

## Metsikön kasvun arvioiminen.

Yrjö Ilvessalo.

Metsikön kasvun selvittäminen on käytännöllisen metsän arvioimisen tärkeimpiä ja samalla työläimpiä tehtäviä. Sitä varten vaaditaan verraten paljon mittauksia ja laskutoimituksia, jos tarkka selvitys kasvusta halutaan saada. Menetelmien suhteen näyttää olevan paljon epätietoisuutta ja usein mielisi esim. koealalla tiedustaa, mitenkä kasvu on laskettu, varsinkin kun se on ilmoitettu jopa kolmekin desimaalia käsittävällä luvulla.

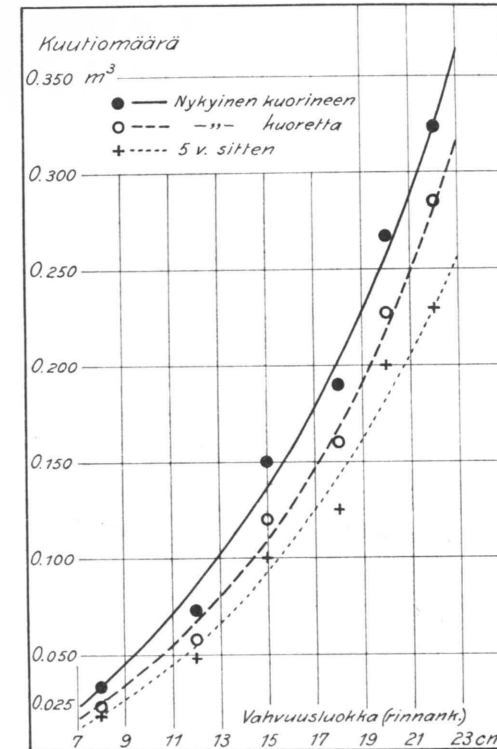
Seuraavassa tarkastellaan tilan suomissa rajoissa muutamia kasvun määrittämisen pääpiirteitä. Lähtökohdaksi otetaan tarkat menetelmät, mutta pääasiallisesti tarkastelu kohdistetaan kasvun likimääräiseen selvittämiseen, jopa niin sanoaksemme kasvun arvioimiseen.

### 1. Kasvun määrittäminen kaadettujen koepuitten perusteella.

Kun koealalla pyritään metsikön kuutiomäärän ja kasvun tarkkaan selvittelyyn, on tapana kaataa ja mitata joukko eri vahvuusluokkia edustavia koepuita laskelmien pohjaksi. Koepuut valitaan siten, että niistä kukin on vahvuusluokkansa keskimääräisen pituuden ja ainakin silmämäärin päätellen myös keskimääräisen muodon mukainen. Koepuista mitataan, tavallisesti päätettäistä mittaustapaa käyttäen, määrävällein kaulaimella kuorellinen läpimitta, kuorimittarilla kuoren vahvuus ja kasvukairan avulla esim. 5:n tahi 10:n viime vuoden yhteinen sädekasvu sekä saman aikainen pituuskasvu. Koepuiden kuutiomäärät lasketaan näiden mittausten perusteella nykyisenä kuorellisena ja kuorettomana kuutiomääränä sekä viimeksi mainittu sellaisena kuin se oli 5 tahi 10 vuotta varhaisemmin.

Saadut koepuitten kuutiomäärät merkitään suorakulmaiseen akselistoon (kuva 1), jossa pystyakselin asteikko kuvaa kuutiomäärää ja vaakasuoran akselin asteikko rinnankorkeusläpimittaa tahi sen neliötä

taiikka muutakin potenssia riippuen siitä, pyritäänkö kuutioimiskäyrään vaiko -suoraan. Sitten piirretään silmävaraisesti tasoittaen keskimääräiset kuutioimisviivat kuorellista, kuoretonta ja varhaisempaa kuutiomäärää kuvaavien merkkien perusteella. Vähentämällä jokaisen vahvuusluokan kohdalta kuutioimisviivasta saatavasta nykyisestä kuoret-

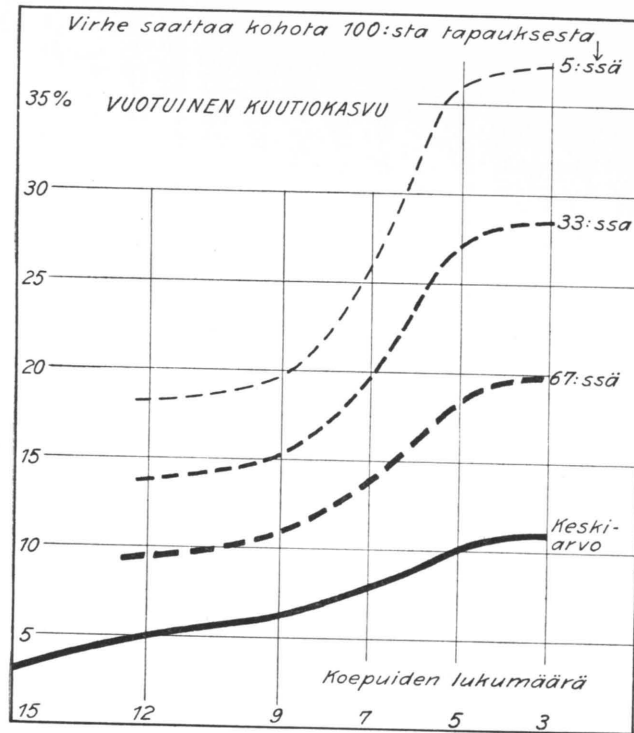


Kuva 1. Koealametsikön kuutioimista ja kasvun laskentaa varten piirretyt kuutioimisviivat.

tomasta yksikkökuutiosta vastaava esim. 5 vuotta varhaisempi kuutiomäärä ja jakamalla erotus 5:llä saadaan vahvuusluokan puun vuotuisen kuutiokasvu. Kertomalla sitten jokaisen vahvuusluokan yhden puun vuotuisen kasvu luokan puuluvulla ja yhdistämällä lopuksi luokkien kasvat päästään koealametsikön vuotuisen kasvuun.

Tämän menetelmän tarkkuus on riippuvainen, paitsi tietenkin koealan puitten läpimittojen ja pituuksien sekä koepuiden mittaustark-

kuudesta, erityisesti koepuitten lukumäärästä. Kuvasta 2 nähdään eräiden koemittausten osoittavan, että tätä menetelmää käyttäen virhe on 3 koepuun perusteella laskettaessa ollut keskimäärin 11 %, 5 koepuun perusteella 10 % ja siitä vähitellen pienentyen lopuksi 15 koepuun perusteella 3 %. Kuvassa keskiarvoviivan yläpuolella



Kuva 2. Metsikön kasvunlaskemistuloksen tarkkuuden riippuvaisuus koepuiden lukumäärästä.

