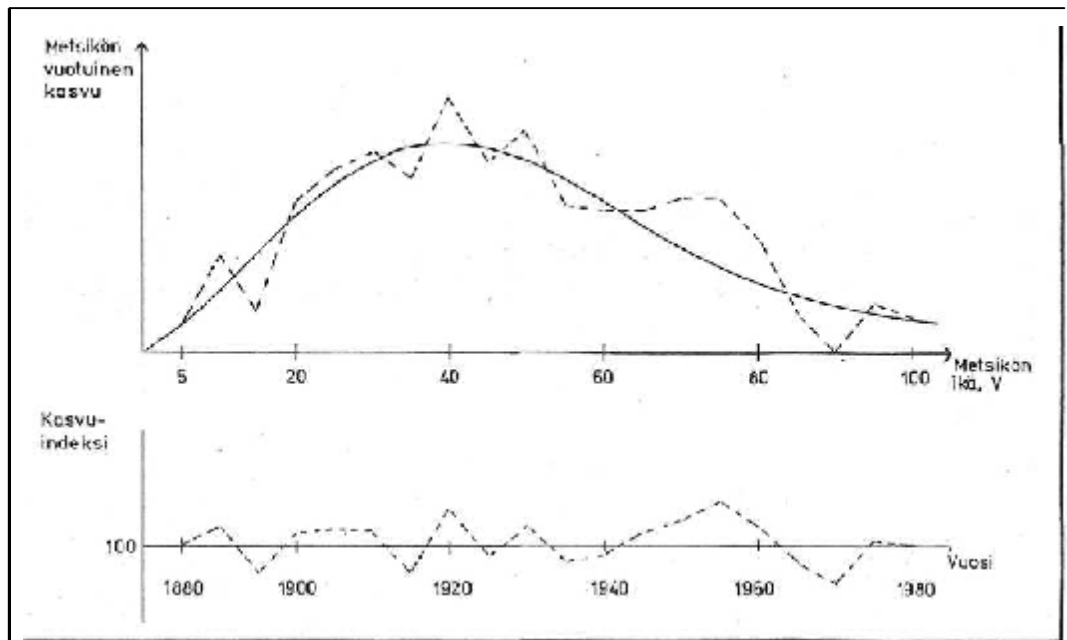


Kuten tunnettua, kesät ja talvet eivät ole veljeksiä keskenään. Lämpimät ja kylmät jaksot vuorottelevat yhden tai useamman vuoden sarjoissa. Vaihtelullaan ilmasto joko jarruttaa tai vauhdittaa metsän kasvua, emmekä voi siihen kovinkaan paljon vaikuttaa. Ilmaston vaihtelu on tosiasia ja se on otettava huomioon päätöksiä tehtäessä.



Kuva 1. Yläosa. Metsikön vuotuinen kasvu iän funktiona. Yhtenäinen viiva kuvaa metsikön kehitystä muuttumattomissa ilmasto-olosuhteissa. Kasvu noudattaa biologisia lainalaisuuksia nousuineen ja laskuineen. Katkoviiva kuvaa kasvua muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa. Suotuisina kesinä kasvu on keskimääräistä parempi, ja epäsuotuisina vastaavasti keskimääräistä huonompi. Alaosa. Yläkuvan tilannetta kuvaava kasvuindeksisarja. Kasvun iänmukainen riippuvuus eliminoitu.

Ilmasto jarruttaa tai vauhdittaa metsän kasvua

Metsätaloudessa ilmaston ennalta arvaamaton vuotuinen vaihtelu on koettu ongelmana koko 1900-luvun ajan. Tutkijat ovat olleet kiinnostuneita ilmiöstä, ja he ovat tutkineet mm. seuraavia kysymyksiä:

- mikä on ilmaston vaihtelun vaikutus metsän kasvuun ja
- miten kasvun ilmastollista vaihtelua voidaan ennustaa.

Ensimmäiseen kysymykseen on kutakuinkin helppo vastata, sillä on kehitetty mittari, kasvuindeksiluku, joka ilmaisee vallitsevan kasvutilanteen normaaliolosuhteisiin nähden. Normaaliolosuhteina pidetään pitkän ajan keskimääräisiä kasvuolosuhteita ja kasvuindeksinä ilmaistuna tilannetta merkitään luvulla 100 (ks. kuva 1). Jos indeksi on esim. 110, tämä tarkoittaa, et-

tä ilmasto on lisännyt kasvua 10 %:lla. Maassamme indeksiluvut vaihtelevat välillä 50—150 siten, että etelässä vaihtelu on pienempää kuin pohjoisessa.

