

Eljas Pohtila

Miten puut sijaitsevat metsässä?

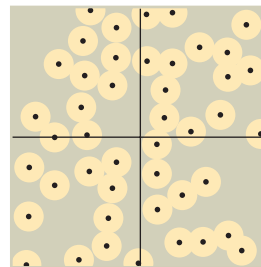
t e e m e

Puut ovat sidotut juurilleen. Ne kasvavat ja levitäytyvät ympäristöönsä, mutta eivät pysty siirtymään paikasta toiseen, vaikka kasvusija osoittautuisi huonoksi. Puusta putoava siemen ei voi valita kohtaa mihin se putoaa. Se putoaa satunnaiseen paikkaan. Jos hyvät ja huonot kohdat maassa ovat satunnaisessa järjestyksessä, tuloksena pitäisi olla metsä, jossa puut ovat satunnaisessa järjestyksessä.

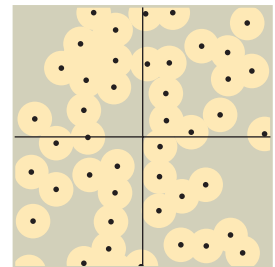
Monet ovat varmaan valmiita väittämäänkin, että luontaisesti syntyneissä metsissä puut sijaitsevat satunnaisesti ja että se on järjestyksistä paras, niin kuin saksalainen filosofi Leibniz saattaisi sanoa. Paljon on kuitenkin myös niitä, jotka näkevät metsissä ja nimenomaan luonnontilaisissa metsissä järjestystä, vieläpä ainutlaatuista harmoniaa ja kauneutta. Metsänhoidon tuloksia, varsinkin viljelymetsiä, jotka pyritään perustamaan ihmisen ja metsäteollisuuden kannalta suoraan lopulliseen järjestykseen, moititaan usein yksitoikkoisiksi puupelloiksi.

Näkeminen on optisen kokonaisuuden psyykkistä rajaamista. Metsän tilajärjestys eli se, miten puut sijaitsevat metsässä, jää moniulotteisuudessaan ilmeisesti aina vaille yksikäsitteistä, objektiivista kuvausratkaisua. Jos asiasta halutaan sanoa jotakin tieteellisin perustein, on pakko yksinkertaistaa. Olettamalla puut tasoon kohtisuoraan projisoiduiksi dimensiottomiksi eli ulottuvuudettomiksi pisteiksi tilajärjestystä voidaan tutkia ns. etäisyysmenetelmin. Paras on mielestäni chileläisen Fernando Coxin kehittämä menetelmä, jossa tilajärjestys määritetään metsässä olevan tyhjän tilan perusteella. Ensin mitataan satunnaisista pisteistä etäisyydet lähim-

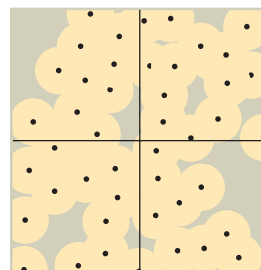
pään puuyksilöön. Kutakin etäisyyttä voidaan pitää sellaisen ympyrän säteenä, jonka alalla ei sijaitse yhtään puuta (kuva 1). Satunnaisotoksessa etäisyydet ja samalla tyhjien ympyräalojen koot vaihtelevat satunnaisuuden lakien ja tutkittavassa metsässä vallitsevan tilajärjestyksen mukaan. Erikokoisille puuttomille ympyräaloille voidaan laskea prosenttiosuudet ja järjestää ne ympyrän koon mukaan



