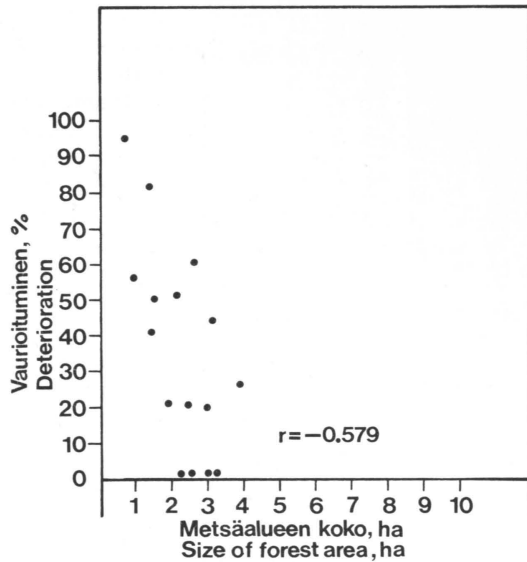
Taulukko 1. Käytetyn aineiston kuvaus.
Table 1. Description of the study material.

Alue Area	Asukkaita/ metsähehtaari Inhabitants/ forest hectare	Asuinalueen ikä, v Age of residential area, yr.	Metsäalueen koko, ha Size of forest area, ha	Vaurioituneen pin- takasvillisuuden ¹⁾ osuus % Share of deteriorated ground cover %		Kasvupaikkatyypin pinta-alaosuus ²⁾ Share of site type from area %			Huomautuksia Additional information
				a	b	a	b	c	
Karakallio-Viherlaakso	116	10	8.0	38	44	54	24	22	Rakentaminen suoritettu
Pohjois-Tapiola	391	25	1.8	43	0	43	4	53	yhtenäiselle metsäalueelle
Etelä-Tapiola	374	25	2.1	54	56	56	44	0	Area in continuous
Suvikumpu	360	25	2.2	0	0	79	21	0	Area in continuous
Karhusaari	38	25	3.0	0	0	59	13	28	»
Kivenlahti	62	5	4.4	24	38	56	35	9	»
Soukka	133	15	3.9	18	35	38	56	6	»
Olari	97	10	2.4	27	12	63	35	2	»
Matinkylä	67	5	2.8	23	16	67	24	9	»
Haukilahti	103	15	2.6	20	99	49	38	13	»
Otsolahti	299	25	1.3	27	55	62	27	11	»
Lähderranta	110	15	3.0	0	0	99	0	1	Rakentaminen suoritettu
Suvela	210	05	0.7	90	99	87	13	0	metsäsaarekkeille
Tontunmäki	255	25	0.9	40	72	77	12	11	Area in solitude stands
Tapiola	458	25	1.5	99	0	99	0	1	»
Kivenlahti	152	10	2.5	0	0	90	10	0	»
Soukka	22	25	1.3	65	99	72	28	0	»

¹⁾a: Mustikkatyypin metsiköt — Stand of Myrtillus type

b: Kalliometsiköt — Stands on rocky terrain

c: Muita metsätuotantokauden edustavat metsiköt — Stands of other site types



Kuva 2. Vaurioitumisen korreloituminen metsäalueen kokoon.
Fig. 2. Relationship between deterioration and size of forest area.

riippumatta mahdollisista kulutuskestävyyseroista alhaisilla kulutustasoilla (vert. KELLOMÄKI 1977 a). Kasvupaikan ravinteisuuden heikko vaikutus vaurioitumisen asteeseen selittyy myös osittain tämän perusteella. Ainakaan nyt käsitellyistä tapauksissa ei merkittävää kasvipeitteen mukautumista uusiin olosuhteisiin ja sen mukaista vaurioasteen alenemista havaita, sillä rakennetun alueen iän vaikutus vaurioitumisen asteeseen oli merkityksetön. Myös HOLMSTRÖMIN (1970) mukaan voi kasvipeitteen korjautuminen jatkuvan kulutuksen alaisena olla hidasta ja ongelmallista.