Toiseen, ennustamista koskevaan kysymykseen on huomattavasti vaikeampaa vastata yksiselitteisesti. Ongelman ratkaisu edellyttäisi tulevan sään tuntemisen vuosia eteenpäin, mikä ainakin toistaiseksi on epävarmaa. Mainittakoon kuitenkin, että kolmen tunnetun ennusteen (pohjautuvat vuosilustoihin, jääkerrostumiin ja auringon aktiivisuuteen) mukaan vuosina 1985—1990 ilmasto on kasvun kannalta epäedullisimmillaan ja v. 2025—2030 taas edullisimmillaan. Ennusteet pohjautuvat ajatukseen, että ilmaston vaihtelu on jaksollis-

ta. Jakson pituutena tässä tapauksessa on noin 90 vuotta.

Kasvun ilmastollisen vaihtelun merkityksestä

Mikäli kaikki kesät olisivat keskenään samanlaisia, metsätalouden suunnittelu olisi paljon helpompaa kuin nykyisessä vaihtelevassa ilmastossa. Ilmaston muutokset vaikeuttavat metsien tulevan kehityksen ennustamista ja myös saavutettujen tulosten oikein arvioimista. Metsätaloudelle välttämätön metsänkasvun ennustaminen on vaikeaa, koska ilmaston muutokset aiheuttavat jopa 20—30 %:n suuruisia virheitä ennusteisiin (ILVESSALO 1965, s. 148). Erityisen epävarmaa kasvun ennustaminen

on silloin, kun tulevaa kasvua ennustetaan menneen, kauden kasvulla, ja ilmaston kehitys muuttuu voimakkaasti ennustejakson aikana. Hakkuulaskelemissa tulevan kasvun väärinarvioiminen johtaa helposti yli- tai alihakkuihin.

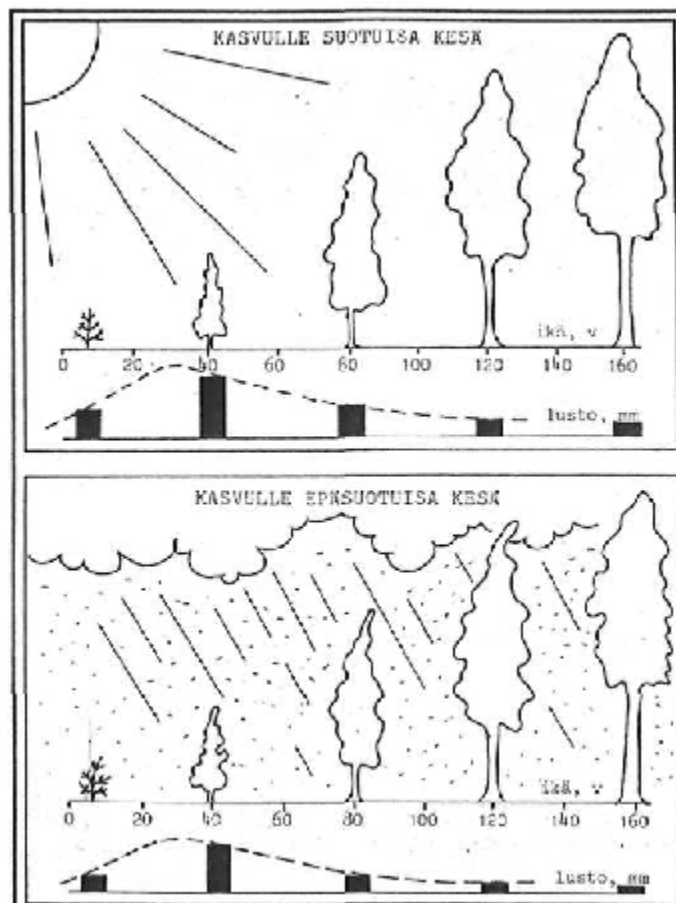
Saavutettujen tulosten arvioinnissa ilmaston osuus on välttämättä otettava huomioon, mikäli aiotaan päätyä oikeasuuntaisiin johtopäätöksiin. Olkoon esimerkkitapauksena seuraava: erään metsätilan kokonaiskasvuksi mitataan 400 m³/v. Kun sama alue inventoitiin 10 vuotta myöhemmin, kasvu oli nousut peräti 600 m³/v. Nyt voitaisiin helposti päätellä, että metsänhoidolliset toimenpiteet olisivat vaikuttaneet tehokkaasti metsätilan tuotuskykyyn, olihan lisäystä tullut

200 m³/v. Tilanne muuttuu, kun inventointien aikaiset ilmastolliset olosuhteet asetetaan samanarvoisiksi. Ensimmäisessä inventoinnissa kasvuindeksi oli 90 ja toisessa 110. Keskimääräisiin ilmastolosuhteisiin muutettuna ensimmäisen inventoinnin kasvu on $400 \cdot 100/90 = 456 \text{ m}^3/\text{v}$ ja toisen $600 \cdot 100/110 = 545 \text{ m}^3/\text{v}$. Todellinen kasvunlisäys itse asiassa oli vain $545 - 456 = 89 \text{ m}^3$. Ja vain tämä voidaan laskea tehostuneen metsänhoidon tiliin. Jos ilmaston vaihtelua ei olisi otettu huomioon, seurauksena olisi ollut karkea virhe kasvun syiden selvittämisessä.

