

Tapani Tasanen

# Metsänrajan ja sen tutkimuksen kehitysnäkymiä

Miksi metsänrajaa tutkitaan?

Metsänraja on kiinnostanut biologeja, metsäntutkijoita ja monien muiden alojen tiedemiehiä vuosisatoja. Puiden ekologiaan ja fysiologiaan liittyvät lainalaisuudet ”tulevat esiin” selkeämmin puulajien levinneisyysalueen ääri rajoilla kuin lähempänä optimaalisia kasvupaikkoja. Tämä koskee myös puiden ja metsien reaktioita erilaisiin ihmisen toimenpiteisiin. Ankarissa olosuhteissa kasvavien metsien on todettu olevan erityisen alttiita teollisuuden päästöistä aiheutuvien laskeumien tuhovaikutuksille. Tässä suhteessa Suomen metsänrajametsät ovat sijaintinsa puolesta kohtalaisen turvallisessa asemassa. Niiden läheisyydessä on vähän päästöjä tuottavaa teollisuutta. Myös vallitseva tuulen suunta on edullinen. Lähimpänä sijaitsevien Kuolan suurten teollisuuslaitosten tuottamat ilman epäpuhtaudet kulkeutuvat harvoin kohti Suomen Lappia.

Metsänraja on myös yksi herkimmistä indikaattoreista ilmaston muutoksille. Se ei pysy tiukasti paikallaan, vaan etenee tai taantuu lämpimien ja kylmien jaksojen mukaan. Muutokset ovat hitaita ja vaikeasti havaittavia. Tarkka, säännöllinen seuranta pysyvien koealojen ja kaukokartoituksen menetelmien avulla on tarpeen. Ilmaston muutosta tutkitaan ja ennustetaan paitsi nykyisten metsänrajojen siirtymistä seuraamalla, myös historiallisten aineistojen avulla mm. dendrokronologian, radiohiilimenetelmän ja siitepölystrategian menetelmin

(Eronen 1991, Eronen ja Zetterberg 1992). Metsänrajoihin liittyvää tietoa tarvitaan maailman puutumien alueiden metsittämisessä. Puulajien ekologiset ominaisuudet, luonnonmetsien dynamiikka, uudistumiskysymykset ja tuhoihin liittyvät ongelmat ovat tärkeimpiä tutkimuskohteita. Meillä ei tällä hetkellä ole pelkoa metsäpinta-alan pieneneemisestä, mutta kaikissa maanosissa on alueita, joilla metsien häviäminen on ajankohtainen ja paikoin kipeä ongelma. Suomessa tuotettu tutkimustieto ei tietenkään ole käyttökelpoista kaikkialla, mutta ekologiset lainalaisuudet ovat kuitenkin pitkälti samoja tai samantyyppisiä maapallon erilaisilla metsänrajoilla – esim. vuoristojen, aavikoiden, rannikoiden, suoalueiden ja teollisuusalueiden tuntumassa. Metsänrajoilla on huomattava vaikutus ihmisen talouteen ja kulttuuriin. Tätä kautta tutkimus laajenee lukuisille eri tieteenaloille.

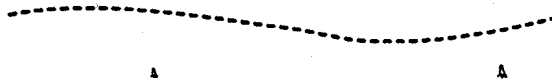
Aihepiiriin liittyy koko joukko erilaisia käsitteitä ja määritelmiä. Kuvassa 1 on esitetty erilaiset metsänraja- ja puurajakäsitteet (lähteet: Hustich 1966, Heikkinen 1984, Tuhkanen 1993, Tasanen ja Veijola 1995). Lisäksi on mainittava pääjako: *alpiininen*, korkeusaseman mukaan määräytyvä metsänraja sekä *arktinen* eli *polaarinen*, pohjoisuuden mukaisesti paikalleen asettunut metsänraja. Pohjoisen Fennoskandian metsänrajoilla on paikoin sekä alpiinisia, arktisia että myös mereisiä piirteitä.