Koska kaikkien yksittäisten selittäjien korrelaatiot vaurioituneisuuteen jäivät alhaisiksi, tutkittiin erilaisten selittäjäkombinaatioiden vaikutusta askeltavaa regressioanalyysia soveltaen. Vaihtoehtoisten mallien vertailu suoritettiin mallien kokonais selitysasteen sekä kokonaisu mallin että sen yksittäisten selittäjien tilastollisen merkittävyyden perusteella. Edellinen testaus suoritettiin F-testillä ja jälkimmäinen t-testillä ja hyväksymisen rajana pidettiin 10 prosentin riskiä ($P < 0.10$). Näin suoritettu valinta antoi parhaimmaksi malliksi yhtälön, jossa

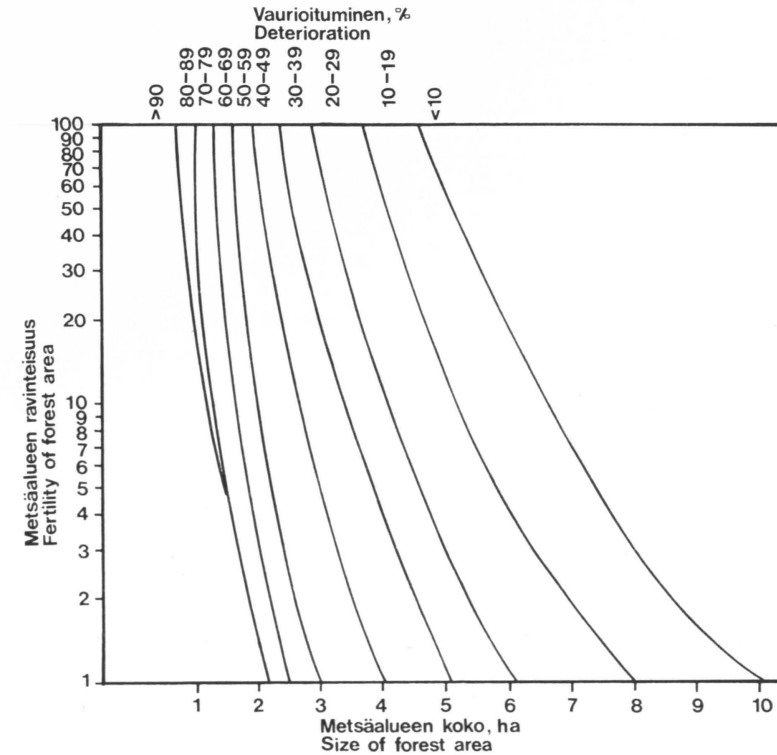
metsäalueen koko ja ravinteisuus sisällytettiin logaritmisena mallin yhtälön (1) esittämässä muodossa

$$(1) y = 212.28 - 44.37 \ln x_1 - 7.13 \ln x_2, \\ R = .763,$$

missä y on vaurioituminen, x_1 metsäalueen koko ja x_2 ravinteisuus. Vaikka mallin yhteiskorrelaatio kohoakin suhteellisen korkeaksi, jää kokonais selitysaste kuitenkin vain 58 %:iin selitettävänä muuttujan kokonaisvarianssista. Rakennetun alueen iän sisällyttäminen malliin kohotti mallin selitysastetta 61 %:iin, mutta malli ei tässä tapauksessa enää täyttänyt selittävien muuttujien valinnalle asetettuja tilastollisia kriteerejä.

Mallista 1 havaitaan yhtenäisten ja ravinteisuudeltaan hyvien metsäalueiden kestävän parhaiten rakentamisen painetta, kuten jo muuttujien yksittäistarkastelun perusteella oli pääteltävissä. Mallin (1) tulkinta on varsin yksiselitteinen, sillä selittäjien keskinäinen korreloituminen ei häiritse tulkin taa (vrt. taulukko 2). Metsäalueiden koko ja ravinteisuus näyttävät nyt analysoidun aineiston perusteella tekijöiltä, jotka vaikuttavat itsenäisesti rakennetun alueen metsien tulevaan kehitykseen.