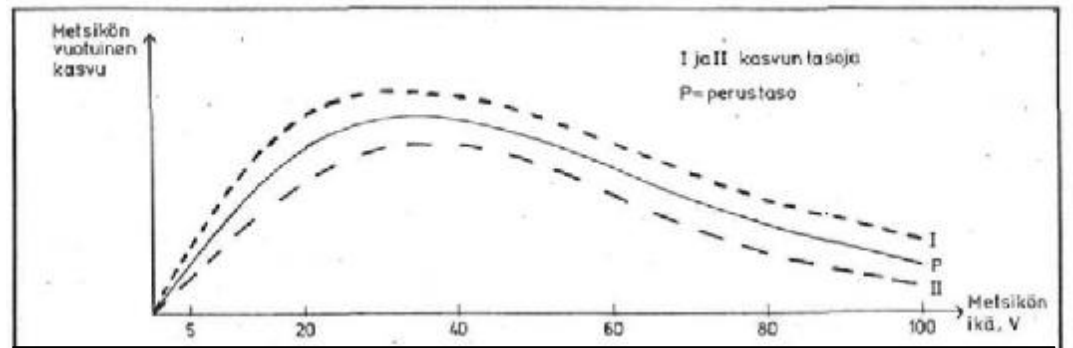
Kasvuindeksistä

Kasvuindeksit ovat merkittäviä lukuja siinä mielessä, että niillä ei ole yksikäsitteistä arvoa. Voidaan väittää, että jokaisesta tutkimuksesta saadut kasvuindeksisarjat poikkeavat toisistaan ja kuitenkin voivat olla yhtä totuudenmukaisia. Indeksisarjojen vaihtelevuus johtuu siitä, että metsän kasvu on monivahainen tapahtuma, jossa ilmaston vaikutus on vain osatekijänä monien muiden ohella. Metsikön sijainnista ja sen sisäisestä tilasta riippuu, kuinka paljon ilmasto pääsee vaikuttamaan kasvuun. Kasvunvaihtelu on ensisijaisesti puu-kohtainen, toissijaisesti metsikkökohtainen ja vastaiten suuralueittainen ilmiö. Kasvuindeksien suuruuteen vaikuttavat mm. seuraavat tekijät. Tärkeimmät ovat lämpötila ja kosteus. Lämpötilan merkitys indeksimuodostajana kasvaa pohjoiseen siirryttäessä, kosteudella on päinvastoin. Se tekijä, josta kasvupaikalla on puutetta, on tärkeämpi.

- puulaji. Kasvuindeksit ovat erilaisia eri puulajeilla. Syy nä tähän on erilainen kasvuvyörytmi.
- latvuskerros. Pää- ja lisävaltapuut reagoivat ilmaston muutoksiin herkemmin kuin väli- ja aluspuut.
- kasvutila. Mitä laajempi puun kasvutila on, sitä selvempi reaktio.
- ikä. Vanhat puut reagoivat ilmaston vaihteluun voimakkaammin kuin nuoret.
- terveydentila. Terveet puut ovat reaktiokykyisempiä.



Kuva 2. Kasvuindeksien määrittämiseksi välttämättömän perustason muodostaminen. Yläosa: vuosiluston ja iän välinen riippuvuus kasvuille suotuisana kesänä. Alaosa: sama riippuvuus epäsuotuisana kesänä. Huomaa tasoero.



Kuva 3. Perustason määrittäminen kahden kesän kasvuntasojen perusteella

• lisäksi on monia muita tekijöitä, jotka vaikuttavat indeksien muodostumiseen. Kasvuindeksiaineistot on yleensä kerätty luonnontilaisista metsiköistä, jotta ilmaston vaihtelun vaikutus kasvuun saataisiin mahdollisimman selvästi esiin. Koepuille on asetettu vaatimukset, joiden tarkoituksena on ollut eliminoida ylimääräiset kasvun häiriötekijät. Tavoitteena on ollut tilanne, jossa puun kasvu riippuu vain sen biologisista ominaisuuksista ja ilmaston vaihtelusta.

Kasvuindeksien laskenta
Kasvuindeksien laskentavaiheessa voidaan vaikuttaa pal-

jon siihen, millaisiksi lopulliset tulokset muodostuvat. Puuntuotoksen tutkimus suunnalla on otettu käyttöön seuraava menetelmä.

