SILVA FENNICA VOL. 2. 1968, N:o 4. 267—290

SISÄISEN KORKOKANNAN KÄSITE METSÄTALOUDESSA

EINO SAARI

SUMMARY:
INTERNAL RATE OF RETURN IN FORESTRY

Saapunut toimitukselle 15. 8. 1968.

Jos eri ajan kohtiin sattuvat kustannukset ja suoritteet muunnetaan korkoa korolle laskien samaan ajan kohtaan, niin sitä korkosadannesta, joka tekee kustannusten summan yhtä suureksi kuin suoritteiden summa, sanotaan taloustieteessä yleisesti sisäiseksi korkokannaksi. Sitä käytetään yhtenä, mutta ei suinkaan ainoana edullisuuden osoittajana.

Metsätaloudessa tällainen laskentatapa on yhden metsikön ollessa yksikkönä ollut tavallista jo hyvin kauan. Termi sisäinen korkokanta on kuitenkin vasta viime aikoina alkanut levitä metsäkirjallisuuteen. Samaa käsitettä merkitsevät näyttäjäsadannes, keskimääräinen metsäsadannes (mean annual forest per cent), financial yield, das durchschnittliche Verzinsungsprozent ja eräät muut vanhastaan käytännössä olleet termit.

Kirjoituksessa selvitellään sisäisen korkokannan käsitettä metsätaloudessa sekä sen suhdetta eräisiin sukulaiskäsitteisiin, etenkin niihin, jotka voidaan johtaa samasta kustannusten ja suoritteiden tasapainon yhtälöstä kuin sisäinen korkokanta.

Tekijä ei suosittele sisäistä korkokantaa Suomen oloissa käytettäväksi metsänhoidollisten toimenpiteiden edullisuuden osoittamiseksi, koska sisäisen korkokannan laskemiseen tarvitaan maan arvo.

1. ERÄITÄ METSÄKIRJALLISUUDESSA ESIINTYVIÄ TERMEJÄ

Tämä kirjoitus rajoittuu puun kasvattamisen metsiköittäiseen edullisuuslaskentaan. Metsälö vaatisi eri kirjoituksen, minkä takia siihen on vain lyhyesti viitattu. Keskeisten periaatteiden selventämiseksi ja esityksen yksinkertaistamiseksi esitys perustuu vain eräisiin luonteenomaisiin kustannus- ja suoriteeriin sekä edellyttää staattista olotilaa, jossa hinnat, palkat yms. tekijät ovat muuttumattomia.

On ollut mieluisaa todeta, että metsänhoidollisten toimenpiteiden edullisuuden arviointiin on viime aikoina ollut vilkasta harrastusta. Keskustelussa ja kirjoittelussa on usein esiintynyt termi »sisäinen korkokanta» tai jokin samaa tarkoittava muunnos. Ei sen takia haitanne, jos koetan valaista siihen liittyvää käsitettä.

Käytän seuraavia symboleja:

k_n = tietyn toimenpiteen vuonna n aiheuttama kustannus
s_m = tietty suorite rahana vuonna m
r = $1 + \frac{p}{100}$
p = korkosadannes

Kun etenkin metsätaloudessa suoritteita ja kustannuksia esiintyy eri vuosina, metsiköittäisessä laskennassa pitkinkin aikavälein, on ne muunnettava samaan ajan kohtaan, ennen kuin niitä vertaillaan keskenään. Jos ne kaikki diskontataan korkoa korolle laskien vuoteen nolla (0), saadaan:

$$\text{kustannusten summa} = \sum \frac{k_n}{r^n} \text{ eli } \sum k_n \cdot r^{-n}$$

$$\text{suoritteiden summa} = \sum \frac{s_m}{r^m} \text{ eli } \sum s_m \cdot r^{-m}$$

Jos nämä molemmat summat merkitään yhtä suuriksi, saadaan yhtälö:

$$\sum \frac{k_n}{r^n} = \sum \frac{s_m}{r^m}$$

$$\sum \frac{k_n}{(1+\frac{p}{100})^n} = \sum \frac{s_m}{(1+\frac{p}{100})^m}$$

Yhtälö voidaan kirjoittaa muuhunkin muotoon sen mukaan, minkä luonteisia siinä esiintyvät suureet ovat. Tietyin olettamuksin voidaan käyttää esim. integraali- ja logaritmimerkintää (vrt. esim. Lutz 1951). Edellä esitetty muoto sopii metsätalouteen ja liittyy yksinkertaisemmin jäljempään esitykseen.

Sillä p:n arvolla, joka toteuttaa edellä olevan yhtälön, on metsäkirjallisuudessa monta nimeä. Ne voidaan jakaa kahteen ryhmään sen mukaan, tarkoitetaanko yhden metsikön koko elinkautta eli kiertoaikaa tai useiden kiertoaikojen sarjaa, vai tarkoitetaanko varttuneen metsikön yhtä kehitysvuotta tai muutaman vuoden aikajaksoa. Olisi kiintoisaa selvitellä, minkä takia tämä käsite on näin lohjennut kahteen osaan, mutta esityksen lyhentämiseksi sivuutan sen ajatuksen.

Esittelen aluksi ne metsäkirjallisuudessa esiintyvät tavallisimmat edellä mainitun ehdon täyttävät korkosadanneksen nimet, joita käytettäessä on joko selvästi sanottuna tai implisiittisesti tarkoitettu metsikön yhtä tai useampaa kiertoaikaa.

Saksan kielessä: das durchschnittlich-jährliche Verzinsungsprozent des aussetzenden Betriebes (esim. Endres 1911); der effective Zinsfuss ja der interne Zinsfuss (esim. Speidel 1967, s. 106 »der effective Zinsfuss ist gleichbedeutend mit dem internen Zinsfuss».)

Englannin kielessä: mean annual forest per cent sekä financial yield (esim. Hiley 1930); mean annual forest per cent (esim. Chapman 1926); internal rate of return, jota esim. Johnston, Grayson ja Bradley 1967, s. 117 suosittelevat financial yield termin tilalle.

Ruotsin kielessä: internränta, internräntefot (esim. Streyffert 1965).

Norjan kielessä: interne rentefot (esim. Jørgensen 1964).

En ole sattunut näkemään metsäkirjallisuudessa tätä käsitettä esiteltävän juuri edellä olevan kaavan muodossa, mutta ajatus on sama. Vrt. esim. Jørgensen 1964, s. 389, s. 391; Streyffert 1965, s. 226. Kaavallaan ja laskuesimerkillään Speidel 1967, ss. 106 ja 107 osoittaa tarkoittavansa samaa käsitettä. Johnston, Grayson ja Bradley 1967, s. 117, antavat määritelmän seuraavin sanoin: »The internal rate of return is that rate of interest which if applied to expenditures incurred at different times gives a compounded sum equal to revenues compounded at the same rate.»

Suomen kielessä käytäntö ei ole vakiintunut, koska nyt puheena olevaa käsitettä ei ole paljon käytetty etenkään aiemmin. Omilla luennoillani niihin aikoihin, jolloin vielä hoidin myös metsätalouden liiketieteen opetusta, käytin englannin kielen mallin mukaista nimitystä keskimääräinen metsäsadannes.

Milloin periaatteessa samalla tavalla määriteltyä korkosadannesta sovelletaan varttuneen metsikön yhteen kehitysvuoteen tai muutaman vuoden aikajaksoon, on tälle käsitteelle metsäkirjallisuudessa vakiintunut toinen nimitysten ryhmä, josta tavallisimmat ovat seuraavat.

Saksan kielessä: Weiserprozent. (Esim. Endres 1911, Dieterich 1941, Speidel 1967.)

Englannin kielessä: indicating per cent. (Esim. Chapman 1926, Hiley 1930.) Termi on ilmeinen käännös saksasta.

Skandinaavian kielissä: Viserprosent (norja, esim. Jørgensen 1964), visarprocent (ruotsi, esim. Simonen 1967). Termi on ilmeinen käännös saksasta.

Suomen kielessä: näyttäjäprosentti (esim. Metsäsanakirja 1944). Termi on ilmeinen käännös saksasta. Käytän seuraavassa muotoa näyttäjäsadannes.