Analyysin kolmannessa vaiheessa tutkittiin yhtälön (1) ominaisuuksia syöttämällä siihen metsien kokoa ja ravinteisuutta koskevaa aineistoa, joka sisältyy mallin kattaamaan variaatioalueeseen. Laskennan tulokset on esitetty kuvan 3 mukaisena nomogrammina, jossa vaurioituminen on esitetty metsäalueen koon ja ravinteisuuden funktiona. Havaitaan, että koko ja ravinteisuus ovat toisiaan korvaavia. Jos hyväksyttäväksi vaurioitumisasteeksi otetaan 40 %, mitä esimerkiksi BEARDSLEY ja WAGAR (1971) pitävät esteettisesti vielä hyväksyttävänä, on metsäalueen minimikoko karuilla alueilla 4–5 ha ja rehevillä alueilla 2–3 ha. Jos hyväksyttävä vaurioaste valitaan alhaisemmaksi, kasvavat minimipinta-alat, karuilla alueilla kuitenkin nopeammin kuin rehevillä. Vaurioitumisen aste lähenee nolaa kasvupaikan ravinteisuudesta riippumatta, jos metsikön pinta-ala kohoaa yli 10 hehtaariin. Tämä kuvastanee myös ihmisten ulkoilukäyttäytymistä, joka näyttää keskittyvän asuinalueen läheisille metsä-



Kuva 3. Vaurioituminen metsäalueen koon ja ravinteisuuden funktiona.
Fig. 3. Deterioration as a function of size of forest area and site fertility.

Taulukko 2. Analyysissä käytettyjen muuttujien keskinäiset korrelaatiot.
Table 2. Correlations between variables used in analysis.

Muuttuja Variable	1	2	3	4	5	6	7
Asukastiheys/metsähehtaari 1 Density of inhabitants/ forest hectare	1.000						
Asuinalueen ikä, v Age of residential area, yr	.535	1.000					
Metsäalueen koko, ha Size of forest area, ha	-.485	-.415	1.000				
Pintakasvillisuuden vaurioituminen, % Deterioration of ground cover, %	.084	.020	-.579	1.000			
Mustikkatyyppin osuus, % Share of Myrtillus type, %	.152	-.057	-.378	.007	1.000		
Kalliometsien osuus, % Share of stands on rocky terrain, %	-.281	-.173	.421	.167	-.688	1.000	
Ravinteisuus ¹⁾ Fertility	.268	.122	-.045	-.140	.657	-.588	1.000

¹⁾ Mustikkatyyppin metsien ja kalliometsien pinta-alaosuusien suhde. — Ratio between the proportion of Myrtillus site type and stands on rocky terrain.

alueille. Tätä olettamusta tukevat mm. JAATINEN (1973) tulokset, joiden mukaan Helsingin keskuspuiston käyttäjät olivat valtaosaltaan puistoon rajoittuvilta asunto-alueilta. Vastaavasti metsikön pinta-alan jäädessä alle 1 hehtaarin kohoaa tuhoutumisen aste yli 90 % riippumatta metsikön ravinteisuudesta.

Esitettyjen tulosten luotettavuudesta voidaan todeta vain se, että tulokset vastaavat kirjallisuuden perusteella laadittuja hypoteeseja. Näyttää kuitenkin selvältä, että metsäalueet kestävät suurehkoina, yhtenäisinä kokonaisuuksina paremmin kaupunkirakentamisen aiheuttamaa painetta kuin pieniksi, erillisiksi metsiköiksi jaettuina. Suurehkon kokonaisuuden puitteissa tehokkaankin rakentamisen vaikutukset jäävät paikallisiksi. Tämän vuoksi suunnittelussa tulisi pyrkiä yhtenäisten metsäalueiden säilyttämiseen. Esitetty nomogrammi antaa eräitä viitteitä tällöin noudatettavista mitoitusperiaatteista, vaikka luvut eivät absoluuttisesti ottaen liene sellaisenaan sovellettavissa aineiston suppeuden vuoksi.

Suoritettu analyysi ei anna täysin yksiselitteistä vastausta muiden tekijöiden kuin metsäalueen koon vaikutuksesta metsien vaurioitumiseen. Varsinkin kulutuksen määrän eli asukastiheyden vaikutus vaurioitumiseen oli odotettua vähäisempi. Ulkoilijoiden käyttäytymisellä saattaakin olla heidän kokonaismääränsä suurempi vaikutus kasvipeitteen vaurioitumiseen. Esimerkiksi FLORGÅRD ym. (1977) ovat havainneet päivittäisen ulkoilun keskittyvän voimakkaimmin noin 200 m säteelle asunnosta (vrt. myös JAATINEN 1973). Tämän vuoksi ulkoilijoiden käyttäytymistä kuvaavien mittaus-tulosten käyttäminen analyysissä saattaisi parantaa mahdollisuuksia selittää kaupunki-

metsien vaurioitumista. Esimerkiksi polkuverkoston vaikutus ja ulkoilun kanavoituminen poluille ovat jääneet tehdyn analyysin ulkopuolelle (vrt. KELLOMÄKI 1977 b).