Metsänrajan puulajit

Pohjoisen metsänrajan muodostaa viitisentoista puulajia (Kallio 1990). Sulkeutuneiden metsien ulko-

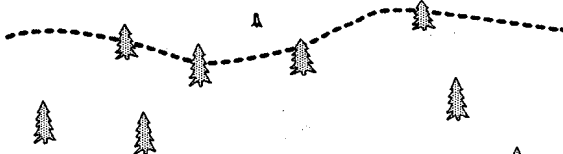
Kirjoittaja on Metsäntutkimuslaitoksen Kolarin tutkimusaseman johtaja.

Historiallinen puuraja



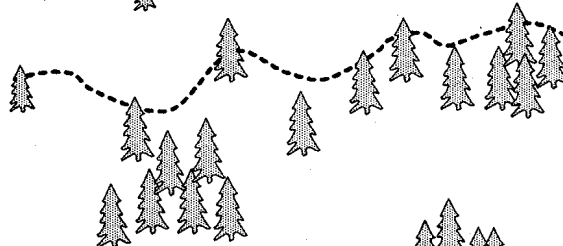
Puulajin äärimmäisiä, suotuisempina ilmastovaiheina olleita puukokoisia esiintymiä yhdistävä raja.

Puulajiraja



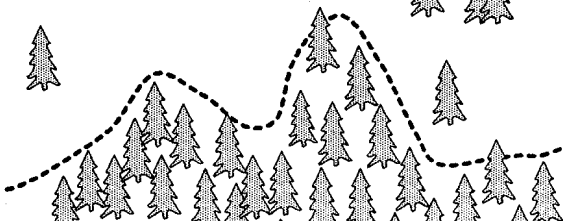
Rajalinja, joka yhdistää puulajin äärimmäisiä esiintymiä riippumatta siitä, ovatko yksilöt pensasmaisia, varpumaisia vai ryömiviä.

Puuraja



Rajalinja, joka yhdistää puulajin äärimmäiset puukokoiset esiintymät.

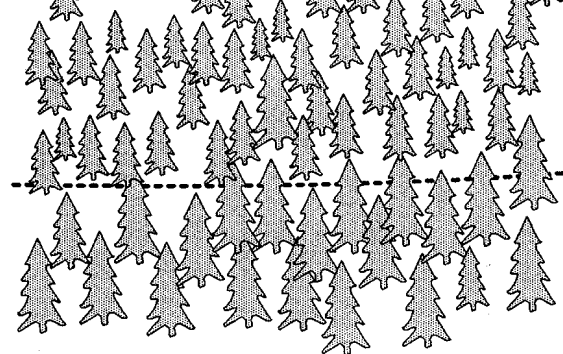
Fysiognominen (biologinen) metsänraja



Puut kasvavat yksitellen tai ryhminä suotuisimmilla kasvupaikoilla.

Yhtenäisen metsän raja.

Taloudellinen metsänraja



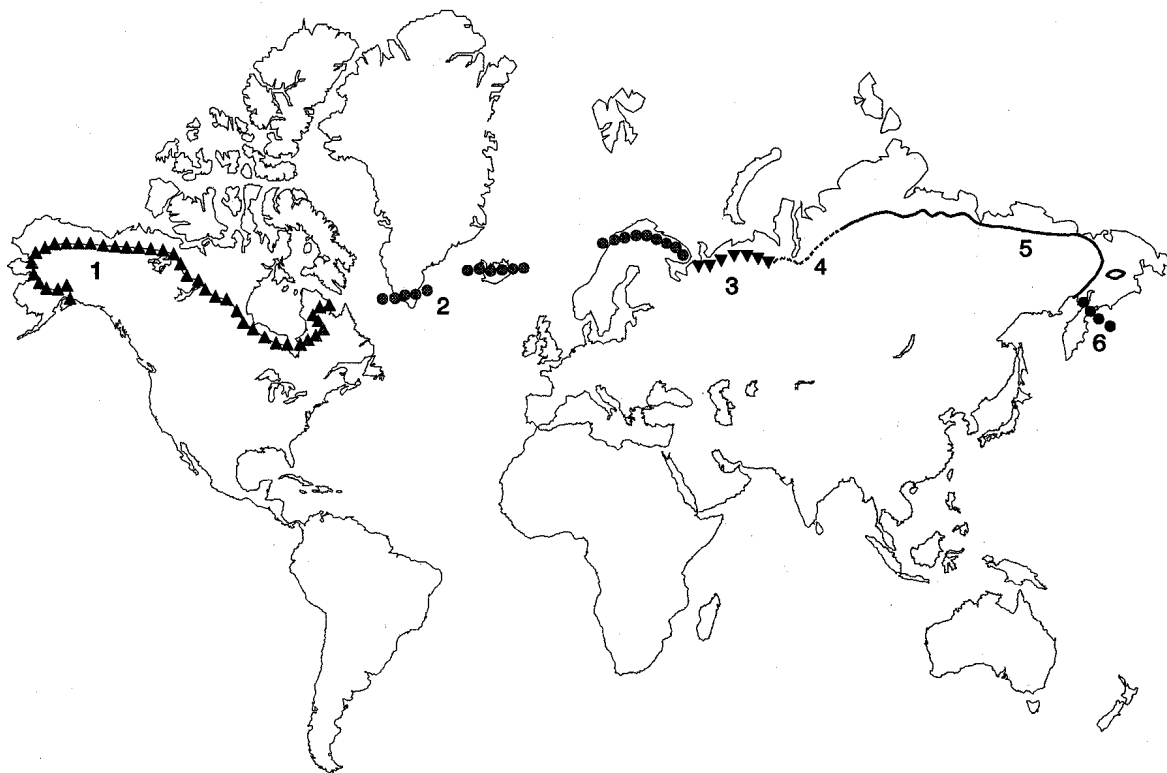
Puiden lisääntymiskyky on suhteellisen heikko; metsän luontainen uudistuminen on hidasta ja epävarmaa.