Chapman (1926, ss. 140—144) on viitannut mainittujen kahden asiaryhmän sisäiseen yhteyteen antamalla niille kummallekin eri nimen: mean annual forest per cent tarkoitettaessa metsikön koko kiertoaikaa ja indicating forest per cent tarkoitettaessa varttuneen metsikön lyhyttä aikajaksoa, ja sen lisäksi antamalla niille yhteisen nimen rate earned.

Käsitteiden systematiikan kannalta olisikin selventävää menetellä näin. Suomen kielessä voitaisiin käyttää termejä: sisäinen keskimääräinen korkokanta (metsikön koko kiertoaikaa tarkoitettaessa) ja sisäinen juokseva korkokanta (varttuneen metsikön lyhyttä aikajaksoa tarkoitettaessa). Sisäinen korkokanta olisi yhteinen nimitys kummallekin. Tässä kirjoituksessa olen kokeilumielessä ja eräänlaisena termilogisena ehdotuksena käyttänyt nimityksiä näin, mutta erehdysten välttämiseksi olen niiden rinnalle merkinnyt myös metsäkirjallisuudessa yleisimmin esiintyneet termit.

Nimityksellä sisäinen korkokanta (saksaksi der interne Zinsfuss, englanniksi internal rate of return) on se etu, että sitä käytetään periaatteessa samalla tavalla määriteltynä yleisessä taloustieteessä. Se tarkoittaa yleensä sitä korkokantaa, jolla tiettyyn ajan kohtaan korkoa korolle laskien prolongoitujen tai diskontattujen kustannusten summa tulee yhtä suureksi kuin samaan ajan kohtaan samoin muunnettujen suoritteiden summa. Vrt. esim. Lutz 1951. Tällaisen laskentamenetelmän ja sen yhteydessä syntyneen sisäisen korkokannan käsitteen tarve johtuu nimen omaan kustannuserien ja suorite-erien aikaeroista.

2. METSIKÖITTÄINEN LASKENTA

21. VARTTUNEEN METSIKÖN LYHYEN AJAN TARKASTELU

Asia selvenee lyhyimmin ja yksinkertaisimmin kaavalla, johon otetaan vain karakteristisimmat suureet. Käytetään seuraavia symboleja:

A_n = metsikön puuston hakkuuarvo vuonna n
A_{n+m} = metsikön puuston hakkuuarvo vuonna $n+m$
B = metsikön maan arvo
p = korkosadannes
$r = 1 + \frac{p}{100}$

Sisäisen korkokannan periaatetta noudattaen muodostetaan yhtälö, jossa samaan ajan kohtaan koronkoron laskennalla diskonttaamalla tai prolongoimalla muunnetut kustannukset ja suoritteet merkitään yhtä suuriksi. Tämä yhtälö ja siitä ratkaistava p:n arvo syntyvät seuraavasti.

Kustannukset vuonna $n = A_n + B$
Kustannukset muunnettuina vuoteen $n + m = (A_n + B)\ r^m$
Suoritteet vuonna $n + m = A_{n+m} + B$

Tasapainon yhtälö:

$$(A_n + B)\ r^m = A_{n+m} + B \tag{1}$$

$$r = \sqrt[m]{\frac{A_{n+m} + B}{A_n + B}}$$

$$p = 100\left(\sqrt[m]{\frac{A_{n+m} + B}{A_n + B}} - 1\right) \tag{2}$$

Näin saatu p on se suure, joka metsäkirjallisuudessa yleisimmin tunnetaan näyttäjäprosentin eli näyttäjäsadanneksen nimellä ja jolle ehdotukseni mukaan voitaisiin antaa nimi sisäinen juokseva korkokanta.

Muitakin kaavan muotoja ja likiarvokaavoja on, mutta edellä oleva osoittaa periaatteen puhtaassa muodossaan.

Tätä kaavaa sovellettaessa on muistettava lisätä siihen ne erät, jotka tässä kirjoituksessa on pelkistetyn periaatteen selventämiseksi jätetty pois. Näitä ovat etenkin m vuoden aikana esiintyvät yleiskustannukset sekä mahdollisesti toimitetuista harvennus- tai väljennyshakkuista syntyneet suoritteet.

Jos $m = 1$, toisin sanoen jos tarkastellaan asiaa yhden vuoden aikaväliä käyttäen, saadaan:

$$p = 100\left(\frac{A_{n+1} + B}{A_n + B} - 1\right) = 100\ \frac{A_{n+1} - A_n}{A_n + B} \tag{3}$$

Tämän ja edellä olevan p:n arvoa osoittavan kaavan hankaluutena Suomen oloissa on maan arvo B. Meillähän metsämaalle ei ole vakiintunut arvoja.

Tämän takia on kätevämpi edellä esitetylle näyttäjäsadannekselle sukua oleva toinen käsite. Se saadaan laskemalla, minkä sadanneksen mukaan — korkoa korolle — puuston hakkuuarvo lisääntyy kahden ajan kohdan välillä. Jos sitä sadannesta merkitään kirjaimella z, saadaan sille edellä olevia symboleja käyttäen johdetuksi seuraava kaava:

$$z = 100\left(\sqrt[m]{\frac{A_{n+m}}{A_n}} - 1\right) \tag{4}$$

Jos $m = 1$, saadaan:

$$z = 100\ \frac{A_{n+1} - A_n}{A_n} \tag{5}$$

On huomattava, että näin laskettu suure z ei ole näyttäjäsadannes eikä siis sisäinen korkokanta muuta kuin siinä tapauksessa, että maan arvo on olematon eli siis että $B = 0$. Kun Suomessa ei ilmaiseksi maata saa, ei viimeksi esitetty kaava ainakaan meidän oloissamme anna näyttäjäsadannesta eli sisäistä juoksevaa korkokantaa.

Tästä huolimatta kaavaa voidaan järkevästi soveltaen käyttää eräisiin vertailuihin, kunhan ei sotketa käsitteitä. Tähän asiaan palataan jäljempänä.

Ensi silmäyksellä näyttää, että Johnston, Grayson ja Bradley käsitellessään metsikön hakkuukypsyyden määrittämistä näyttäjäsadannesta vastaavalla laskentatavalla suorittaisivat tehtävän ilman maan arvoa. Niin ei asia kuitenkaan ole, sillä heidän laskelmissaan esiintyvä erä »net discounted revenue of successor crop» on juuri sama käsite kuin saksalainen Faustmannin kaavan maan arvo [Johnston, Grayson ja Bradley 1967, ss. 176 (käsite ja termit), ss. 329—341 (laskettuja esimerkkejä)].

22. METSIKÖN TARKASTELU YHDEN TAI USEAN KIERTOAJAN PUITTEISSA

Edellä on sisäistä juoksevaa korkokantaa eli näyttäjäsadannesta käsitelty luvussa, jonka nimenä on »Varttuneen metsikön lyhyen ajan tarkastelu». Matemaattisesti näyttäjäsadanneksen kaava voidaan kuitenkin soveltaa metsikön aiempaankin kehitykseen aina sen perustamiseen saakka. Silloin vain suure A_n ei voi olla hakkuuarvo, niin kuin edellä. Hakkuuarvon tilalle tulee silloin odotusarvo tai kustannusarvo. Kaava voidaan ulottaa iässä nuorempaan päin aina metsikön perustamisvuoteen saakka ja vanhempaan päin kiertoajan loppuun. Perustamisvuonna metsikön arvoksi voidaan merkitä sen perustamiskustannus, josta käytetään merkkiä c. Hakkuuarvo kiertoajan päättyessä merkitään symbolilla A_u. Alku- ja loppuvuoden ero (edellä $= n$) on tällöin kiertoaika $= u$.