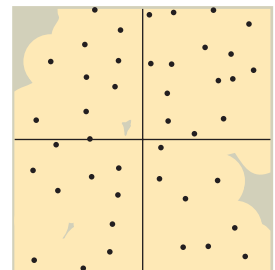
$r = 1,13 \text{ m}$



$r = 1,38 \text{ m}$

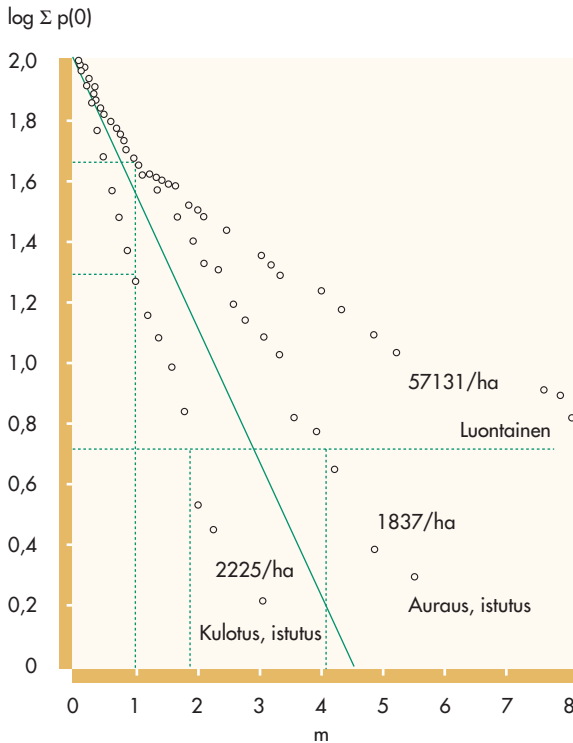


$r = 1,78 \text{ m}$



$r = 2,52 \text{ m}$

Kuva 1. Esimerkki nollaruutusadanneksen riippuvuudesta ympyräkoealan koosta. r = ympyräkoealan säde.



Kuva 2. Esimerkki taimikon perustamistavan vaikutuksesta nollaruutudiagrammeihin. $p(0)$ = nollaruutuprosentti, $m = r^2\pi\lambda$, jossa r = etäisyys tasavälein valitusta pisteestä lähimpään puuyksilöön ja λ = taimia, kpl/pinta-alayksikkö. Diagrammien päissä olevat luvut ilmaisevat metsikön tiheyden. Suora viiva on Poissonin satunnaisjakauman edellyttämä diagrammi, pisteiviivat ryhmittymisindeksin I_c :n laskentaan tarvittavia suureita.

väheneväksi nollaruutudiagrammiksi. Tilajärjestys voidaan ilmaista lopuksi numeerisesti erilaisilla indekseillä.

Tilajärjestyksen teoreettisia malleja ovat esimerkiksi homogeeninen jakauma, jossa jokaisella puulla on samansuuruinen kasvutila, joka voi olla kolmio, nelikulmio, kuusikulmio tms. Poissonin satunnaisjakauman mukaisessa tilajärjestyksessä alan puujoukon jokaisella puulla on ollut sama mahdollisuus sattua mille tahansa kyseisen alan osa-alalle, jossa samankokoisilla osa-aloilla on ollut sama mahdollisuus vastaanottaa puu ja jossa minkään puun sijoittumiseen ei ole vaikuttanut minkään toisen puun sijoittuminen.

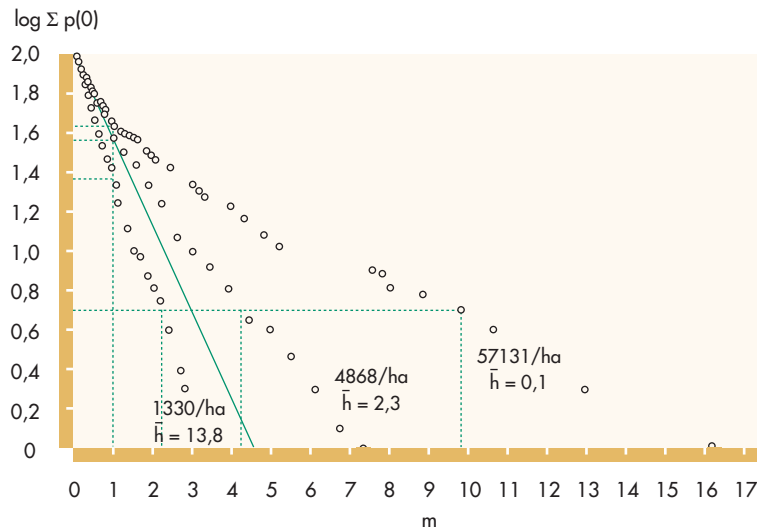
Tutkimuksissa on selvinnyt, että luonnontaimikot syntyvät yleensä hyvin heterogeeniseen tilajärjestykseen, joka poikkeaa edellä määritellystä satunnaisjakaumasta pitkälle ryhmittäisyyden suuntaan. Kylvö- ja istutustaimikot taas ovat aluksi satunnaisjakaumaa selvästi tasaisemmassa tilajärjestyksessä, mutta täysin homogeenista jakaumaa ei ole niistäkään vielä löydetty (kuva 2).