Metsän uudistuminen on turvattua; kaupallinen metsänhaku on mahdollista

Kuva 1. Yleisimmät metsänraja- ja puurajakäsitteet.

puolella kasvaa vielä yksitellen tai ryhmittäin puita, joiden loppuessa saavutetaan puuraja. Pohjoinen puuraja sekä sen muodostavat puulajit on esitelty kuvassa 2. Puuttomien alueiden, esim. Färssaarten, Islannin ja Skotlannin metsittämissä nimissä on pohjoisen metsänrajan tuntumaan perustettu kokeita, joilla selvitetään muiden maanosien

metsänrajametsien puulajien selviytymistä kulloinkin tarkasteltavalla alueella. Pohjoisamerikkalaisten puulajien menestymistä ja kasvua tutkitaan yhteispuhjoismaisessa hankkeessa. Meillä nämä kokeet sijaitsevat lähinnä Kevolla (Kallio ym. 1983). Tulokset ovat alustavia. Ainakin kontortamänty, mustakuusi, valkokuusi ja sitkankuusi tulevat hy-



Kuva 2. Pohjoinen puuraja ja sen muodostavat puulajit: 1. *Picea mariana* ja *P. glauca* 2. *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* 3. *Picea abies* ssp. *obovata* 4. *Larix sibirica* 5. *Larix gmelinii* 6. *Betula ermani*.

vin toimeen Atlantin tällä puolella lähellä metsänrajaa. Eräät varttuneet kyseisten puulajien metsiköt mm. Islannissa ja Pohjois-Norjassa ovat menestyneet erittäin hyvin. Mitään lämpimämmille ilmastovyöhykkeille tyypillisiä eukalyptuksen tai radiatamännyn tapaisia ”löytöjä” ei kuitenkaan ole ilmennyt. Metsänrajan siirtäminen vieraiden puulajien avulla ei pohjoisessa Fennoskandiassa näytävä mahdollista, eikä tähän vakavasti pyritäkään.

Eri puulajit ovat levinneet pohjoisen metsänrajan tuntumaan vaihtelevalla nopeudella jääkauden jälkeen. Nk. lämpökaudella 8000–9000 v. sitten koko Suomen alue oli metsän peitossa korkeimpien tunturien lakialueita lukuunottamatta. Tuolloin olivat lehtipuut, lähinnä koivumetsät, vallitsevia. Ilmaston viilenemisen myötä mänty sai jalansijaa. Kuusi on levittäytynyt pohjoisimpaan Suomeen vasta ajanlaskumme aikana. Pohjoisuuteen liittyvien lämpö-

olojen vaihteluiden lisäksi metsänrajoihin ja eri puulajien levinneisyyteen vaikuttavat monet muut tekijät. Näitä ovat mm. korkeusasema, mereisyys, maalaji, maan ravinteisuus ja kosteus, tuuliolot, lumitekijät, topografia ja ekspositio. Metsänrajan sekä puurajan sijainti ja puulajisuhteet ovat seurausta erittäin monimutkaisista ekologisten ja geneettisten tekijöiden yhdysvaikutuksista (Tasanen ja Veijola 1995). Tarkastelen tässä yhteydessä puulajeittain muutamia tekijöitä, joita Suomessa tutkitaan ja pidetään olennaisimpina.