Kuvassa 2 esitetään kaksi erilaista kasvutilannetta. Yläosassa kasvuolosuhteet ovat suotuisat, alaosassa epäsuotuisat. Kuvan puut esittävät samana kasvukautena kasvavia eri-ikäisiä puita. Koleana kesänä jokainen vuosilusto on kaapeampi kuin lämpimänä kesänä. Näin ollen koleana kesänä kasvun yleinen taso on matala ja lämpimänä korkea. Jokaisena kesänä muodostuu sille ominainen kasvuntaso.

Asettamalla useita tasoja päällekkäin ja määrittelemällä niiden keskimääräinen taso saadaan kasvuindeksien laskemiseksi välttämätön perustaso (kuva 3). Perustason määrittäminen tapahtuu matemaattisesti visuaalista tarkastelua apuna käyttäen. Kasvuindekseihin päästään, kun todellisia kasvuja verrataan matemaattisesti määritetyn perustason arvoihin ja saatu suhde kerrotaan sadalla.

Kasvuindeksipalvelu

Kasvuindeksit ovat perinteisesti laskettu kertaluonteisten aineistojen perusteella. Kasvuindeksit on voitu laskea keräys- tai sitä edeltäneeseen vuoteen saakka. Seuraavien vuosien indeksejä varten on jouduttu keräämään uusi aineisto, jonka on ollut oltava mittapuultaan edellisen kokoinen, jotta tulokset pysyisivät yhtä luotettavina. Koska kasvuindeksien määrittäminen tällä tavalla on työlästä ja kallista, aineistot on pyritty keräämään valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä, mikä on samalla merkinnyt sitä, että indeksejä ei ole ollut

mahdollista saada joka vuodelle.

Vuonna 1980 aloitettiin tutkimus, joka tähtää jatkuvaan kasvunvaihtelun seurantaan. Tavoitteena on julkaista kuluneen kesän kasvuindeksi heti kasvukauden loputtua. Tarkoitusta varten maahamme perustetaan männyn, kuusen ja koivun kestokoealaverkosto, joka mitataan aina syksyisin. Männyn seurantakoealat on jo pääosin perustettu ja ensimmäiset, alustavat kasvuindeksit vuodelle 1980 julkaistiin kesälä 1981. Männyn 32 koealan sarja sisältää n. 2 900 koeputa.

Toistaiseksi seurataan ainoastaan läpimitan paksuuskasvua, mutta myöhemmin siirryttäen kuutiokasvun seurantaan. Läpimitan seuranta antaa melko hyvän kuvan myös kuutio-kasvun vaihtelusta, sillä IL-VESSALOn (1965) mukaan paksuuskasvu käsittää 65—75 % kuutiokasvun vaihtelusta.

Esitettävät kasvuindeksit perustuvat männylle perustetun indeksikoealasarjan antamiin tuloksiin. Kasvun perustaso määritettiin v. 1936—1980 kasvujen perusteella ja tasoitus perustui läpimitan kasvuprosenttiin.

vuosi	E-Suomi	P-Suomi
1980	108	109
1979	83	104
1978	90	95
1977	85	99
1976	86	116
1975	104	117
1974	111	106
1973	116	114
1972	110	103
1971	104	89
1970	93	83

Vuosien 1970—1980 männyn kasvuindeksit

Keskivirhe vuoden 1980 indeksillä on n. 1 yksikkö ja muilla 2—3 yksikköä.

Etelä-Suomessa hyviä kasvuvuosia tulosten mukaan ovat olleet vuodet 1972, 1973 ja 1974. Pohjois-Suomessa vastaavia ovat vuodet 1973, 1975 ja 1976. Vuosi 1980 oli koko maassa suotuisa. Huonoja kasvuvuosia olivat vuodet 1976—1979, jolloin kasvu oli n. 10 % normaalitason alapuolella. Pohjoisessa kato vuosia olivat 1970 ja 1971. Merkille pantavaa on, että Pohjois-Suomi välttyi huonoilta kasvukausilta 1970-luvun lopulla.

Viisivuotisjaksoittain tulokset näyttävät seuraavilta:

Jakso	E-Suomi	P-Suomi
1980	108	109
1975—79	90	106
1970—74	105	99

1970-alkupuoli oli etelässä keskitasoa parempi, pohjoisessa vain keskitasoa. Vuosikymmenen loppupuolella etelässä kasvatappiot ovat olleet melkoiset. Samaan aikaan — kumma kyllä — pohjoisessa kasvuolosuhteet olivat hyvät. Asetelmasta havaitaan, että kasvuindeksit vaihtelevat alueittain huomattavasti.