Näyttäjäsadanneksen kaava saa tällöin muodon:

$$(6) \qquad p = 100\left(\sqrt[u]{\frac{A_u + B}{c + B}} - 1\right)$$

Tämä kaava johtuu mukavammin toista tietä, jota yleisesti käytetään. Sisäistä korkokantaa laskettaessa muodostetaan yhtälö, jossa kustannukset ja suoritteet samaan ajan kohtaan muunnettuina merkitään yhtä suuriksi. Jos tarkastelun kohteena on metsikkö sen perustamisesta kiertoajan loppuun, saadaan tällainen yhtälö seuraavasti. (Symbolit samat kuin edellä.)

Kustannukset kiertoajan alussa metsikön perustamisessa $= c + B$.
Kustannukset kiertoajan lopussa vuonna $u = r^u\ (c + B)$.
Suoritteet kiertoajan lopussa vuonna $u = A_u + B$.

Sisäisen kiertoajan edellyttämä tasapainon yhtälö:

$$(7) \qquad r^u\ (c + B) = A_u + B.$$

Tästä yhtälöstä päästään eteenpäin seuraavasti:

$$r^u = \frac{A_u + B}{c + B}$$

$$(6) \qquad p = 100\left(\sqrt[u]{\frac{A_u + B}{c + B}} - 1\right)$$

Päädyttiin siis samaan kaavaan, johon edellä tultiin ulottamalla sisäisen juoksevan korkokannan eli näyttäjäsadanneksen kaavassa metsikön kahden eri arvon aikaväli koko kiertoajan pituiseksi, siis vuodesta 0 vuoteen u.

Jälkimmäisessä tämän kaavan johdossa käytettiin yhtä kiertoaikaa. Samaan tulokseen päädytään, jos yhden kiertoajan sijasta käytetään päättymätöntä, toisiaan seuraavien kiertoaikojen sarjaa.

Näin laskettu korkosadannes on se suure, josta käytetään nimiä: das durchschnittlich-jährliche Verzinsungsprozent (Endres), der interne Zinsfuss (Speidel), mean annual forest per cent eli financial yield (Hiley), internal rate of return (Johnston, Grayson ja Bradley), interne rentefot (Jørgensen), internräntefot (Streyffert). Tämän kirjoituksen sisäinen keskimääräinen korkokanta on tämä käsite.

Sen laskeminen edellä esitetystä kaavasta edellyttää, että suureet A_u, B, c ja u ovat tunnetut. Erityisesti on syytä panna merkille, että tässä tapauksessa maan arvo eli B ei voi olla jäljempänä puheeksi tuleva Faustmannin kaavalla laskettu maan arvo. Se näet määritetään juuri tämän saman kaavan eräällä toisella muodolla edellyttämällä p tunnetuksi. Toisin sanoen olisi ensin edellytettävä tunnetuksi se suure, jota juuri etsitään. Syntyisi siis kehäpäätelmä. Nyt esillä olevassa tapauksessa tarvitaan siis sellainen maan arvo, joka määräytyy jotakin muuta tietä, esim. kaupassa.

p:n arvoa osoittavan tämän yhtälön ratkaisu vaatii logaritmien käyttöä. Ratkaisu muodostuu hankalaksi, jos kaavaan sijoitetaan vielä harvennushakkuiden antamat suoritteet, koska silloin tulee suureelle r erilaisia potensseja. Siitä voidaan selvitä esim. kokeilemalla.

Jos halutaan välttää tämä matemaattinen hankaluus sekä logaritmien käyttö, voidaan päästä tulokseen esim. seuraavassa esitettävää graafista interpolointia käyttäen.

Sisäisen keskimääräisen korkokannan kaava lähti tasapainon yhtälöstä:

$$r^u\ (c + B) = A_u + B$$

Oletetaan, että tunnettuja ovat: r (toisin sanoen p) sekä c ja B. Ratkaistaan yhtälö A_u:n suhteen. Silloin saadaan:

$$(8) \qquad A_u = c\ r^u + B\ (r^u - 1)$$

Sijoittamalla tähän kaavaan erilaisia r:n (toisin sanoen p:n) arvoja, saadaan erilaisia A_u:n arvoja. Kutakin tällaista A_u:n arvoa vastaa tietty p eli sisäinen korkokanta. Jos näin syntyneet lukusarjat merkitään koordinaatistoon, jossa vaaka-akseli osoittaa korkosadanneksia ja pystyakseli A_u:n arvoja, saadaan vasemmalta alhaalta oikealle ylöspäin nouseva käyrä, jonka jokainen piste vastaa sisäistä korkokantaa tietylle A_u:lle. On toisin sanoen saatu eräs sisäisen korkokannan käyrä. Siitä voidaan interpoloimalla löytää tarvittava, tiettyä A_u:ta vastaava sisäinen korkokanta. Tietenkin vastaavasti voidaan käyrästä lukea, mikä A_u on tarpeellinen, jotta päästäisiin tiettyyn sisäiseen korkokantaan.

Jos A_u on yksistään kiertoajan (u) funktio, niin kuvan pystyakselille voidaan merkitä A_u:n tilalle tai sen rinnalle kiertoaika. Kuva osoittaa silloin kiertoajan ja sisäisen korkokannan keskinäistä suhdetta edellyttämällä, että c ja B ovat kiertoajasta riippumattomia.

Edellä oleva symbolilla A_u merkityn suureen — päätehakkuun antama kantorahasumma — määrittävä kaava ei ole pelkästään kiertotie sisäisen korkokannan määrittämiseksi interpoloimalla, vaan se on myös tasapainon yhtälöstä johdettu itsenäinen erään suureen määrittämistapa niin, että tasapainon perusyhtälö tulee toteutetuksi. Tätä kaavaa harvoin tavataan oppikirjoissa. Sen käyttömahdollisuuksien käsittely ei kuitenkaan kuulu tämän kirjoituksen puitteisiin.

Lähtökohtana oleva tasapainon perusyhtälö voidaan ratkaista siinä esiintyvien muidenkin suureiden suhteen. Jos oletetaan suureet r, A_u ja B tunnetuiksi, voidaan laskea se metsikön perustamiskustannusten — c — määrä, joka toteuttaa yhtälön. Tämä käy seuraavalla tavalla.

$$r^u\ (c+B) = A_u + B \qquad \text{(perusyhtälö)}$$

$$r^u\ C = A_u + B - r^u B$$

$$c = \frac{A_u + B}{r^u} - B \text{ eli} \tag{9}$$

$$= \frac{A_u - B\ (r^u - 1)}{r^u} \text{ eli}$$

$$= \frac{A_u}{r^u} - \frac{B\ (r^u - 1)}{r^u}$$

Näin johdettua c:n kaavaa voidaan käyttää kiertotienä sisäisen korkokannan määrittämiseen. Sijoittamalla kaavaan erilaisia r:n — toisin sanoen p:n — arvoja, saadaan erilaisia c:n arvoja. Jos nämä p:n ja c:n arvot merkitään koordinaatistoon, jossa vaaka-akselilla on p ja pystyakselilla on c, ja pisteet yhdistetään viivalla, saadaan vasemmalta ylhäältä alas oikealle kulkeva käyrä, jonka jokainen piste osoittaa tiettyä c:n arvoa vastaavaa sisäistä korkokantaa.

Edellä olevalla kaavalla, jota harvoin tavataan oppikirjoissa, on kuitenkin myös oma itsenäinen tulkintansa. Se osoittaa, kuten sanottu sen c:n arvon, joka toteuttaa tasapainon perusyhtälön. Muodollisesti tulkittuna se on korkein metsikön perustamiskustannus, joka yhtälön edellytyksissä on mahdollinen. Varovasti ja taitavasti tulkiten täten määritettyä metsikön perustamiskustannusta voitaisiin tietyin edellytyksin käyttää myös erilaisten perustamismenetelmien keskinäisen edullisuuden vertailuun. Tämän kaavan tulkinta ja käyttömahdollisuudet eivät kuitenkaan kuulu tämän kirjoituksen tarkoituksiin.