#### Mänty

Männyn metsän- ja puurajaa on tutkittu ahkerimmin. Vuosisadan alussa vallinnut kylmä jakso huolestutti metsäammattilaisia – pelättiin metsänrajan jatkuvaa alenemista. Aluemetsänhoitaja August

Renvall (1912) aloitti väitöskirjallaan männyn uudistumista koskevan tutkimuksen ja samoihin aikoihin myös männyn viljelyn metsänrajan pohjoispuolelle Utsjoelle. Työtä on jatkettu luontaisen uudistumisen ja viljelyn tutkimisella. Tutkimuksen ja käytännön metsätalouden yhteistyön ehkä tärkein saavutus metsänraja-alueilla on suojametsäsäädösten ja suojametsävyöhykkeen aikaansaaminen (Komiteanmietintö 1910, Tasanen ja Veijola 1995). Tuoreimmista tutkimuksista mainitsen Sirénin (1993 a ja b) sekä Luomajoen (1993) selvitykset.

Mänty on hallitsevassa asemassa havumetsänrajalta Suomen kohdalla. Sillä on laaja kasvupaikkaamplitudi. Kuivemmat, lajittuneet kangasmaat ja rämeet ovat männyn hallussa. Kilpailua esiintyy lähinnä hies-/tunturikoivun kanssa alueilla, joilla mänty on kärsinyt erilaisista tuhoista. Myrskyt, metsäpalot ja ankarat hallat saattavat hävittää männiköitä laajoiltakin aloilta. Pakkaskuivuminen, sienitaudit ja porot haittaavat erityisesti taimien kas-

vua ja vakiintumista. Tykky on myös vakava ongelma (Norokorpi 1995). Männyn uudistuminen edellyttää hyviä siemenvuosia sekä lämpö- ym. tekijöiden osalta suotuisia usean vuoden, mielellään vuosikymmenten pituisia jaksoja, jotta taimettuminen ja taimikon vakiintuminen onnistuvat.

### Kuusi

Kuusen metsänraja jää muuhun sirkumpolaariseen vyöhykkeeseen verrattuna poikkeuksellisesti mäntyä etelämmäs Suomen alueella. Tyhjentävä selitys, miksi näin on, puuttuu edelleen. Kuusi muodostaa useilla tuntureilla polaarisen metsänrajansa eteläpuolella terävän havumetsänrajan, joka on samalla puuraja. Tykkyä kuusi sietää mäntyä paremmin. Maaperän ravinteisuus ja kosteus ovat tärkeitä tekijöitä kuusen metsänrajan määräytymisessä (Sirén 1955, Mäkitalo ym. 1995). Pohjoista puura-



Kuva 3. Metsänraja Pallastunturilla. Kuva Tuomas Heiramo.

jaa kuuselle on vaikea määrittää. Yksittäisiä kuusia kasvaa satunnaisesti varsin kaukana metsänrajan pohjoispuolella.

#### Koivut

Hieskoivu ja sen alalajiksi meillä määritetty tunturikoivu muodostavat varsinaisen polaarisen metsänrajamme (Kallio ja Hurme 1978: useita artikkeleita, ks. erityisesti Hämet-Ahdin ja Kallion kirjoitukset). Koivu uudistuu myös kanto- ja juurivesoisista. Tunturikoivun tyypillinen esiintymismuoto on monirunkoinen ”klooni”, jossa samasta syntyypisteestä lähtevät rungot ovat geneettisesti samaa yksilöä. Porot rajoittavat paikallisesti tunturikoivikoiden kasvua. Tunturimittarituoja on esiintynyt lähivuosikymmeninä epidemialuonteisina (Kauhanen 1987, Ruohomäki 1991, Skre 1993).