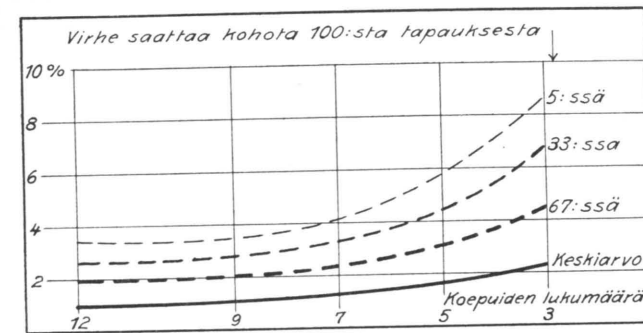
olevat katkoviivat osoittavat kuitenkin virhemahdollisuuden paljon suuremmaksi kuin yksinomaan keskiarvon perusteella voidaan päätellä. Vertauksen vuoksi osoitetaan kuvassa 3, miten koealametsikön kuutiomäärä saadaan paljon vähälukuisempien koepuiden perusteella riittävän tarkoin selvitettyksi.

Nähdään, ettei siis tänäkään menetelmän perusteella saadun kasvuluvun suhteen ainakaan toisen desimaalin tarkkuudesta voida paljoa sanoa, vaikka koepuiden lukumäärä olisi huomattavan suurikin.

## 2. Kasvun määrittäminen pysyvien pystykoepuitten perusteella.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kestokoealoja, joilla pyritään tarkkaan kuutiomäärän ja kasvun selvittelyyn, mitataan määräajoin, n. 5—10 vuoden väliajoin, jatkuvasti uudelleen. Jo ensimmäisten uusintamittausten jälkeen huomattiin, että kaadettujen koepuitten perusteella laskettu kasvu ei ollut sama kuin metsikön todellinen kasvu. Ero saattoi olla melkoinenkin, vaikka koepuita oli runsaamaisesti ja vaikka ns. poisto tietysti myös tarkkaan otettiin huomioon.

Syy tähän eroon oli se, ettei koepuitten perusteella saatu riittävän tarkoin kasvua selvitettyksi. Saman kokoisten puitten kasvu vaihtelee



Kuva 3. Metsikön kuutiomistuloksen tarkkuuden riippuvaisuus koepuiden lukumäärästä.

samassakin metsikössä paljon, mutta kasvua ei näe päälle päin eikä siis eri vahvuusluokille voida valita tarkoin niiden keskimääräistä kasvua osoittavaa koepuita. Keinona tästä pulasta pääsemiseksi on ehdotettu hyvin suurta koepuumäärää, jopa luvultaan lähelle sataakin. Mutta mistäpä ne ottaisi, jos niistä aiheutuvan suuren vaivan näkisikin. Koealalta niitä ei voida ottaa, sillä koealametsikön rakenne muuttuisi heti ja pian siitä puut loppuisivat. Koealan ympärillekään ei ainakaan meikäläisissä, yleensä suhteellisen vähälukuisissa metsiköissä helposti saada niin suurta, tarkoin koealametsikön mukaista vaippa-alaa, että siinä riittäisi puita tuollaiseen kaatoon metsikön rakenteen liaksi muuttumatta.

Pätkähästä toivotaan nyt kestokoealoillamme selvityn turvautumalla pysyviin pystykoepuihin. Nämä sijoitetaan itse koealalle, joten ne todella edustavat koealametsikköä. Pysyviä pystykoepuita valitaan niin runsas määrä, että niitä voidaan kaataa niin kuin muitakin puita, jos ne osoittautuvat harvennuksessa poistettaviksi. Koepuut mitataan tätä varten rakennettujen kevyitten tikkaitten ja mm:n tarkkuudella toimivan varsikaulaimen avulla pätkittäistä mittaustapaa käyttäen

niin korkealle kuin mahdollista. Tavallisesti saadaan näin läpimitat n. 16—17 m:n korkeuteen saakka, ja jäljelle jäävä, yleensä enää hyvin vähän merkitsevä latvaosa kuutioidaan kokemustaulukon perusteella. Koepuut ja niiden kaikki mittauskohdat merkitään maalilla, joten uudelleen mittauksessa käytetään samoja koepuita. Näin vältetään suuri koepuitten kaato ja toivotaan päästävän satunnaisista koepuiden vaihteluista sekä sitä tietä todella tarkkoihin tuloksiin kasvun suhteen.

Kun koeala pysyvien pystykoepuitten avulla kuutioidaan määrärajojen uudelleen, saadaan kasvu kuutiomäärien erotuksena — tietysti ottamalla huomioon laskelmassa myös poisto kasvuineen. Kuutiomäärä saadaan, kuten ja aiemmin mainittiin (vrt. kuvaa 3), verraten harvojen koepuitten perusteella tarkkaan määrättyksi.

### 3. Kasvun määrittäminen tilapäisten pystykoepuitten perusteella.

Molemmat edelliset menetelmät ovat käytännölliseen metsän arviointiin liian työläitä. Siihen tarvitaan paljon nopeampia ja helpompia menetelmiä ja silloin on myöskin tyydyttävä likimääräisiin tuloksiin.

#### a. Puun kuutiokasvuprosentin laskeminen.

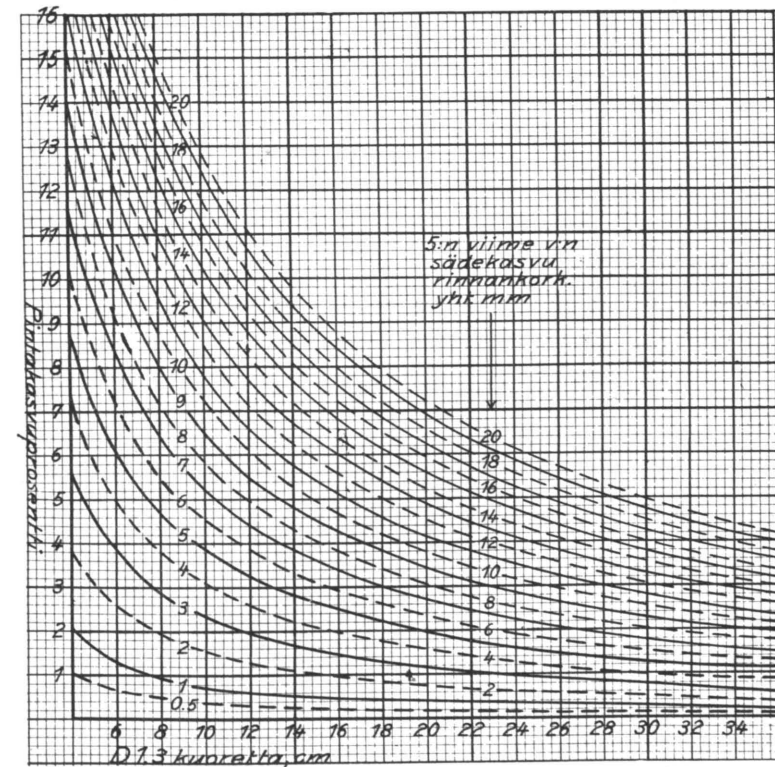
Kasvua selvittäessä rajoitetaan puiden tutkiminen tavallisesti: a. läpimitaan, b. kuoren vahvuuteen ja c. 5:n tahi 10:n viime vuoden sädekasvuun, kaikki rinnankorkeudelta mitattuina, sekä d. puun pituuteen ja e. 5:n tahi 10:n viime vuoden pituuskasvuun. Kun nämä tunnetaan, voidaan laskea puun ja useiden puiden perusteella vuorostaan metsikön kuutiokasvuprosentti likimääräisesti. Tämän prosenttiluvun ja metsikön kuoretoman kuutiomäärän perusteella päästään sitten vuotuisen kasvuun.