Luonto välttelee kaavamaisuuksia. Toisaalta sillä näyttää olevan aina tavoitteena ikään kuin jokin salattu järjestys, johon se ajaa niin luonnon- kuin viljelytaimikoitakin. Taimikoitten tilajärjestyksiä koskevista havainnoista tähän asti olennaisin on se, että tilajärjestykset muuttuvat jatkuvasti ja että muutoksilla on suunta. Luonnontaimikoissa suunta on ryhmittäisestä heterogeenisuudesta homogeenisuuteen ja viljelytaimikoissa homogeenisuudesta heterogeenisuuteen. Lopullisen järjestyksen yleishahmotelma on kirjoitettu uudistusalan mosaikkimaiseen vaihteluun, mutta sen viimeistelyyn kuuluu yleensä paljon taimia.

Luontaisessa uudistumisessa männyllä voi kylvetyä puuston yhdestä siemensadosta miljoona siementä hehtaarille. Kuusella ja koivulla määrät voivat olla vielä monta kertaa suuremmat. Kun ilmasto on enimmäksä osassa Suomea siementen itämiselle riittävän kostea, taimiainesta syntyy suotuisiin taimettumiskohtiin niin paljon, että siitä vain pieni osa voi säilyä metsikön myöhempiin kehitysvaiheisiin. Hiekkakankaitten puhtaissa männiköissä puolen metrin mittaisia taimia voi olla vielä kymmeniä tuhansia hehtaarilla, mutta kun taimet kasvavat ja niiden välille syntyy latvus- ja juuriyhteys, puuyksilöiden määrä vähenee nopeasti muutamaan tuhanteen. Tukkipuuvaiheen metsikössä elinvoimaisia puita on yleensä alle tuhat hehtaarilla (kuva 3).

Järjestyksestä luonnontaimikoihin luo puuyksilöiden välinen kilpailu. Mitä tasalaatuisempi taimien kasvualusta on ja mitä kovempi yksilöiden välinen kilpailu, sitä tasaisemmaksi muodostuu tilajärjestys ja sitä tehokkaammaksi tilankäyttö. Tämä luontainen kehitys on tuottanut esimerkiksi Kemijoen varren hiekkakankaille männiköitä, joiden tilajärjestys on Poissonin satunnaisjakaumaa säännöllisempi ja hyvin lähellä hoidettujen metsien tilajärjestyksestä.

Kilpailu on ilmeisesti kovinta saman lajin yksilöiden kesken. Joissakin tapauksissa puiden väliset elimelliset juuriyhteydet voivat kuitenkin tehdä met-



Kuva 3. Vähenevät nollaruutudiagrammit eri kehitysvaiheissa olevista luonnontilaisista männiköistä. \bar{h} ilmaisee keskipituuden. Muu kuvan selitys sama kuin kuvassa 2.

siköstä kokonaisvaltaisesti reagoivan jakamattoman eloyhteisön, jossa kilpailun ja tilajärjestyksen suhde ei ole yksioikoinen. Asiaan vaikuttavat myös kasvupaikan laatu ja puulajin kerrostumis- ja harven-tumisominaisuudet. Karjalan ”kuusirigeiköt” ovat kuusen sitkeyden ja sietokyvyn kuuluisia ilmentymiä. Kilpailu jyrää järjestystä niihinkin, mutta saa aikaan tuloksia hitaasti.