#### Puulajeille yhteisiä tekijöitä

Tärkeimmät metsänrajan selitykset perustuvat lämpötekijöihin, joita luonnehditaan lämpösummien, isotermien, kasvuyksiköiden ym. tunnusten avulla. Hiilitase tai ”nälkäräja” kuten Risto Sarvas (1970 a ja b) asian ilmaisi, tarkoittaa fotosynteesillä tuotetun energian ja kulutuksen suhdetta. Metsänraja ja viime kädessä puuraja asettuvat paikkaan, missä tuotanto ja kulutus ovat samansuuruiset. Puulajikohtaiset rajat ovat luonnollisesti eri paikoissa, mutta periaate on eri puulajeilla sama. Muista ekologisista ym. tekijöistä johtuen metsänraja tai puuraja voivat käytännössä sijaita kaukanakin tämän ”nälkäräjän” lämpimämmällä puolella. Metsänrajan ja puurajan siirtyminen pohjoisemmas tai ylempäs rinteillä voi tulla kyseeseen lähinnä kestävämpien puulajien, ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuuden nousun tai maapallon lämpötilan kohoamisen kautta (Wardle 1993).

Puurajan äärimmäiset puuyksilöt ovat usein maanpinnan suuntaisesti matavia, ei-puumaisia. Kansainvälinen nimi näille on *krummholz*. Lumipeitteen suojavaikutus mahdollistaa matalana pysyttelevän puun hengissäpysymisen vuosisadoiksi kasvupaikoilla, joissa ei ole tuulen ym. tekijöiden vuoksi mahdollisuutta korkean, suoran rungon kasvattami-

seen. Käkkyrämäisiä, vallitsevan tuulensuunnan mukaan asettuneita toispuoleisia kasvumuotoja esiintyy runsaasti myös ulkosaariston metsänrajalla.

Ihmisen toiminnan merkitystä on usein vaikea erottaa metsänrajan ekologisista taustatekijöistä. Aikaisemmin metsänrajojen sijaintiin vaikuttivat meilläkin erilaiset hakkuut. Porojen laiduntamisen vaikutus eri puulajien menestymiseen on aika ajoin herättänyt kiivasta keskustelua. Jo ensimmäiset metsänraja-alueista vastaavat metsähallinnon alue-metsänhoitajat olivat äärimmäisen kriittisiä porotaloutta kohtaan (Renvall 1919). Porojen vaikutus metsänrajametsien uudistumiseen ja puulajisuhteisiin (mänty/koivut) on monimutkainen kokonaisuus. Asiaa selvitetään tekeillä olevissa tutkimuksissa. Useissa maissa lampaiden, vuohien ym. eläinten laiduntaminen on polttopuun hakkuiden ohella yksi vakavimmista alpiinisten metsänrajojen alenemista aiheuttavista ongelmista.

#### Siirtykö metsänraja?

Metsäntutkimuslaitos ja Turun yliopiston Kevon tutkimuslaitos perustivat 1980-luvun alussa pysyvien koealojen verkon Lapin alpiinisten ja polaaristen metsänrajojen kehityksen seuraamiseksi (Kallio ym. 1983). Tämän *metsänrajan seuranta-tutkimuksen* koealat mitattiin vuosina 1994–95 ensimmäisen kymmenen vuoden seurantajakson muutosten selvittämiseksi. Alustavissa tuloksissa on nähtävissä sen suuntainen kehitys, että taimettuminen on metsänrajalla hieman runsaampaa ja puusto jonkin verran järeämpää kuin 1980-luvun alkuvuosina. Myös professori Gustav Sirénin inventointiluonteisen *metsän- ja puurajan siirtymistutkimuksen* ennakkotuloksissa on havaittu samansuuntainen trendi (Sirén 1995). Metsänrajan ja puurajan hidas siirtyminen pohjoiseen sekä ylöspäin tunturien rinteillä on havaittavissa. Ilmiön jatkuvuudesta ja nopeudesta ei tähänastisten mittausten perusteella voida sanoa mitään varmaa. Mainittuja seuranta-tutkimuksia jatketaan. Niiden lisäksi Metsäntutkimuslaitos tutkii yhdessä yliopistojen kanssa metsänrajan ja puurajan syntyyn ja muutoksiin vaikuttavia ekologisia ym. tekijöitä.