Yleisimmin käytetty tapa kiertää edellä esitetty sisäisen korkokannan suora kaava on seuraava. Lähdetään taas tasapainon perusyhtälöstä:

$$r^u\ (c+B) = A_u + B$$

Nyt oletetaan kaikki muut suureet tunnetuiksi paitsi B ja ratkaistaan yhtälö B:n suhteen. Siten saadaan yhtälö:

$$B = \frac{A_u - c\ r^u}{r^u - 1} \tag{10}$$

Nyt puheena olevasta kaavojen perheestä tämä viimeksi esitetty on Suomessa parhaiten tunnettu, ja eniten käytetty. Sehän on yksinkertaistettu FAUSTMANNIN maan arvon kaava. Tosin se tavallisesti johdetaan toisella tavalla lähtemällä päättymättömästä sarjasta toisiaan seuraavia kiertoaikoja. Tulos on sama kuin tässä.

r:n (toisin sanoen p:n) määrittämiseksi tämän FAUSTMANNIN kaavan kautta voidaan menetellä vastaavalla tavalla kuin edellä esitettiin A_u:n ja c:n kautta kulkeva kiertotie.

Lasketaan, käyttämällä tunnettuja A_u:n arvoja ja tunnettuja c:n arvoja, r:n (toisin sanoen p:n) eri arvoja vastaavia B:n arvoja. Nämä merkitään koordinaatistoon sijoittamalla p vaaka-akselille ja B pystyakselille. Laskemalla saadut B:n arvot yhdistetään viivalla, jolloin saadaan oikealta ylhäältä vasemmalle alaspäin kulkeva kaareva käyrä. Jokainen tämän käyrän piste edustaa sisäistä korkokantaa tietyn B:n arvon vallitessa. Käyrä on toisin sanoen sisäisen korkokannan käyrä. Tästä käyrästä voidaan interpoloimalla lukea sisäinen keskimääräinen korkokanta mille maan arvolle tahansa.

FAUSTMANNIN kaavalla laskettua maan arvoa on yleisemmin käytetty muihin tarkoituksiin kuin kiertotieksi sisäisen korkokannan laskennassa. Loppusanoissa käsitellään lyhyesti sellaista tämän kaavan tulkintaa, että se antaa absoluuttusia todellisia maan arvoja.

Toisinaan FAUSTMANNIN kaavan tulos (maan arvo) tulkitaan siten, että se on 0-vuoden ikäisestä metsiköstä sen ensimmäisen ja sitä seuraavien kaikkien kiertoaikojen kuluessa saatujen, vuoteen 0 diskontattujen suoritteiden summan ja samalla tavalla diskontattujen kustannusten summan erotus. Tällöin on muistettava, että yksi kustannuserä, nimittäin maan arvo, ei FAUSTMANNIN kaavassa esiinny kustannuksena vaan tuloksena. Siinä kaavassa siis nykyhetkeen diskontattujen suoritteiden summasta vähennetään nykyhetkeen diskontattujen muiden kustannusten summa paitsi maan arvo. Vrt. esim. JOHNSTONIN, GRAYSONIN ja BRADLEYN teoksessa (1967) s. 221 esiintyvää laskelmaa.

Palataan siihen tapaukseen, että FAUSTMANNIN kaavaa käytetään kiertotienä sisäisen korkokannan määrittämiseksi joko laskennallisesti interpoloimalla tai lukemalla arvo edellä esitetystä käyrästä, josta saadaan tiettyä maan arvoa vastaava sisäinen korkokanta.

Tätä käyrää on toisinaan käytetty siten, että sen avulla määritetään se korkosadannes, joka vastaa maan arvoa nolla, ja tämän korkosadanneksen sanotaan osoittavan käyrän edustamassa tapauksessa — esim. perustettaessa metsikkö tietyllä tavalla tietyin kustannuksin — puheena olevan menetelmän absoluuttista kannattavuutta. KUUSELA 1967 (HEIKINHEIMON, KUUSELAN ja SIVOSEN yhteisessä julkaisussa 1967), HEIKINHEIMO 1968, SIVONEN 1968.

Näin saatua korkosadannesta HEIKINHEIMO ja SIVONEN sanovat sisäiseksi korkokannaksi. KUUSELANKIN esityksen takana ilmeisesti on sama ajatus, vaikka tätä termiä ei käytetäkään. Tekstissä kylläkin mainitaan, että maan korkoa ei ole luettu kustannuksiin ja että maalle ei ole laskettu arvoa. Se käy ilmi myös kuvista.

Olen ymmärtänyt, että mainitut julkaisut esittelevät kokeilevasti eräitä ennakkotietoja luonnosasteella olevasta selvittelystä. Tämä työ näyttää johtaneen tutkijat sellaistenkin käsitteiden ja menetelmien pariin, joita he eivät ole ennen joutuneet tarvitsemaan vakavassa tutkimustyössä. Tarkastelun aika olisi sen tähden vasta työn ilmestyttyä lopullisessa asussaan. En käykään sen takia arvostelemaan esityksiä kokonaisuudessaan, vaan käsittelen niitä tässä ainoastaan sisäisen korkokannan periaatteen osalta.

Selviteltäköön mitä tapahtuu, jos käytetään sisäisen korkokannan kaavoja olettamalla maan arvo nollaksi.

Ensinnäkin tällainen olettamus sisäistä korkokantaa laskettaessa ei ole taloudellisesti mielekäs, koska metsämaa Suomessa ei ole arvotonta. Toiseksi on aihetta valaista sen vaikutusta tulokseen.

Edellä saatiin metsikön koko kiertoajan käsittävänä aikajaksona sisäisen korkokannan kaavaksi:

$$(6) \qquad p = 100 \left(\sqrt[u]{\frac{A_u + B}{c + B}} - 1 \right)$$

Jos tässä kaavassa $B = 0$, niin saadaan p:lle seuraava arvo, jolle on annettu symboli z muistuttamaan, että tässä on erikoislaatuinen tapaus:

$$(11) \qquad z = 100 \left(\sqrt[u]{\frac{A_u}{c}} - 1 \right)$$

Jos halutaan verrata toisiinsa suureita p ja z, se voidaan tehdä esim. seuraavasti. Otetaan käyttöön kaksi apusuuretta — a ja b — ja määritellään ne seuraavasti:

$$A_u = a\,c$$
$$B = b\,c$$
$$A_u > c, \text{ jolloin } a > 1$$

Ensin esitetyn kaavan no. 6 juurimerkin alla olevaa murtolukua voidaan kehittää seuraavasti:

$$\frac{A_u + B}{c + B} = \frac{ac + bc}{c + bc} = \frac{a + b}{1 + b} = a\,\frac{1 + \frac{b}{a}}{1 + b}$$

Koska murtoluku $\dfrac{1 + \frac{b}{a}}{1 + b} < 1$, niin $a\,\dfrac{1 + \frac{b}{a}}{1 + b} < a$. Koska $a = \dfrac{A_u}{c}$ ja koska

$$a\,\frac{1 + \frac{b}{a}}{1 + b} = \frac{A_u + B}{c + B}, \text{ niin } \frac{A_u + B}{c + B} < \frac{A_u}{c} \text{ ja siis } p < z.$$

Sisäistä korkokantaa voidaan varauksin käyttää yhtenä mittana tietyn toimenpiteen kannattavuudelle. Jos suuretta z sanotaan sisäiseksi korkokannaksi

ja se tulkitaan samalla tavalla kannattavuuden osoittajaksi, annetaan asiasta harhauttava kuva, ei ainoastaan edellytysten taloudellisen epämielekkyyden takia vaan numerisestikin. Niin kuin edellä osoitettiin, $p < z$, joten z antaa liian korkean kannattavuusluvun. SIVONEN huomauttaakin itse, että sisäinen korkokanta tulee pienempi, jos maan korko lasketaan mukaan. Valitettavasti asioita tuntemattomalla lukijalla on taipumus unohtaa tällainen varaus ja siteerata vain niitä ainoita kannattavuussadanneksia, jotka esitetään.

Sisäisen korkokannan nimeä on tässä tapauksessa käytetty vastoin tämän käsitteen määritelmää. Edellä kuvatulla tavalla saatu maan arvoa nolla vastaava korkosadannes on kyllä sisäinen korkokanta, mutta ainoastaan siinä nimenomaisessa tapauksessa, että maan arvo todella on nolla. Jos maan arvo poikkeaa siitä, niin kuin Suomessa yleisesti on asia, niin täten saatu korkosadannes ei olekaan sisäinen korkokanta.