Sekametsissä asetelmaa mutkistaa se, että puulajien kesken saattaa esiintyä myös positiivisia tai negatiivisia yhteisvaikutuksia, allelopatiaa. Tunnettua on esimerkiksi, että kuusen taimet menestyvät alkuun hyvin harmaaleppien alla. Ennemmin tai myöhemmin sopusointu ainakin meidän luonnon-oloissamme kuitenkin vaihtuu niin lajien kuin yksilöidenkin väliseksi niisanotuksi olemassaolon taisteluksi ja voimaan astuvat samat säännöt kuin puhtaissakin metsiköissä.

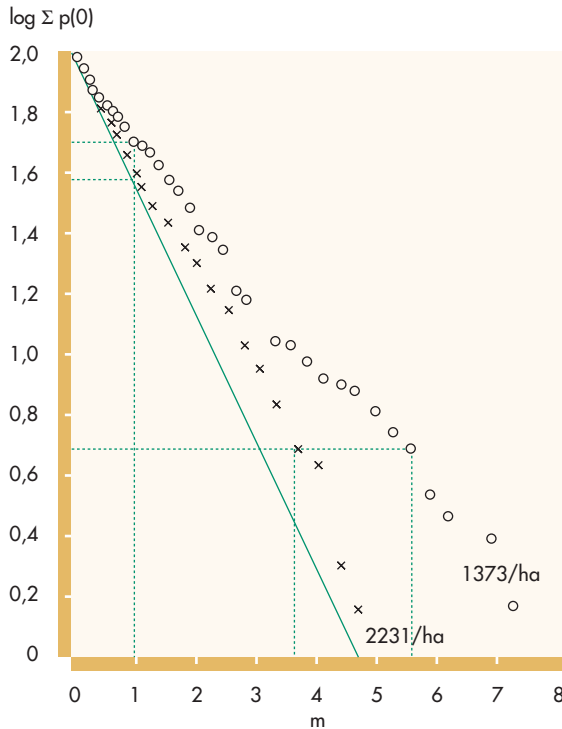
Eri-ikäisrakenteisissa ns. harsintametsissä ryhmittymismahdollisuuksia on periaatteessa enemmän kuin Suomelle luonteenomaisemmissa tasaikäisrakenteisissa metsissä. Puuyksilöiden keskinäinen tilajärjestys ei Suomessa tutkituissa harsintametsissä ole kuitenkaan sanottavasti poikennut tasaikäisten metsien tilajärjestyksestä.

Luontaisessa uudistumisessa kylväytyy parhaim-

millaan siementä niin paljon, että taimiaineksen syntymiselle edulliset kohdat siivilöityvät tarkoin esiin. Metsänviljelyssä tähän ei päästä ellei kylvetä hyvin suuria siemenmääriä hajalleen. Osa viljellyistä taimista kuolee. Jos kuoleminen on satunnaista ja tilajärjestys alkujaan lähellä homogeenista, kehitys ei yleensä johda satunnaisjakaumaa heterogeeniseen tilajärjestykseen.

Harventuneissa viljelytaimikoissa ovat kuitenkin tavallisia sellaiset tilajärjestykset, jotka ovat heterogeenisempia kuin satunnaisjakauma. Taimet kuolevat yleensä ryhmittäin. Syy on todennäköisesti taimien kasvualustassa, ts. maassa tai maan pienmuodoissa, joskin laikuttaista kuolleisuutta voivat aiheuttaa myös hyönteiset ja sienet. Siitä, että taimet tässä tapauksessa kilpailisivat keskenään ei liene kysymys.

Viljelytaimikot ovat kuitenkin vain harvoin puhtaita viljelytaimikoita. Yleensä niissä on valmiina tai niihin syntyy myös luontaista taimiainesta, joka on elinvoimaisinta ja metsänhoidossa käyttökelpoisinta tietenkin taimikon aukkopaikoissa. Kysymys ei aina ole aukkopaikkojen täydentymisestä luonnontaimilla, vaan usein myös taimikon hoidon puutteesta, jonka seurauksena havupuun viljelytaimi vaihtuu biologisesti vahvempaan, mutta taloudelli-



Kuva 4. Esimerkki kasvatuskelpoisen luontaisen taimiaineksen vaikutuksesta harventuneen viljelytaimikon tilajärjestykseen.

sesti huonompaan lehtipuun taimiin. Arviolta joka neljäs tai viides kasvatuskelpoinen taimi Suomen nykyisissä viljelymetsissä on luontaisesti syntynyt.