## Lähteet

- Eronen, M. 1991. Jääkausien jäljillä. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. Helsinki. 271 s.
- & Zetterberg, P. 1992. Fennoskandian subarktisen alueen dendrokronologinen ilmastohistoria. Teoksessa: Kanninen, M. & Anttila, P. (toim.). Suomalainen ilmähän muutosten tutkimusohjelma, tutkimusten väliraportit. Suomen Akatemian julkaisuja 2/92. VAPK-kustannus, Helsinki. s. 13–18.
- Heikkinen, O. 1984. The timber-line problem. *Nordia* 18(2): 105–114.
- Hustich, I. 1966. On the forest-tundra and the northern treelines. A preliminary synthesis. Reports from Kevo Subarctic Research Station 3: 7–47.
- Kallio, P. 1990. Kevo. Mietteitä ja muistikuvia Kevosta ja pohjoisen luonnon tutkimuksesta. Karisto, Hämeenlinna. 238 s.
- Kallio, P. & Hurme, H. (toim.). 1978. Lapin kasvirivat. Plant resources in Lapland. *Acta Lapponica Fenniae* 10. 141 s.
- Kallio, P., Norokorpi, Y. & Sepponen, P. 1983. Lapin tutkimusasemien yhteistoiminta ja metsänrajan seuranta. *Luonnon Tutkija* 87: 171–175.
- Kauhanen, H. 1987. On growth problems of mountain birch near its distributional limits. *Uppsala Universitetets Naturgeografiska Institution, UNGI-rapport* 65. s. 183–190.
- Komiteanmietintö 1910:7. Suojametsäkomissionin mietintö. 243 s.
- Luomajoki, A. 1993. Climatic adaptation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Finland based on male flowering phenology. *Acta Forestalia Fennica* 237. 27 s.
- Mäkitalo, K., Sutinen, R., Hyvönen, E., Pulkkinen, E., Pänttjä, M. & Sutinen, M-L. 1995. Määrääkö maaperä kuusen polaarisen metsänrajan Pohjois-Lapissa? Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 35–48.
- Norokorpi, Y. 1995. Havumetsänrajan sijainnin määräytyminen Suomessa. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 7–15.
- Renvall, A. 1919. Suojametsäkysymyksestä I–VI. *Acta Forestalia Fennica* 11.
- Sarvas, R. 1970a. Metsänrajakysymys ja suojametsävyöhyke. Teoksessa: Haukioja, M. & Lovén, L. (toim.). Niin metsä vastaa... metsät ja luonnon suojele. Metsäylioppilaat r.y. s. 145–151.
- 1970b. Temperature sum as a restricting factor in the development of forest in the subarctic. *Unesco, Helsinki Symposium 1966. Ecology and Conservation. I. Ecology of the subarctic regions.* s. 79–82.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. *Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta.* *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 408 s.
- 1993a. Seed year frequency in the subarctic of Finland: a pilot study. *World Resource Review* 5(1): 95–103.
- 1993b. Advances and retreats of pine tree and timberlines in the Far North of Finland. *World Resource Review* 5(1): 104–110.
- 1995. Piirteitä Ylä-Lapin puu- ja metsänrajan siirtymisestä 1900-luvulla. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 23–34.
- Tasanen, T. & Veijola, P. 1995. Metsänraja tutkimuksen kohteena – kirjallisuuskatsaus. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 80–145.
- Tuhkanen, S. 1993. Metsänraja suhteessa ilmastoon erityisesti maapallon mereisillä alueilla. *Nordia tiedonantoja, sarja B* 1993(1): 7–36.
- Wardle, P. 1993. Causes of alpine timberline: a review of the hypothesis. Teoksessa: Alden, J., Mastrantonio, J.L., & Ødum, S. (toim.). Forest development in cold climates. Proceedings of a NATO Advanced Research Workshop on Forest Development in Cold Climates, June 18–23, Laugarvatn, Iceland. *NATO ASI Series, Series A: Life Sciences, Vol. 244.* Plenum Press, New York. s. 89–103.