Tarkastamme ensiksi, miten puun kuutiokasvuprosentti olisi laskettava. Kuutiokasvu syntyy läpimitan tai sen mukaisesti poikkileikkauspinnan sekä pituuden suurenemisesta ja puun muodon paranemisesta. Kuutiokasvuprosenttia ( $p_v$ ) laskettaessa on siis kaikki nämä tavalla tai toisella huomioon otettava. Hyvin yleisesti käytetään sellaista menetelmää, että lasketaan yhteen poikkileikkauspinnan kasvuprosentti ( $p_g$ ) ja muutokorkeuden kasvuprosentti ( $p_{ht}$ ), joka kuvaa pituuden l. korkeuden kasvua ja muodon paranemista. Siis  $p_v = p_g + p_{ht}$ .

Kun kasvututkimuksella tavallisesti pyritään, siinä määrin kuin mahdollista on, metsikön nykyisen kasvun selvittämiseen, on kuutiokasvuprosentti laskettava nykyhetken kohdistuvaksi. Silloin on kasvavaksi suureeksi otettava laskentahetken aikuinen läpimitta, poikkileik-

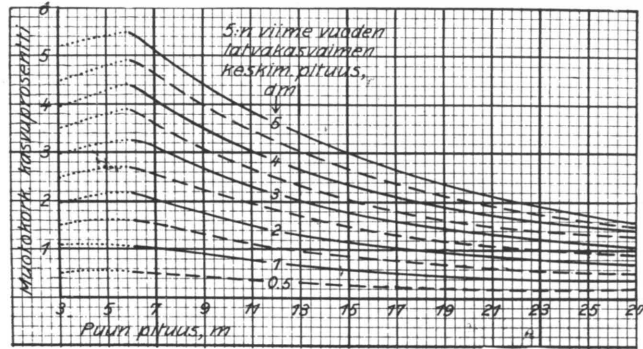
kauspinta, pituus ja muoto. Kun läpimitan ja pituuden sekä muodonkin kasvu puun vanhetessa muuttuu hitaasti, voidaan hyvin olettaa, että 5:n tahi 10:nkin edellisen vuoden kasvu kuvaa puun kasvua nykyhetkelläkin. Jos metsikössä on mainittuna aikana suoritettu vahva hakkaus, on kasvu saattanut nykyvuoteen mennessä jossain määrin muuttua. Silloin olisi kasvun tutkimus nykyiseen kasvuun pyrittäessä rajoitettava hakkuun jälkeisiin vuosiin. Jos taas kasvuprosenttia laskettaessa otettaisiin kasvavaksi suureeksi tutkitun aikakauden alun tahi keskivälin aikuinen läpimitta, pituus jne., saataisiin nykyistä tuntuvasti suurempi kuutiokasvuprosentti, sillä tämä prosentti pienenee säännöllisissä oloissa nopeasti puun vanhetessa eikä siis sovellu nykyisen kasvun laskemiseen. Tämän käsityksen mukaisesti menetellään seuraavassa.

Kuutiokasvuprosentti ( $p_v$ ) lasketaan siis pintakasvuprosentin ( $p_g$ ) ja muutokorkeuden kasvuprosentin ( $p_{ht}$ ) summana. Kumpikin yhteen laskettava saadaan määrättyksi kuvissa 4 ja 5 esitetyistä graafisista



Kuva 4. Graafinen taulukko puun pintakasvuprosentin määrittämistä varten.

taulukoista, kun puun kuoreton rinnankorkeusläpimitta, 5:n viime vuoden sädekasvu rinnankorkeudelta, puun pituus ja 5:n viime vuoden latvakasvaimien keskimääräinen pituus tunnetaan. Käytettäessä 10 v:n



Kuva 5. Graafinen taulukko puun muotokorkeuden kasvuprosentin määrittämistä varten.

sädekasvua perusteena saadaan pintakasvuprosentti kuvassa 6 olevasta graafisesta taulukosta. Kun lehtipuitten pituuskasvua ei voida latvakasvainten perusteella arvioida, on niille laadittu pituuteen, ikään ja puun asemaan metsikössä (I = päävaltapuu, II = lisävaltapuu, III = välipuu ja IV = aluspuu) perustuva muotokorkeuden kasvuprosentti-taulukko (taulukko 1).

Taulukko 1. Lehtipuitten muotokorkeuden kasvuprosentti.

1. Suomen eteläpuolisko.

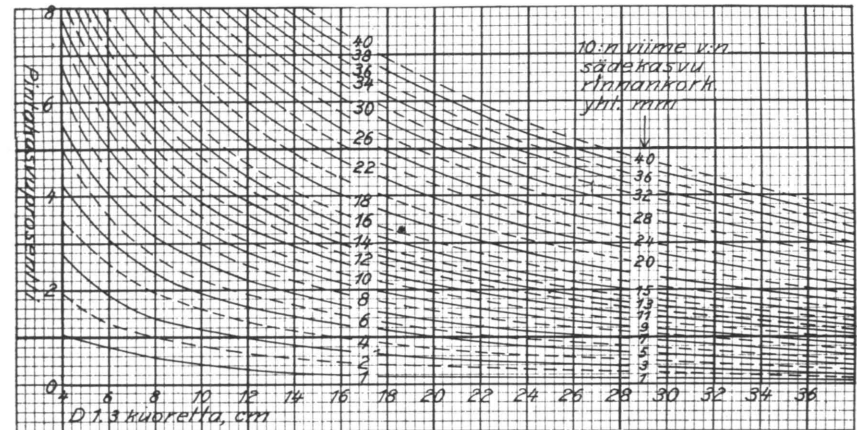
Pituus luokka, m	Latvuskerros <sup>1)</sup>	Ikäluokka, v.										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Muotokorkeuden kasvuprosentti												
10	I, II	3.2	2.5	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
	III	2.6	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
	IV	1.4	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
11—13	I	2.7	2.4	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
	II		2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
	III, IV	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
14—16	I		2.1	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5
	II		1.8	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
	III, IV		1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3
17—20	I		1.8	1.6	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
	II			1.3	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	III			0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
21—	I		1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
	II			1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
	III			0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3

<sup>1)</sup> I = päävaltapuut, II = lisävaltapuut, III = välipuut, IV = aluspuut.

2. Suomen pohjoispuolisko.

1—5	2.1	2.0	1.7	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
6—7	2.6	2.4	2.2	1.8	1.6	1.3	1.1	1.0	0.8	0.6	0.5
8—9		2.4	2.2	1.9	1.6	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6
10—11			1.6	1.6	1.4	1.2	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7
12—17				1.4	1.4	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7	0.7
18+					1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5

Ellei kuorimittaria ole käytettävissä, riittävät kuoren vahvuuden vähentämiseen läpimitasta likimääräisetkin luvut, ilman että siitä aiheutuu mainittavaa virhettä kasvuprosenttiin. Käytännössä tätä var-



Kuva 6. Graafinen taulukko puun pintakasvuprosentin määrittämistä varten.