Toisessa yhteydessä olen sanonut, ettei niin pitkän aikajakson sisältävää tulosta kuin on kokonainen meikäläinen kiertoaika, pidä ollenkaan tulkita absoluuttiseksi tulokseksi. Ei tällainen laskelma siis, vaikka se olisi oikeinkin tehty, todista tietyn suuruista uudistuskustannusta kannattavaksi tai kannattamattomaksi. Vielä vähemmän sitä todistaa laskelma, jonka edellytykset eivät ole mielekkäitä ja joka lisäksi antaa systemaattisesti liian suuren korkosadanneksen. Jäljempänä palataan uudelleen pitkän kiertoajan laskelmien tulosten tulkintaan.

Aiemmin johdettiin juoksevan sisäisen korkokannan eli näyttäjäsadanneksen kaavasta (no. 2) muunnos siihen tapaukseen, että $B = 0$, joka edellytys voidaan matemaattisesti asettaa, vaikka se taloudellisesti ei olekaan mielekäs. Tällöin saatiin kaava no. 4:

$$x = 100 \left(\sqrt[m]{\frac{A_{n+m}}{A_n}} - 1 \right)$$

Jos tätä kaavaa verrataan edellä johdettuun kaavaan 11, huomataan niiden sisältävän periaatteessa saman asian, erotuksena vain tarkasteltavan aikajakson pituus. Jos näet kaavassa 4 aikajakso m pidennetään koko kiertoajan kestäväksi niin $n = 0$, $m = u$ ja $A_n = c$, $A_{n+m} = A_u$. Tällöin kaava 4 saa kaavan 11 muodon. Tästä syystä olen kummallekin antanut saman symbolin z.

Vaikka z matemaattisesti onkin yksi sisäisen korkokannan erityistapaus, se kuitenkin taloudellisesti osoittaa toista asiaa ja sisäiseksi korkokannaksi nimitettynä johtaa harhaan. Tästä syystä olisi minusta parempi, että kaavoissa 4 ja 11 määritelty z saisi selvästi eri nimen. Silloin ei olisi houkutusta käyttää sitä tapauksiin, joissa sisäisen korkokannan nimi on väärä, jos $B \neq 0$. Voitaisiin ajatella esim. nimitystä sisäinen osittaiskorkokanta. Toinen mahdollisuus olisi johtaa z:n nimitys englantilaisesta termistä mean annual forest per cent (= keskimääräinen sisäinen korkokanta). Koska z tarkastelee vain puuston kehitystä, voitaisiin ajatella sille kaavan 11 tapauksessa nimitystä keskimääräinen puustosadannes (ehdotus englanniksi: mean annual growing stock per cent) ja kaavan 4 tapauksessa juokseva puustosadannes (ehdotus englanniksi: current growing stock per cent).

Tämän kirjoituksen ulkopuolelle jäävät kysymykset, onko tällaisen suureen tarvetta, mihin sitä voitaisiin käyttää, miten sitä voitaisiin tulkita johtamatta lukijaa tai kuulijaa harhaan jne. Rajoitun tällä kertaa vain itse käsitteen selvittelyyn.

Jos puheena olevaa suuretta z käytetään, niin tällainen erityisnimi helpottaisi kuulijaa ja lukijaa sekä selvyyttä, loogisuutta ja taloudellista mielekkyyttä tavoittelevaa kirjoittajaa.

3. METSÄLÖN KÄSITTELY

Endresin oppikirjassa Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik (1911) esiintyy käsite »das durchschnittlich-jährliche Verzinsungsprozent des jährlichen Betriebes» (s. 196). Sen määritelmän perusmallina on normaalimetsä, jossa puusto, vuotuinen hakkuumäärä, puun hinnat, uudistamiskulut sekä muut kulut ovat kaikki vakioita.

Asian yksinkertaistamiseksi rajoitun tässä, kuten edelläkin vain muutamiin luonteenomaisimpiin suureisiin, joista käytän samoja symboleja kuin edellä. Uutena suureena tulee tässä esiin vain puuston arvo, jolle Endres käyttää symbolia N (sanasta Normalwald), mutta tässä kirjoituksessa sen tilalle olen ottanut merkin H (sanasta Holz), koska N tässä kirjoituksessani on varattu toiseen tarkoitukseen.

Esillä olevassa tapauksessa vuotuinen puhdas tuotto $= A_u - c$. Omaisuus $= B + H$. Kun lasketaan puhdas tuotto sadanneksina omaisuudesta, saadaan sadannekseksi (p):

$$p = \frac{A_u - c}{B + H} \cdot 100$$

Näin laskettua suuretta p voidaan sanoa kannattavuussadannekseksi.

Sama kaava voidaan johtaa ajatuksellisesti toisellakin tavalla. — Metsälön vuotuinen suorite $= A_u$. Sitä vastaava kustannus $= c + \frac{p}{100} (B + H)$. Viimeksi esitetyn lausekkeen jälkimmäinen termi $\frac{p}{100} (B + H)$ esittää tuotannossa kiinni olevan omaisuuden korkoa kustannuksena. Nyt voidaan laatia samantapainen tasapainon yhtälö kuin sisäistä korkokantaa laskettaessa:

$$A_u = c + \frac{p}{100} (B + H)$$

Se p:n arvo, joka toteuttaa tämän yhtälön ja joka siis tavallaan edustaa sisäistä korkokantaa, saadaan tästä yhtälöstä johtuvasta kaavasta:

$$(12) \qquad p = \frac{A_u - c}{B + H} \cdot 100$$

Päädyttiin siis edellä esitettyyn kannattavuussadanneksen kaavaan.

Aiemmin on sanottu, että sisäisen korkokannan käsitteen tarve syntyy, silloin kun kustannukset ja suoritteet kohdistuvat eri ajan kohtiin ja ne on korkoa korolle laskua käyttäen muunnettava samaan ajan kohtaan vertailua varten. Tällä kertaa mallina olevassa normaalimetsässä ei tällaista tarvetta ole, sillä tuotot ja kulut keskenään, samoin kuin vuotuiset suoritteet ja kustannukset keskenään ovat saman aikaisia, koska ne erääntyvät samana vuonna.

Täsmälleenhän asia ei ole näin, sillä aikaeroa saattaa olla useita kuukausia samana vuonna. Yksinkertaisuuden vuoksi, sellaiset erot voidaan tässä sivuuttaa.

Tästä syystä voidaan normaalimetsälön tapauksessa luopua sisäisen korkokannan käsitteestä ja käyttää muita siihen tarkoitukseen paremmin soveltuvia käsitteitä, vaikka edellä esitetty kannattavuussadannes periaatteeltaan vastaakin sisäisen korkokannan käsitettä siinä tapauksessa, että aikaerojen eliminoimiseksi ei tarvita prolongoimista eikä diskonttaamista.

Näistä syistä en ole tässä kirjoituksessa käsitellyt metsälön tapausta muuta kuin ohi mennen. Sen takia jätän tämän tarkastelun ulkopuolelle m.m. käsitteineen sen kiintoisan laskentatavan, jota Nyyssönen on käyttänyt selvitellessään kiertoajan määrittämistä (Nyyssönen 1958). Yhtymäkohtia tähän kirjoitukseeni sekä sukulaiskäsitteitä olisi kyllä.

Tässä vain lyhyt viittaus metsikön ja metsälön taloustieteellisiin suhteisiin.

Edellä on käsitelty metsikköä erillisenä laskelmien kohteena. Kun kuitenkaan metsälö taloudellisesti ei ole sama kuin metsiköiden summa, asia on todellisuudessa usein huomattavasti toinen kuin edellä esitetyissä käsitteitä valaisevissa tapauksissa. Jos tutkittavana oleva metsänhoidollinen menetelmä vaikuttaa ei vain yhteen metsikköön vaan koko metsälöön esim. muuttamalla kiertoaikaa, hakkuusuunnitetta, hakkuujärjestystä tms., saattaa yhteen metsikköön rajoittuva laskelma antaa harhauttavan kuvan. En kuitenkaan enää sisällytä tätä näkökohtaa tähän kirjoitukseen. Olen sitä ongelmaa tarkastellut aiemmin metsäojituksen osalta (Saari 1942). Samat periaatteet voidaan mutatis mutandis soveltaa tämän kirjoituksenkin käsitteisiin ja laskentakaavoihin.