Myös metsän tila ennen rakentamista voi vaikuttaa monella tavalla siihen, miten rakentaminen vaikuttaa metsien kuntoon ja vaurioitumiseen. Varsinkin puuston kehitysvaihe säätelee pintakasvillisuuden kulutuskestävyyttä (vrt. KELLOMÄKI 1977a). Esimerkiksi nuorissa metsissä kulutusta hyvin kestävä heinäkasvillisuus on usein vallitseva, jos kasvupaiken ravinteisuus on riittävän hyvä. Tosin nyt käsitellyssä aineistossa tästä seikasta aiheutuva virhe lienee vähäinen, sillä tutkituilla asuinalueilla vanhojen metsien osuus on huomattavan suuri. — Puuston vaurioitumista ajatellen puuston kehitysvaihe ja ikä saattavat olla tärkeimpiä selittäviä tekijöitä.

Rakennetun alueen ikä ei sellaisenaan selittänyt vaurioitumista, vaikka sen merkitys metsäalueen koon ja ravinteisuuden ohella oli ilmeinen. Syynä saattaa olla se, että monet alueet ovat vielä suhteellisen nuoria eikä kasvipeitteen stabiloituminen ole ennättänyt tapahtua. Esimerkiksi WUORENRINNE (1978) on havainnut kasvipeitteen vaurioitumisen vanhoilla omakotialueilla vähäiseksi. Syynä tähän saattaa tosin olla myös se, että omakotialueet useimmiten sijaitsevat suhteellisen hyvillä kasvupaikoilla eikä niiden aiheuttama ympäristömuutos ole koskaan ollut niin voimakas kuin kerrostalorakentamisen aiheuttama muutos. On kuitenkin luultavaa, että myös kerrostal-alueilla kasvipeite ajanmittaan kohentuu ja heinävaltainen kasvillisuus yleistyy niillä kaikkein karumpia paikkoja lukuun ottamatta (vrt. HOLMSTRÖM 1970).

KIRJALLISUUS

- ARMAS. 1978. Maisema ja rakennettu ympäristö. Julk. Maisemansuunnittelun laitos. Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto. Julkaisu A 21.
- BREADSLEY, W. G. & WAGAR, A. J. 1971. Vegetation on a forested recreation area. J. For. 69 (10): 728—731.
- FLORGÅRD, C., ANDERSSON, R., LEDIN, S., NORD, M. & ROSEN, B. 1977. Naturmark och byggande. Stockholm.

- HOLMSTRÖM, H. 1970. Eräiden Etelä-Suomen vapaa-aika-alueiden kulutuskestävyyden tutkimus. Moniste. Helsinki.
- JAATINEN, E. 1973. Recreational use of Helsinki's forests. Folia For. 186.
- KELLOMÄKI, S. 1977 a. Deterioration of forest ground cover during trampling. Seloste: Tallaamisen vaikutus metsikön pintakasvillisuuteen. Silva Fenn. 11 (3): 153—161.
- » — 1977 b. Polut ulkoilun kanavoinnissa.

Summary: Potential of trails in guiding recreational activity. Silva Fenn. 11 (4): 263—268.

— » — & SAASTAMOINEN, V.-L. 1976. Trampling tolerance of forest vegetation. Seloste: Metsäkasvillisuuden kulutuskestävyys. Acta For. Fenn. 147.

WUORENRINNE, H. 1978. Metsä urbaanin paineen puristuksessa. Summary: The forest under the urban pressure. Espoon kaupunki. Yleiskaavaosasto. Ympäristöhoito/met-sät. Perusselvitys 13.5.1978. Moniste. Espoo.

SUMMARY:

ON FACTORS EFFECTING ON DETERIORATION OF URBAN FORESTS

The objective of the present study is to investigate the factors affecting the deterioration of urban forests. Regression analysis is applied to the material obtained from unpublished material of the latter author. The size of forest stand and its

fertility proved to exercise the greatest effect on the deterioration of urban forests. A model based on these factors has been developed and its area of applying is discussed.