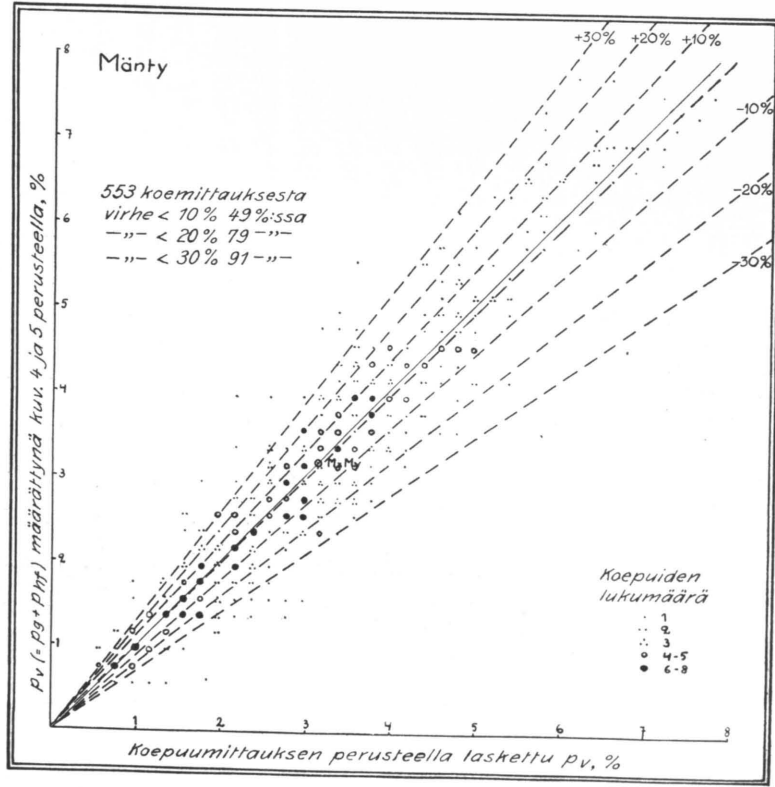
ten tyydyttävän tarkkaan kuorettomaan läpimitaan päästään vähentämällä kuorellisesta läpimitasta seuraavat sadannesmäärät: mänty rinnank. alle 20 cm n. 12—15 %, 20—30 cm n. 11—12 % ja yli 30 cm:n vahvaisista n. 10 %; kuusi alle 20 cm n. 7—8 %, 20—30 cm n. 6—7 % ja yli 30 cm n. 6 %; koivu kaiken vahvaisista puista n. 8 %.

Mainittakoon edellisen suhteen vielä seuraavat esimerkit.

1. Mänty. D 1.3 kuorineen 21.5 cm, kuori 12 %, D 1.3 kuoretta 18.9 cm, 5:n viime vuoden yhteinen sädekasvu rinnankork. 8 mm, pituus 18 m, vuotuinen pituuskasvu 2.0 dm;  $p_g = 3.2\%$ ,  $p_{hf} = 1.0\%$ ,  $p_v = 4.2\%$ .

2. Koivu. (Suomen eteläpuolisko). D 1.3 kuorineen 21.5 cm, kuori 8 %, D 1.3 kuoretta 19.8 cm, 5:n viime vuoden sädekasvu 8 mm, pituus 18 m, ikä n. 60 v., päävaltapuu;  $p_g = 3.1\%$ ,  $p_{hf} = 1.1\%$ ,  $p_v = 4.2\%$ .

Kuvasta 7 nähdään, missä määrin näin laskettu puun kuutiokasvu-prosentti eroaa tarkoin määrätystä kuutiokasvuprosentista. 553 koepuusta on kaadettuna mitattu pätkittäistä mitaustapaa käyttäen kasvu ja siten saatu kuutiokasvuprosentti mahdollisimman tarkoin määrät-



Kuva 7. Kuutiokasvuprosenttien vertailu.

tynä. Samoista puista on kuutiokasvuprosentti laskettu edellisessä mainittua menetelmää käyttäen kuvissa 4 ja 5 esitettyjen graaf. taulukoitin perusteella ja saatuja tuloksia verrataan kuvassa keskenään. Vertailu osoittaa, että esitetty menetelmä johtaa tavallisesti tyydyttävään tarkkuuteen.

b. Metsikön kuutiokasvuprosenttiin ja kuutiokasvun laskeminen.

Metsikön kuutiokasvuprosenttiin ja kuutiokasvun selvittämistä varten rajoitetaan metsikköön keskimääräiseen kohtaan 1/4—1/2 ha:n suuri-

Taulukko 2. Kocalametsikön kuutiomäärän ja kasvun laskenta (esim.).

Luokan no	D 1.3 luokka, cm			Luokan puuluku, kpl.		Keski-pituus, m	D 1.3 ja D 6.0 erotus, cm		Yksikkökuutiomäärä, m³																	
	2 × kuori	D 1.3, cm	5n viime vuoden säädekasvu rinnank., mm	Pinta-kasvu-% (Pg)	Pituus, m		Vuoto-nit. kasvun, dm		Kuutiokasvu-%		Muoto-korrek. kasvun-%		Kuutiokasvu-%		Kuutiokasvu-%											
							kuorineen		kuorineen		kuorineen		kuorineen		kuorineen		kuorineen									
	M	Ku	Yht.	M	Ku		M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	Yht.	Yht.				
3	17.5—20			15	3	5	0.228	0.191	0.197	0.163	2.28	6.68	8.96	1.97	5.70	7.67										
4	20—22.5	10	35	17	3	5	3.29	2.72	2.86	234	6.58	13.38	5.72	5.85	11.57											
5	22.5—25	20	25	15	5	5	3.88	3.75	3.34	324	11.64	17.26	10.02	4.86	14.88											
6	25—27.5	30	15	19	5	5	5.06	4.87	4.39	424	12.18	14.71	2.20	10.60	12.80											
7	27.5—30	5	25	30	5	5	6.16	6.16	5.66	538	16.15	22.31	14.15	5.38	19.53											
8	30—32.5	25	15	40	22	7	7.16	6.79	6.21	594	17.90	20.18	28.08	8.91	24.43											
9	32.5—35	10	5	15	23	8	8.87	7.93	7.78	699	8.87	3.96	12.83	3.50	11.38											
	Yhteensä			125	130	255					65.95	51.58	117.53	57.36	44.80	102.16										
	Ha kohteen			250	260	510					131.9	103.2	235.1	89.6	89.6	204.3										