4. SISÄINEN KORKOKANTA ERILAISTEN METSÄNHOIDOLLISTEN MENETELMIEN EDULLISUUSVERTAILUISSA

Sisäinen korkokanta on yksi niitä suureita, joita voidaan käyttää tuotantoelämän erilaisten vaihtoehtojen arvostelemiseen. Sen takia on syytä mainita muutama näkökohta sen käyttökelpoisuudesta nimen omaan puun kasvattamisen vaihtoehtojen vertailuun erityisesti Suomen oloissa.

Niin kuin edellä on käynyt selville, tarvitaan sisäisen korkokannan määrittämiseen m.m. maan arvo, jolle aiemmassa esityksessä on käytetty symbolia *B*. Niin kuin jo on sanottu, niihin kaavoihin, jotka suoraan antavat sisäisen korkokannan *(p)* ei voida sijoittaa FAUSTMANNIN kaavalla laskettua maan arvoa, koska sitä tietä joudutaan ensin olettamaan tunnetuksi se suure, jota etsitään. Tarvitaan siis jollakin toisella tavalla määräytyvä maan arvo.

Yksinkertaisin ja selvin olisi käypä kauppahinta. Suomen oloissa ei tätä tietä kuitenkaan voida käyttää, koska metsätalouteen käytettävää paljasta maata ei esiinny maan kaupoissa muuta kuin harvinaisissa poikkeustapauksissa, jotka saattavat olla tilapäistenkin seikkojen vaikutuksen alaisia. Metsämaata myytäessä siinä on mukana yleensä myös puustoa. Hinnan jakaminen maan ja puuston kesken on mielivaltainen tehtävä, joten sitäkään tietä ei saada käsitystä paljaan metsämaan hinnasta. Eräissä muissa maissa ainakin ajoittain esiintyy aukean maan kauppoja metsien perustamista varten. Silloin voidaan käyttää sellaisiakin kaavoja, joissa maan arvo *(B)* esiintyy itsenäisenä erillisenä suureena.

Tällaisista syistä sisäisen korkokannan käsite soveltuu huonosti Suomen oloihin m.m. sellaisiin tutkimuksiin, joissa pyritään selvittelemään erilaisten metsänhoidollisten menetelmien edullisuutta puun kasvatuksessa.

Puheena oleva vaikeus ilmeisesti on johtanut KUUSELAN, HEIKINHEIMON ja SIVOSEN luonnosmaisissa esityksissä siihen yksinkertaiselta näyttävään ratkaisuun, että maan arvoksi merkitään nolla. Tällaisen taloustieteellisesti väkivaltaisen ratkaisun teoreettista taustaa ja seurauksia on käsitelty jo edellä.

Jos jokin tutkimusmenetelmä johtaa suorastaan umpikujaan tai tosiasiain kanssa ilmeisessä ristiriidassa oleviin olettamuksiin, pitäisi pyrkiä etsimään muita menetelmiä.

Huomattakoon vielä lisäksi seuraava seikka. Silloinkin kun sisäisen korkokannan laskemiseksi tarvittavat suureet ovat kaikki saatavilla, tämä käsite ei suinkaan ratkaise edullisuuskysymystä kokonaisuudessaan. Se valaisee asiaa vain yhdeltä suunnalta. Vrt. esim. LUTZ 1951.

5. VIITTAUS ERÄISIIN MUIHIN EDULLISUUSVERTAILUISSA MAHDOLLISIIN KÄSITTEISIIN

Juoksevan sisäisen korkokannan eli näyttäjäsadanneksen yhteydessä on edellä jo viitattu sen lähisukuiseen käsitteeseen, jota laskettaessa ei tarvita maan arvoa.

FAUSTMANNIN maan arvon kaava antaa sekin tuloksen, jonka laskemiseen maan arvoa ei tarvita, koska itse tulos on maan arvo. Sekin on tietyin varauksin ja taitavasti tulkittuna eräisiin edullisuusvertailuihin mahdollinen. On valitettavaa, että tämän kaavan tulokselle annettu nimi (maan arvo) on aiheuttanut paljon väärinkäsityksiä ja erheellisiä tulkintoja, kun useat ovat luulleet sen todella antavan talouselämässä moniin tarkoituksiin tarvittavia absoluuttisia

maan arvoja. Jokin muu nimi tälle käsitteelle olisi ehkä voinut vähentää erehdyksiä.

JOHNSTON, GRAYSON ja BRADLEY (1967, s. 176) käyttävätkin siitä nimitystä net discounted revenue, kuitenkin siten että viimeksi mainittu nimitys on laajempi ja sisältää FAUSTMANNIN maan arvon yhtenä erityistapauksena.

Saman ajatuksen olen vähän rajoitettuna esittänyt suurten metsäalojen arvon määrittämistä käsittelevässä julkaisussani v. 1940 (SAARI 1940). Käyttämällä samoja symboleja kuin edellä, voidaan asia esittää seuraavasti.

Oletetaan, että on metsikkö, jonka puuston ikä $= n$. Aika siitä kiertoajan *(u)* loppuun, jolloin päätehakkuu toimitetaan ja antaa suoritteen A_u, on siis $u - n$. Välittömästi tämän jälkeen maa metsitetään kustannuksella *c*. Näin syntyvästä metsiköstä saadaan joka *u* vuoden kuluttua sama päätehakkuutulo, jota vuorostaan seuraa sama metsityskustannus.

Metsikön (puuston ja maan) odotusarvo saadaan, kun kaikki tulevaisuuden suoritteet ja kustannukset diskontataan laskennan alkuajankohtaan ja lasketaan niiden erotus. Tällöin lähtökohtana olevan metsikön arvo tai sen korko ei sisälly kustannuksiin, koska tämä arvo on juuri tulos. Näin menetellen saadaan seuraava kaava, joka sopii mihin puuston ikään tahansa.

Metsikön (puusto + maa) odotusarvo (yleiskaava) =

$$\frac{1}{r^{u-n}} \left(A_u + \frac{A_u - cr^u}{r^u - 1} \right) \tag{13}$$

Jos $n = u$ eli siis $u - n = 0$ jolloin puusto toisin sanoen on jo päätehakkuuiässä, niin ennen päätehakkuuta odotusarvo =

$$A_u + \frac{A_u - cr^u}{r^u - 1} \tag{14}$$

Jos päätehakkuu jo on toimitettu eli toisin sanoen maa on paljas, niin odotusarvo =

$$\frac{A_u - cr^u}{r^u - 1} \tag{14a}$$

Tämä erityistapaus päätyi siis antamalla paljaan maan odotusarvoksi FAUSTMANNIN kaavan maan arvon.

Vaikka seuraava esitys ei oikeastaan kuulukaan kiinteästi tähän kirjoitukseen, se ehkä puolustaa paikkansa kirjoituksen tarkoituksen kannalta.

Edellä mainittiin, että sisäinen korkokanta on se korkosadannes, joka korkoa korolle laskien diskonttaukseen — tai prolongoimiseen — käytettynä tekee eri ajan kohtina maksettujen kustannusten summan yhtä suureksi kuin eri ajan kohtina saatujen suoritteiden summa, kummatkin ryhmät samaan ajan kohtaan muunnettuina. Tässä tapauksessa siis muodostetaan yhtälö, jossa kaikki muut suureet ovat tunnettuja paitsi korkokanta, ja yhtälö ratkaistaan korkokannan suhteen. Sisäisen korkokannan käsitteelle on olennaista, että voittoa tai tappiota ei yhtälöön merkitä omana suureena. Se tulee implisiittisesti näkyviin sisäisessä korkokannassa, kun sitä verrataan yrittäjän hankkeestaan vaatimaan tai toivomaan korkokantaan.