Luontaiset taimet homogenisoivat viljelytaimikoita niin, että kasvatettavan sekataimikon tilajärjestys lähestyy vähitellen satunnaisjakaumaa (kuva 4). Kun metsämaata muokataan, käyvät mahdollisiksi muunkinlaiset tilajärjestykset. Aurauksenkaltaisilla menetelmillä vaikutetaan jo primäärisiin kasvupaikkatekijöihin. Niillä voidaan luoda uudistus- alalle luonteeltaan pysyvää, määrävälisistä pienvaihtelua, joka voidaan käyttää viljelyssä järjestelmällisesti hyväksi. Täysin homogeenisen ”puupellon” aikaansaaminen Suomen kivisille metsämaille lie- nee silti ylivoimaisen vaikeaa. Samat kehityspiirteet ja epäjärjestyksen lisääntyminen on havaittu niin kulotettujen, laikutettujen kuin aurattujenkin alueiden viljelytaimikoissa.

Tilajärjestyksen yleiseksi malliksi, jota niin met- sän luontaisessa kehityksessä kuin metsänhoidossa- kin lähestytään, näyttäisi sopivan Poissonin satun- naisjakauma kuitenkin tyhistettynä ryhmittäisim- määstä päästä niin, että puut eivät saa olla tiettyä minimietäisyyttä, esim. metriä, lähempänä toisiaan. Ei ole varmuutta siitä, että mallin mukaisella tila- järjestyksellä saavutetaan paras mahdollinen puun- tuotos, eikä se käytännön metsänkäsittelyn ohjeeksi kelpaakaan, koska sitä ei voida ankkuroida mihin- kään absoluuttiseen kiintopisteeseen. Käyttöä mal- lille on kuitenkin taimikoiden kasvatuskelpoisuuden arvioinnissa. Samoin kun harvennetaan epätasaisia luonnonmetsiköitä, siitä voi olla hyötyä harvennus- tarpeen ja -kertymän arvioinnissa.

Miten siis puut sijaitsevat metsässä? Metsän muo- dostavat puut valikoituvat pääasiassa taimikkovai- heessa. Luonnotaimikoiden ryhmittäisyys lientyy, kun taimia kuolee massoittain ja viljelytaimikoiden säännöllisyys hajoaa, kun osa viljellyistä taimista kuolee ja luontaisia taimia syntyy. Varttuneet nuoret metsät ovat yleensä lähellä satunnaisjakaumaa ja tukkipuvaiheen metsän puut seisovat vihdoin majesteettillisen harvassa, jopa Poissonin satunnais- jakaumaa homogeenisemmassa asennossa. Lopulta metsä taas uudistuu tai uudistetaan ja se, mitä me sanomme järjestykseksi, vaihtuu sellaiseksi, mitä me sanomme epäjärjestykseksi ja se taas vähitellen muuttuu sellaiseksi, mitä ne, jotka eivät enää ole me, ehkä sanovat järjestykseksi.

Kirjallisuutta

- Cox, F. 1971. Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe von Abstandsmes- sungen. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg bei Reinbek 87. 184 s.
- Kalela, E.K. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-har- maaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. Acta Forestalia Fennica 44.
- Kilki, P., Pohjola, T. & Pohtila, E. 1985. Puiden ryh- mittäisyyden huomioonottaminen harvennussalleissa. Silva Fennica 19(2): 137–143.
- Persson, O. 1964. Distance methods. Studia Forestalia Suecica 15: 1–68.
- Pohtila, E. 1980. Havaintoja taimikoiden ja nuorten met- sien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Communi-

cationes Instituti Forestalis Fenniae 98(1). 35 s.

Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. *Folia Forestalia* 637. 30 s.

Yli-Vakkuri, P. 1953. Tutkimuksia puiden välisistä elimellisistä juuriyhteyksistä männiköissä. *Acta Forestalia Fennia* 60(3). 117 s.

■ Prof. Eljas Pohtila on Metsäntutkimuslaitoksen ylijohtaja. Sähköposti eljas.pohtila@metla.fi