Luokan no	Puulaji ja D 1.3, cm kuorineen		2 × kuori	D 1.3, cm kuorineen	5n viime vuoden säädekasvu rinnank., mm	Pinta-kasvu-% (Pg)	Pituus, m	Vuoto-nit. kasvun, dm	Muoto-korrek. kasvun-%	Kuutiokasvu-%		Kuutiokasvu-%		Kuutiokasvu-%										
	Ku	M								Kuutiokasvu-%		Kuutiokasvu-%		Kuutiokasvu-%										
										M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	Yht.	Yht.					
	M	Ku								M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	M	Ku	Yht.
3	Ku	18		1.4	16.6	2.8	15	2	1.2	4.0	2.0	5.7	5.7	4.6	22.8									
3	M	19		2.0	17.0	2.3	17	0	0.0	2.3	2.0	5.7	5.7	4.6	22.8									
4	Ku	21		1.7	19.3	2.4	17	3	1.6	4.0	5.8	5.8	17.1	23.2	43.6									
4	M	22		2.5	19.5	2.0	19	2	1.0	3.0	5.7	5.7	17.1	23.2	43.6									
5	Ku	24		1.8	22.2	1.4	20	1.5	0.7	2.1	4.9	4.9	23.0	30.3	53.3									
5	M	24		2.6	21.4	1.5	21	2	0.8	2.3	10.0	10.0	28.6	38.6	71.2									
7	Ku	29		1.6	24.4	1.7	23	1.5	0.6	2.3	5.4	5.4	14.2	18.6	33.8									
7	M	29		2.0	27.0	1.7	23	1	0.4	2.0	7.1	7.1	17.8	23.8	41.6									
7	M	28		4.0	24.0	1.6	22	1.5	0.6	2.5	7.1	7.1	17.8	23.8	41.6									
8	M	32		3.2	28.8	1.1	23	1.5	0.6	1.7	15.5	15.5	29.4	39.4	68.8									
8	M	31		5.0	26.0	1.5	22	1	0.4	1.9	7.8	7.8	15.5	20.4	35.9									
9	M	34		5.2	28.8	0.8	21	1	0.4	1.2	55.2	55.2	96.5	115.5	171.7									
											Yhteensä		41.3	96.5	115.5	112.4	227.9							
											Ha kohteen		2.1	2.1	2.1	2.7	2.4	4.8						

Vuot. kuutiokasvu ha kohteen 2.4 m³

4.8 m³

nen koeala. Koealalta mitataan puut rinnankorkeudelta esim. 2:n tai 2.5 em:n tahi tuuman vahvuusluokkia käyttäen ja erottaen eri puulajit, mikäli niitä on merkitsevässä määrässä. Näin saadaan taulukon 2 osoittamaan koealan laskelmalomakkeeseen puiden läpimittajakaantumista osoittava lukusarja. Tämän jälkeen mitataan n. 20—30 puun pituudet pituusmittarilla ja piirretään näiden havaintojen perusteella suorakulmaiseen akselistoon pituusikäyrä — d1.3 vaakasuoralla ja pituus pystysuoralla akselilla —, josta saadaan jokaisen vahvuusluokan puitten keskimääräinen pituus. Käytettäessä tutkimuslaitoksessa valmistettuja kuutioimistaulukoita koealametsikön kuutioimiseen arvioidaan samoista puista vielä puun muotoa osoittava rinnank. läpimitan ja 6 m:n korkeudelta otetun läpimitan erotus. Näiden havaintojen perusteella lasketaan graafisesti tasoittamalla eri läpimittaluokille keskimääräiset kapenemisluvut. Kun d1.3 ja pituus sekä d1.3:n ja d6.0:n erotus tunnetaan, saadaan taulukoista yksikkökuutiomäärä kuorellisena ja kuorettona sekä koko koeala näin kuutioiduksi.

Kasvun laskemista varten mitataan lisäksi osasta pituuskoepuita, eri vahvuusluokista ja vähintään 10—15:sta, aiemmin mainitut tekijät näiden pystykoepuiden pintakasvuprosentin ja muutokorkeuden kasvuprosentin selvittämiseksi. Kuvissa 4—6 esitetyistä graafisista piirroksista saadaan koepuitten pintakasvuprosentit ja muutokorkeuden kasvuprosentit ja näiden summana kuutiokasvuprosentit.

Koealametsikön keskimääräinen kuutiokasvuprosentti lasketaan painollisena keskiarvona koepuitten kuutiokasvuprosenteista. Viimeksi mainittujen painolukuina käytetään vastaavien läpimittaluokkien kuorettona kuutiomääriä, jotka merkitään erikseen eri puulajeille, jos näiden kasvut halutaan saada erikseen. Painolukujen ja kasvuprosenttien tulot lasketaan yhteen ja summa jaetaan painolukujen summalla. Siten saadaan metsikön ja erikseen eri puulajien keskimääräiset kuutiokasvuprosentit. Laskemalla näin monta sadannesta koealametsikön ja eri puulajien kuorettona kokonaiskuutiomäärästä päästään kuutiokasvua osoittaviin lukuihin.

Kuutiomäärän laskenta voidaan perustaa myöskin Tapion taskukirjassa (v. 1937) sivuilla 98—99 olevaan taulukkoon, jolloin samalla saadaan likimääräisesti lasketuksi kuutiomäärän jakaantuminen eri puutavaralajien osalle. Taulukon käyttö edellyttää sen selityksessä esitetyt tukki-, propsi- ja halkopuun määrittelyt sekä keskimääräisen puiden muodon (muotoluokka 0.65). Kasvun laskenta tapahtuu samaan tapaan kuin jo edellisessä koealametsikön kasvun laskemisesta esitettiin. Esimerkin tällaisesta koealan laskennasta sisältää taulukko 3.

Taulukko 3. Koealametsikön kuutiomäärän ja kasvun sekä metsiköstä saatavan puutavaramäärän laskenta (Tapion taskukirjan taulukoiden avulla). Koealan koko 0.1 s ha. MT:n 100-vuotinen kuusikko, sekap. muutama mänty.