Saman tapainen perusyhtälö voidaan kuitenkin suunnitella toisinkin, esim. siten, että voitto tai tappio tai hyöty — tai mitä nimitystä halutaan käyttää suoritteiden summan ja kustannusten summan erotukselle — merkitään yhtälöön eri suureeksi.

Seuraavassa on metsikön kasvatuksesta tehty esimerkki, jossa käytetään samoja symboleja kuin edellä sekä sen lisäksi hyödyksi sanomaani suuretta, jolle annetaan merkki N (saksan Nutzen sanasta). Käytän tässä sanaa hyöty, koska termillä voitto on esim. Suomen kirjanpitolaissa toinen merkitys.

Oletetaan, että verrataan toisiinsa kahta erilaista metsänhoidollista menetelmää tai kahta eri puulajia tms. Toisessa tapauksessa kiertoaika $= u$, toisessa tapauksessa kiertoaika $= v$. Kaikkiin suureisiin merkitään indeksiksi tämä u tai v osoituksena, kumpaan järjestelmään suure kuuluu. Yksinkertaisuuden vuoksi otetaan suoritteena huomioon vain päätehakkuutulo A sekä kustannuksina vain perustamiskustannus c sekä maan arvo B.

Koska kiertoajat oletetaan eri pituisiksi, ei laskentaa voida rajoittaa yhteen kiertoaikaan, vaan ne on otettava huomioon päättymättömänä sarjana, joten N on koko tällaisen sarjan tulos.

Saadaan kaksi seuraavaa yhtälöä:

$$N_u = \frac{A_u}{r^u - 1} - \frac{c_u r^u}{r^u - 1} - \frac{B_u(r^u - 1)}{r^u - 1} \tag{15}$$

$$= \frac{A_u - c_u r^u}{r^u - 1} - B_u$$

$$N_v = \frac{A_v - c_v r^v}{r^v - 1} - B_v \tag{16}$$

Jos lasketaan näiden kahden eri hyödyn erotus, saadaan:

$$N_u - N_v = \frac{A_u - c_u r^u}{r^u - 1} - \frac{A_v - c_v r^v}{r^v - 1} - B_u + B_v \tag{17}$$

Jos tässä tapauksessa maan arvo on määräytynyt sillä tavalla, että se on riippumaton käytetystä metsänhoidollisesta menetelmästä, niin $B_u = B_v$. Tällöin saadaan hyötyjen erotukselle kaava:

$$N_u - N_v = \frac{A_u - c_u r^u}{r^u - 1} - \frac{A_v - c_v r^v}{r^v - 1} \tag{18}$$

Tälle hyötyjen erotukselle on siis saman tekevää, kuinka suuri tai pieni B on. Toisin sanoen puheena oleva erotus on riippumaton maan arvosta. Muistettakoon kuitenkin, että N_u ja N_v kumpikin erikseen silti ovat riippuvaisia maan arvosta.

Huomataan, että ne kaksi lauseketta, joiden erotuksena $N_u - N_v$ syntyy, kumpikin ovat identtiset FAUSTMANNIN maan arvon osoittavan lausekkeen kanssa.

Se ei ole hämmästyttävää, sillä tässä tapauksessa:

$$N_u + B_u = \frac{A_u - c\, r^u}{r^u - 1}$$

FAUSTMANNIN kaavan maan arvoa osoittava lauseke $\frac{A_u - c\, r^u}{r^u - 1}$ on siis tässä tapauksessa hyödyn ja maan arvon summa. Olisikin ehkä ollut onnellisempaa ja monia väärinkäsityksiä välttävää, jos kaava olisi alun perin esitetty tällä tavalla. Sehän näet voidaan, jos halutaan, tulkita myös siten, että symboli B sisältää sekä maan arvon että hankkeen hyödyn. Vrt. MALMBORG 1968, s. 226.

Tällainen tulkinta antaisi realistiselta tuntuvaa taloudellista mielekkyyttä sellaiseenkin tapaukseen, että FAUSTMANNIN kaavan antama tulos on negatiivinen. Nythän on tapana tulkita sellainen tulos sanomalla, että maan arvoksi tuli negatiivinen. Sen sijaan voitaisiin sanoa, että tulokseksi saatiin positiivisen maan arvon ja sitä suuremman negatiivisen hyödyn eli tappion summa, joka siis tässä tapauksessa on negatiivinen.

Tämän yhteydessä on huomattava, että korkosadannes p sellaisessa yhtälössä, jossa hyöty esiintyy omana terminä maan arvosta erillisenä, ei ole sisäinen korkokanta. Se olisi tämän käsitteen määritelmän vastaista.

Edellä olevasta selviää, että lauseke $\frac{A_u - c\, r^u}{r^u - 1}$ on matemaattisesti käyttökelpoinen eräisiin tarkoituksiin. Toinen asia on, miten käyttökelpoinen se on talouselämän realiteetteihin pitkien kiertoaikojen oloissa, jos halutaan saada absoluuttisia lukuja, joita voitaisiin käyttää esim. metsätalouden ja talouselämän muiden alojen vertailuun. Tämäkin on niitä ongelmia, jotka eivät kuulu tähän kirjoitukseen.

Muuan toinen tutkimusmenetelmä, joka tietyin edellytyksin saattaa olla käyttökelpoinen, on seuraava. Valitaan lähtökohdaksi metsälö eikä metsikkö; toisin sanoen ei lähdetä paljaasta maasta, vaan olemassa olevasta maan ja puuston yhteydestä ynnä eri metsiköiden muodostamasta talousyksiköstä. Siitä joudutaan tuloksenlaskennan käsitteiden ja menetelmien pariin, ja silloin ollaan paljon lähempänä taloudellisia realiteetteja kuin keskimääräisen sisäisen korkokannan, maan arvon ja muiden niiden sukulaiskäsitteiden parissa (Vrt. SAARI 1967).

Metsälössä on lähinnä kysymys jatkuvasti esiintyvien tulojen ja menojen tai tuottojen ja kulujen ja niiden osatekijäin vuotuisista ja periodisista vaihteluista. Todellisuushan yleisesti on juuri tällainen. Sellainen matemaattinen malli, jossa esim. metsitys katsotaan investoinniksi, jota vastaava suorite saadaan kiertoajan kuluttua, on Suomen oloissa perin vähän realistinen. Muualla, esim. Etelä-Amerikassa ja Afrikassa olen kyllä nähnyt tapauksia, joissa todellisuus on ollut juuri sellainen. — Tämän ajatuksen edelleen kehittely ei enää liity tähän kirjoitukseeni.

6. LOPPUSANAT

Edellä olevalla esityksellä on ollut tarkoituksena ensi sijassa selvittää sisäisen korkokannan käsitettä ja siihen liittyviä matemaattisia esitystapoja. Sen ohessa on tuotu esiin eräitä muita käsitteitä, joilla on liittymäkohtia ja sukulaissuhteita sisäiseen korkokantaan.

Asioita on vahvasti yksinkertaistettu ottamalla huomioon vain muutamat metsätaloudessa erityisen luonteenomaiset kustannus- ja suorite-erät. Jos pois jätetyt erät ovat siksi suuria, että ne merkittävästi vaikuttavat laskutuloksiin, on ne tietenkin otettava mukaan, kun kysymyksessä olevia käsitteitä ja laskukaavoja sovelletaan käytäntöön tai tutkimuksiin. Kirjoituksessa esiintyviä kaavoja ei siis ole tarkoitettu laskentakaavoiksi. Ne pyrkivät vain valaisemaan käsitteiden periaatteita sekä eräiden käsitteiden keskinäisiä suhteita.

Kirjoituksessa on jouduttu siellä täällä ja seuraavassa joudutaan uudelleen sivuamaan kiertoaikaa. Sen määrittäminen ja erilaisten kiertoaikojen vertailu on kuitenkin niin laaja ja monitahoinen ongelma, ettei se ole sopinut tähän esitykseen. Sen takia en ole tähän kirjoitukseen sisällyttänyt edes yleiskatsausta kiertoajan tutkimuksessa käytettäviin käsitteisiin. Tosin jotkin tämän kirjoituksen esittelemistä käsitteistä ovat hyödyllisiä myös kiertoajan tutkimuksessa.