Kuutiomäärän laskenta		Vuotuisen kasvun laskenta										Saatavan puutavaramäärän laskenta													
D1.3 luokka, tuumaa	Puuluku luokassa, kpl.	Keskipituus, m	Yksikkökuutiom., m <sup>3</sup>	Luokan kuutiomäärä (kuorineen) m <sup>3</sup>	2 × kuoren vahv. rinnank., cm	Läpimitta kuoretta, cm	5:n viime vuoden sädekasvu, mm	Koepuun pituus, m	Vuot. pituuskasvu, dm	Pin-ta-kork.		Muoto-kork.		Kuu-tio-%	Kuu-tio-	Luokan kuutiom. × kuutiokasvu-%			Luokan yhdestä puusta saatavan			Luokan koko puumäärästä saatavan			
										Pin-ta-	kork.	Muo-to-	kork.			kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.	kuutiom.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
4	11	10	0.04	0.44	0.9	9.3	1	11	0.5	0.8	0.4	1.2	0.7	—	—	0.03	0.02	—	—	—	—	—	—	—	
5	12 + 1	13	0.08	1.04	0.8	11.9	1	15	0.5	0.7	0.3	1.0	1.2	—	—	0.08	0.02	—	—	—	—	—	—	—	
6	28 + 3	16	0.13	4.03	0.9	14.3	3	16	0.5	0.5	0.3	0.8	3.5	—	—	0.15	0.02	—	—	—	—	—	—	—	
7	30	19	0.24	7.20	1.0	16.9	3	19	0.5	1.4	0.2	1.6	12.6	—	—	0.29	0.02	—	—	—	—	—	—	—	
8	23 + 1	21	0.35	8.40	1.0	19.3	3	20	0.5	1.4	0.5	1.9	11.1	—	—	0.41	0.02	—	—	—	—	—	—	—	
9	20	22	0.45	9.00	1.1	21.8	5	21	1	1.8	0.4	2.2	19.8	6	7	0.20	0.02	120	5: 35	642:	—	—	—	—	
10	27 + 2	23	0.61	17.69	1.3	23.5	4	22	1	1.4	0.4	1.8	30.2	6	7.5	0.19	0.01	304	5: 70	1,735:	65	—	—	—	
11	5	23	0.74	3.70	1.3	26.6	4	24	1	1.2	0.4	1.6	5.6	14	8	0.16	0.02	70	6:	420:	—	—	—		
12	2 + 1	24	0.88	2.64	1.5	29.0	3	24	1	0.8	0.4	1.2	3.1	16	9	0.24	0.01	48	6: 90	331:	20	—	—		
13	2 + 1	24	1.03	3.09	2.0	31.0	5	24	1	1.3	0.4	1.7	4.7	23	9.5	0.12	0.02	69	7: 35	507:	15	—	—		
				57.23									92.5					611		3 636:		35.95	3.06		
				318									280 m <sup>3</sup>					3 397		20 198:		200	17		
				Ha kohden									92.5					Ha kohden		280 · 1.6		3,240:	—	—	
				Tapion taskukirja (8s painos):									Kuutiokasvu-% = 57.23							100		4.5 m <sup>3</sup> /ha.		—	
				Sarake 4 s. 98—99.									92.5												—
				» 11 s. 88.									1.6 %												—
				» 12 s. 87.																					—
				» 15—18 s. 98—99.																					—
				» 20 s. 158 (suhde).																					—
				1) s. 86.																					—

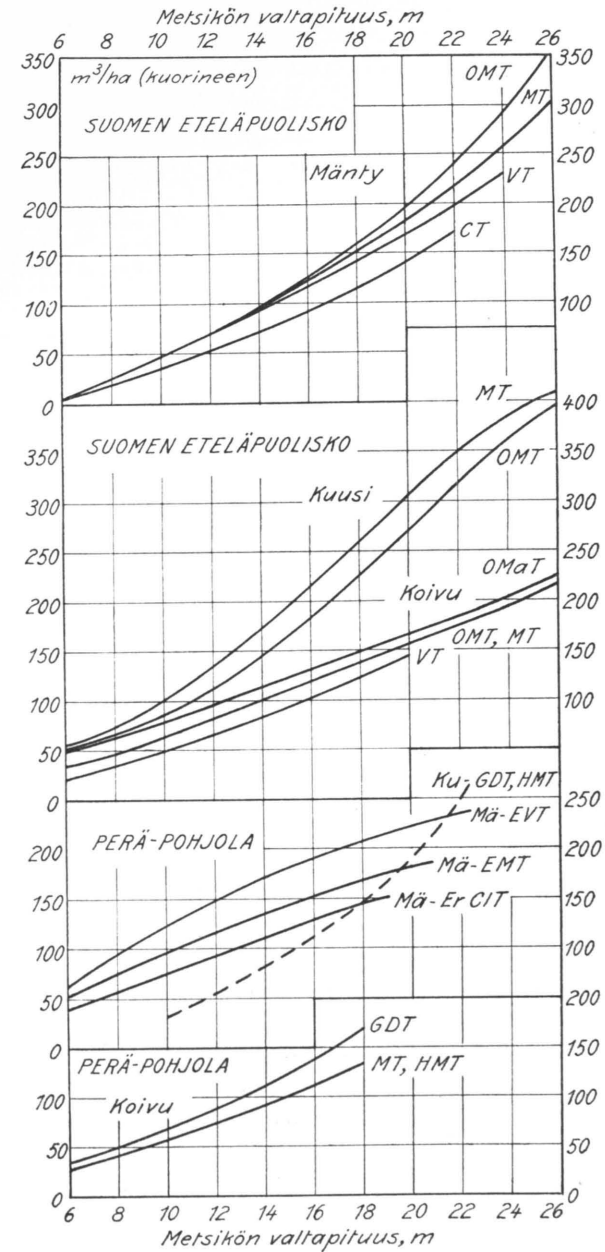
Mitenkä kasvun jakaantuminen puuston eri osien, tukki-, propssi-, halko- yms. puiden kesken olisi selvitetävä, on niin laaja kysymys erikseen, ettei sitä voida sisällyttää tämän esityksen puitteisiin.

#### 4. Kasvun silmävarainen arvioiminen.

Käytännöllisessä metsän arvioimisessa on usein mahdollisimman nopeasti saatava käsitys metsikön kasvusta samoin kuin kuutiomäärästäkin. Mutta olisiko tähän mitään riittävän luotettavaa keinoa?

Kuten tunnettua kuutiomäärän silmävarainen arvioiminen on hyvin yleistä. Paljon tällaista työtä suorittava metsän arvostelija voi saavuttaa välittömässäkin silmävaraisessa arvioimisessa hyvän taidon. Mutta suuressa määrässä tällaista arvioimista saatetaan varmistaa ja helpottaa, jos perustaksi ensin arvioidaan muutamia aputekijöitä, esim. metsikön tiheys ja valtapituus tahi puitten keskimääräinen pituus. Lisäksi on puulajiin, ikään ja ehkä metsätyyppiinkin huomiota kiinnitettävä. Kuvassa 8 esitetty graafinen taulukko osoittaa Suomen eteläpuoliskon ja Perä-Pohjolan tavallisimpien metsätyyppien täysitiheään (tiheys 1.0) mänty-, kuusi- ja koivumetsikön keskimääräisen kuutiomäärän, kun metsätyyppi sekä metsikön puulaji ja valtapituus tunnetaan. Jos metsikön tiheys poikkeaa 1.0:sta ja arvostellaan esim. 0.9, 0.8, 0.7:ksi jne., saadaan metsikön kuutiomäärä ottamalla taulukon osoittamasta kuutiomäärästä 0.9, 0.8, 0.7 jne. Taulukon laadinnassa on siinä määrin noudatettu varovaisuutta, että se yleensä johtaa pikemmin hieman liian pieneen kuin liian suureen kuutiomäärään.

Metsikön kasvun näin nopeata arvioimista varten on paljon vaikeampaa laatia tyydyttävät aputaulukot, sillä kasvuhan on riippuvainen useammista tekijöistä kuin kuutiomäärä. Suomen eteläpuoliskon ja Perä-Pohjolan kasvu- ja tuottotaulukot sekä I:n valtakunnan metsien arvioinnin tulokset ovat kuitenkin tarjonneet siinä määrin johtoa myös kasvun arvioimiselle, että niiden perusteella saatettiin laatia uutta valtakunnan metsien arviointia varten aputaulukot. Nämä on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Ne ovat aputaulukot metsikön kuutiokasvuprosentin arvioimiseksi ja edellyttävät metsämaan laadun, puulajin, ikäluokan ja metsikön tiheyden tunnetuiksi. Taulukoissa on sadanneslukuja sarjat täysitiheälle (tiheys 1.0) ja nykyisten metsiemme keskitiheälle (tiheys 0.6—0.7) metsikölle. Muille tiheyksille kasvuprosentit on interpoloitava näiden väliltä tahi ekstrapoloitava niiden ulkopuolelta saman ikäluvun kohdalta. Jos metsikkö on sekametsikkö, arvioidaan eri puulajien kohdalta saatavien sadanneslukuja keskimäärä eri puulajien kuutiomääräosuuksia silmällä pitäen. Samalla tavalla saate-



Kuva 8. Graafinen aputaulukko metsikön kuutiomäärän arvioimista varten metsätyyppin, puulajin, valtapituuden (ja tiheyden) perusteella.

Taulukko 4. Aputaulukko metsikön kuutiokasvuprosentin arvioimista varten.

(Tiheys 1.0 = luonnon normaali ja 0.6—0.7 = nykyinen keskimääräinen metsikön tiheys).

## a. Suomen eteläpuolisko.

Metsämaan laatu	Puulaji	Metsikön tiheys	Metsikön ikäluokka, v.											
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
			Keskimääräinen kuutiokasvuprosentti (% kuorellisesta kuutiomäärästä)											
OMT <sup>1)</sup>	Mänty	1.0	9.6	6.2	4.2	3.2	2.4	1.9	1.5	1.2	0.9	0.6	0.4	
	»	0.6—0.7	10.0	7.5	5.7	4.5	3.5	2.7	2.3	1.9	1.6	1.4	1.1	
	Kuusi	1.0	10.8	8.0	5.4	3.7	2.7	2.0	1.6	1.3	1.0	0.9	0.8	
»	»	0.6—0.7	9.9	7.8	6.0	4.6	3.6	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	
»	Koivu	1.0	11.0	8.3	5.6	3.8	2.6	1.7	1.1	0.8	—	—	—	
»	»	0.6—0.7	10.0	8.1	6.0	4.6	3.6	2.8	2.2	1.7	—	—	—	
OMaT <sup>2)</sup>	Koivu	1.0	9.0	6.2	5.0	4.1	3.3	2.5	1.9	1.4	—	—	—	
»	»	0.6—0.7	10.0	8.1	6.0	4.6	3.6	2.8	2.2	1.7	—	—	—	
MT <sup>3)</sup>	Mänty	1.0	9.2	6.4	4.4	3.2	2.5	2.0	1.6	1.3	1.0	0.7	0.5	
	»	0.6—0.7	9.8	7.5	5.8	4.5	3.5	2.8	2.3	1.9	1.6	1.4	1.2	
	Kuusi	1.0	12.0	8.6	6.0	4.5	3.3	2.5	2.0	1.6	1.2	0.9	0.7	
»	»	0.6—0.7	10.5	8.0	6.0	4.6	3.6	2.7	2.3	1.8	1.5	1.3	1.0	
»	Koivu	1.0	11.0	8.0	5.3	3.7	2.8	2.0	1.4	1.0	—	—	—	
»	»	0.6—0.7	10.6	8.4	6.2	4.6	3.6	2.7	2.2	1.8	—	—	—	
VT <sup>4)</sup>	Mänty	1.0	9.2	6.4	4.8	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	1.1	0.8	0.6	
	»	0.6—0.7	9.8	7.5	5.8	4.6	3.6	2.8	2.3	1.9	1.6	1.4	1.2	
	Kuusi	0.6—0.7	8.8	6.8	5.5	4.5	3.5	2.7	2.2	1.8	1.6	1.4	1.2	
»	Koivu	1.0	12.0	8.3	5.8	4.2	3.0	2.2	1.6	1.1	0.7	—	—	
»	»	0.6—0.7	10.6	8.5	6.1	4.6	3.7	3.2	2.7	2.3	2.0	—	—	
CT <sup>5)</sup>	Mänty	1.0	7.9	5.5	4.1	3.2	2.6	2.3	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	
	»	0.6—0.7	10.0	8.0	6.2	4.8	3.8	3.0	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	
Kasv. korpi	Kuusi	0.6—0.7	8.0	6.6	5.3	4.2	3.4	2.7	2.2	1.8	1.6	1.4	1.2	
	Koivu	»	9.5	7.6	5.8	4.1	3.4	2.8	2.2	1.8	1.4	—	—	
Kasv. räme	Mänty	0.6—0.7	10.0	7.5	5.3	4.0	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	
	Koivu	»	9.0	7.3	5.3	3.9	3.2	2.6	2.1	1.7	1.3	—	—	
Huonokasv. korpi	Kuusi	0.6—0.7	4.6	4.2	3.8	3.4	3.0	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	
	Koivu	»	8.2	6.3	4.8	3.7	3.1	2.6	2.1	1.7	1.4	—	—	
Huonokasv. räme ja kalliomaa														
	Mänty	0.6—0.7	6.5	5.5	4.5	3.7	3.3	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	

<sup>1)</sup> Käenkaali-mustikka-, <sup>2)</sup> käenkaali-oravanmarja-, <sup>3)</sup> mustikka-, <sup>4)</sup> puolukka- ja <sup>5)</sup> kanervatyypit.

Taulukko 5. Aputaulukko metsikön kuutiokasvuprosentin arvioimista varten.

(Tiheys 1.0 = luonnon normaali ja 0.6 = nykyinen keskimääräinen metsikön tiheys).

## b. Suomen pohjoispuolisko.

Metsämaan laatu	Puulaji	Metsikön tiheys	Metsikön ikäluokka, v.															
			30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200				
			Keskimääräinen kuutiokasvuprosentti (% kuorellisesta kuutiomäärästä)															
GDT GDMT MT <sup>1)</sup>	Kuusi	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	1.6	1.3	1.2	
	»	0.6	—	—	4.4	3.8	3.2	2.7	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1	—	—	—	
	Koivu	1.0	5.5	4.6	3.7	3.0	2.5	2.0	1.5	1.1	—	—	—	—	—	—	—	
	»	0.7	8.0	6.0	4.5	3.6	3.0	2.5	2.0	1.6	1.2	—	—	—	—	—	—	
»	Mänty	0.6	8.0	6.6	5.4	4.4	3.6	2.9	2.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—	—	
HMT <sup>2)</sup>	Kuusi	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	1.4	1.1	1.0	
	»	0.6	—	—	4.2	3.3	2.7	2.3	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	1.2	1.0	0.8	—	
	Koivu	1.0	5.0	4.2	3.6	3.0	2.5	2.1	1.5	1.2	—	—	—	—	—	—	—	
»	»	0.7	—	—	4.2	3.7	3.3	3.0	2.5	2.1	1.6	—	—	—	—	—	—	
EVT <sup>3)</sup>	Mänty	1.0	6.0	4.5	3.5	2.9	2.3	2.0	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	—	—	—	
	»	0.6	8.5	6.0	4.5	3.7	3.1	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	—	—	—	
	Kuusi	0.6	—	—	4.5	3.8	3.1	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	—	—	—	
»	Koivu	0.6	7.7	6.0	4.5	3.7	3.1	2.7	2.1	1.8	1.5	—	—	—	—	—	—	
EMT <sup>4)</sup>	Mänty	1.0	6.4	5.0	4.0	3.3	2.6	2.2	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	—	—	—	
	»	0.6	9.5	6.0	4.6	3.9	3.3	2.7	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	—	—	—	
	Kuusi	0.6	—	—	5.3	4.1	3.3	2.9	2.4	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	—	—	—	
»	Koivu	0.6	6.8	4.1	3.2	2.8	2.5	2.3	1.9	1.6	1.4	—	—	—	—	—	—	
ErCIT <sup>5)</sup> CT CIT	Mänty	1.0	7.0	5.8	4.7	3.8	3.1	2.6	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	—	—	—	
	»	0.6	10.5	6.5	5.2	4.2	3.5	3.0	2.2	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	—	—	—	
Kasv. korpi	Kuusi	0.6	—	—	4.5	3.8	3.2	2.7	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	—	—	—	
	Koivu	0.6	6.4	5.4	4.5	3.8	3.1	2.6	2.1	1.8	1.5	—	—	—	—	—	—	
Kasv. räme	Mänty	0.6	7.7	6.0	4.5	3.5	3.0	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	—	—	—	
Huonokasv. korpi	Kuusi	0.6	—	—	—	—	2.7	2.3	1.8	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	—	—	—	
	Koivu	0.6	4.5	4.0	3.6	3.3	3.0	2.6	2.1	1.8	1.5	—	—	—	—	—	—	
Huonok. laki- ja kalliomaa	Mänty	0.6	—	—	—	—	3.1	2.9	2.5	2.0	1.6	1.3	1.2	1.2	—	—	—	

taan hakea sadannesluku metsikölle, jonka arvostellaan olevan kahden metsätyyppin välillä.

Taulukot on laadittu siten, että niiden sisältämien sadanneslukujen avulla saadaan kuorellisesta kuutiomäärästä suorastaan kuoreton kasvu, varovaisuuden vuoksi hieman niukkana. Kasvuhun on aina ilmaistava

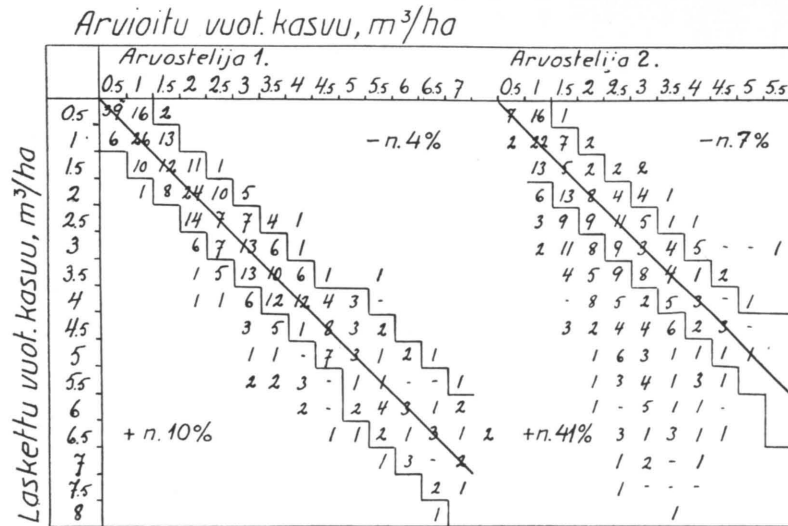
<sup>1)</sup> Kurjenpolvi-metsämarre-(mustikka) ja mustikkatyypit, <sup>2)</sup> paksusammal-, <sup>3)</sup> variksenmarja-puolukka- ja <sup>4)</sup> variksenmarja-mustikkatyyppi sekä <sup>5)</sup> varpu-jäkälä-, kanervaynnä jäkälättyypit.



kuorettomana, kun taas kuutiomäärää osoittavaa lukua käytetään sekä kuorellista että kuoretonta tarkoittavana.

Esim. Erään OMT:n 50-vuotisen kuusimetsän tiheys arvostellaan 0.8:ksi ja valtapituus 16 m:ksi. Kuvasta 8 nähdään, että tällaisen metsikön kuutiomäärä täysitiheänä on n. 180 m<sup>3</sup>, siis tiheyttä 0.8 vastaavana n. 144 m<sup>3</sup>. Taulukon 4 mukaan kuutiokasvuprosentti on täysitiheässä metsikössä 3.7 ja keskimääräisessä (tiheys 0.6—0.7) 4.6. Tiheyttä 0.8 vastaa siis n. 4.2 %. Ottamalla 4.2 % 144 m<sup>3</sup>:stä saadaan likimääräiseksi kasvuluvuksi 6.0 m<sup>3</sup> ha kohden.

Taulukko 6. Kahden arvostelijan arvioitujen ja laskettujen kasvulukujen suhde.



Kasvun arvioiminen tällä tavalla käy verraten helposti ja nopeasti. Arvioimiseen ja taulukoitten käyttöön pystyvä henkilö saattaa siten lyhyessä ajassa arvioida suurenkin metsäalueen joko kuvioittain tai linjoittain. Erityisenä etuna huomataan, että lukuisat kasvun kairaukset näin vältetään.

Mutta onko mitään takeita siitä, että menetelmä todella voi johtaa tyydyttävän tarkkaan tulokseen?

Valtakunnan metsien arvioinnin monituhatlukuisilla koealoilla on kuutiomäärä ja vuotuinen kuutiokasvu sekä arvioitu että ss. 24—30 esitetyllä tavalla tutkittu ja laskettu. Taulukko 6 osoittaa kahden arvostelijan 1. ja 2. arvioitujen ja laskettujen kasvujen keskinäisen suhteen. Arvostelija 1. on säännöllisesti turvautunut aputaulukkoihin (kuva 8 sekä taulukot 4 ja 5). Arvostelijan 2. koealapapereista taas

ilmenee, ettei aputaulukoita ole käytetty, ei ainakaan säännöllisesti. Tulos on sen mukainen: arvostelijan 1. arviot, vieläpä korkeatkin kasvut, sattuvat hyvin tiiviisti laskettujen, siis todellisena pidettävien kasvulukujen lähelle, kun taas arvostelijan 2. arviot hajaantuvat epävarmoina hyvin laajalle. Jos sallitaan 0.5 m<sup>3</sup>:n poikkeus todellisesta 5 m<sup>3</sup>:n kasvulukuun saakka ja sen jälkeen 1 m<sup>3</sup>:n poikkeus, niin arvostelijan 1. kaikista koealoista 86 % jää näiden rajojen sisälle, mutta arvostelijan 2. kaikista koealoista vain 52 %.

Selostettu menetelmä johtaa siis käytännössä tyydyttävään kasvun arviointiin. Kun uuden valtakunnan metsien arvioinnin suuri koeal määrä tulee kokonaisuudessaan lasketuksi ja myöskin tekeillä olevat Kainuun, Taka-Lapin ym. kasvu- ja tuottotutkimukset valmistuvat, voitaneen puheena olleet aputaulukot laatia entistä tarkemmiksi.