Tässä kirjoituksessa puututaan esiteltyjen käsitteiden ja niihin liittyvien laskentamenetelmien käyttökelpoisuuteen ja tulkintoihin vain lyhyin viittauksenomaisin maininnoin. Tämän tapaiset asiat vaatisivat oman laajan esittelynsä, mieluummin kokonaisen oppikirjan. Liitän tähän kuitenkin seuraavassa muutaman lyhyen periaatteellisen huomautuksen näistä asioista sen lisäksi, mitä edellä jo on siellä täällä sanottu.

Eniten väärinkäsityksiä on Suomessa syntynyt FAUSTMANNIN maan arvon ja sen antamien tulosten tulkinnassa ja käytössä. Tämän kaavan on tulkittu antavan käyttökelpoisia absoluuttisia lukuja, milloin on tarvittu tai luultu tarvittavan puustosta erillisiä itsenäisiä metsämaan arvoja kauppoja, pakkolunastuksia, vahingon korvauksia, perinnön jakoja, tilusvaihtoja, edullisuuslaskelmia yms. tarkoituksia varten.

Ensinnäkin on muistettava, että FAUSTMANNIN kaava edellyttää paljasta maata, jolle metsikkö perustetaan. Se ei siis sovellu tapauksiin, joissa puusto jo on olemassa ja joissa tämä puusto on pakko tai muutoin tarkoitus säilyttää toistaiseksi. Suomessahan metsämaamme pääosa on lakisääteisesti tällaista. — Edellä on jo viitattu siihen ominaisuuteen, että kaavan antama tulos on kovin

herkkä pienillekin siinä käytetyn korkokannan vaihdoksille erityisesti pitkien kiertoaikojen vallitessa. Kun laskennassa käytetty korkokanta on laajoissa rajoissa harkinnan varainen, voidaan kaavalla saada miltei minkälainen tulos vain halutaan.

Jos erilaisten vaihtoehtojen vertailussa käytetään samaa korkokantaa ja tyydytään tulkitsemaan tulosten osoittavan vain edullisuusjärjestystä, mutta ei niiden keskinäistä absoluuttista suhdetta, niin tämä epäkohta lievenee. Jos lisäksi vertailtavien vaihtoehtojen kiertoajoissa ei ole suuria eroja, tulosten käyttökelpoisuus relatiivisiin päätelmiin lisääntyy. Näihin edellytyksiin perustuu se menetelmä, joka on esitetty edellä luvussa »5. Viittaus eräisiin muihin edullisuusvertailuissa mahdollisiin käsitteisiin», kaava 18. Erehdysten välttämiseksi mainittakoon vielä, ettei niillä kaavoilla esitetty ajatus suinkaan ole ainoa mahdollinen.

Sellaisten taloudellisten kalkyylien teko, jotka käsittävät aikaa laskennan alkukohdasta usean miespolven verran, ei ole matemaattisesti vaikea ongelma. Sen sijaan niiden taloudellinen mielekkyys voidaan hyvin asettaa kysymyksen alaiseksi. Olen tätä asiaa aiemmin sivunnut toisessa yhteydessä eräässä Suomalaisen Tiedeakatemian esitelmässä (SAARI 1967). Esillä olevan kirjoitukseni aikainen ministeri LINNAMO, taloustieteilijänä tunnettu erityisesti ennusteiden laatimisen asiantuntijana, on Helsingin Sanomain kertoman mukaan esittänyt käsityksensä tästä asiasta seuraavasti (Helsingin Sanomat 7. 8. 1968):

»Hän [ministeri LINNAMO] kertoi, että toimiessaan YK:n päämajassa taloudellisten ennusteiden jaoston jaostopäällikkönä vuosina 1964—66 hän ei tavannut yhtään maansa yhteiskuntapolitiikan harjoittamisen tieteellistä selvittäjää, joka olisi pitänyt mahdollisena ennustaa jonkin maan, vielä vähemmän sen alueen yhteiskunnallista kehitystä yli 20 vuoden ajaksi.»

Kun tapaus liittyi polemiikkiin ja lehden esitys oli suullisen keskustelun selostus, ei ole syytä kiinnittää huomiota sanoihin, vaan ainoastaan siihen käsitykseen, joka niistä käy ilmi pitkien aikojen yhteiskunnallisista ennusteista. Talouselämähän on yhteiskunnallinen asia.

Suomen oloissa kiertoajat ovat pitkiä; Etelä- ja Keski-Suomessakin kahden kolmen miespolven mittaisia. Taloudellisten päätösten teko niissä oloissa, kun on kysymys investoinneista, ei tapahdu samanlaisin perustein kuin tapauksissa, joissa aikavälit ovat ihmisen ikään verrattuina paljon lyhyemmät. Metsätaloudellisia pitkien aikajaksojen kalkyyleja on silti pakko yrittää toisinaan tehdä. Niitä olisi kuitenkin syytä mahdollisuuden mukaan karttaa. Milloin niitä ei voida välttää, on sellaisten laskelmien tuloksia tulkittava ja käytettävä varoen ja taitavasti. Erityisesti on syytä karttaa absoluuttisen merkityksen antamista niille.

Sen tapaisia asioita kuin tässä kirjoituksessani on metsätieteellisessä kirjallisuudessa runsaasti käsitelty jo toista sataa vuotta. Esityksessäni olevat kirjallisuusviittaukset on tämän takia ymmärrettävä vain esimerkkien luontoisiksi. Niitä on valittu sekä uusimmasta että vanhemmasta kirjallisuudesta.

Kun nykyisellä nuorella tutkijapolvella näyttää olevan kiitettävää harrastusta taloudellisiin ongelmiin, saattaisi heidän omalle tieteelliselle kehitykselleen olla hyödyksi tutustua jonkin verran enemmän kuin tuntuu olevan laita heidän omaa aktiivista tutkijakauttaan vanhempaan kirjallisuuteen. Sopivana oppaana suosittelisin esim. ENDRESIN oppikirjaa Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik, josta on useita painoksia ja jonka tekijää pidän tämän vuosisadan alun suurimpana metsäekonomian tutkijana ja opettajana. Hänen esityksensä antaa matemaattisesti loogisen yleiskuvan ns. maankorkokoulukunnan teoriasta, jolla näyttää olleen merkittävä vaikutus m.m. viime vuosikymmenien skandinaaviseen metsäekonomian kirjallisuuteen. Se on omiaan selventämään ja täsmentämään käsitteitä. ENDRESIN oppikirja ei tietenkään ole lajinsa ainoa.

Edellä sanottua ei ole käsitettävä siten, että suosittelisin maankorkokoulukunnan oppeja sellaisinaan kopioitaviksi nykyajan ongelmiin. Maankorkokoulukunnan esityksiä luettaessa on syytä ottaa huomioon etenkin seuraavat seikat.

Taloudelliset, talouspoliittiset ja psyykkiset realiteetit jäävät niissä usein matematiikan varjoon. — Metsälö taloudellisena yksikkönä ei ole sama kuin siihen kuuluvien metsiköiden summa. — Metsätaloudellisten toimenpiteiden lähtökohtana Suomessa yleensä on olemassa oleva metsä siis maa puustoineen, ja jälleenmetsityksen pakko. Maankorkokoulukunnan ja samalle pohjalle rakentuvien monien uudempien esitysten lähtökohtana usein on joko selvästi sanottuna tai implisiittisesti paljas maa, jolle lähdetään perustamaan metsälöä, sekä metsän hävittämisen vapaus. Taloudellisesti nämä ovat monessa suhteessa erilaisia tapauksia kuin Suomen olot yleensä.

Jos jollakin on sisua kahlata läpi suomalaisen, omalla tavallaan lahjakkaan metsäekonomian teoreetikon HAGFORSIN esityksiä, joiden juonta ei aina ole helppo seurata, hän saisi niistä vastapainoa maankorkokoulukunnan yksipuolisuuksille.

Kun tämän kirjoituksen tarkoituksena on ollut ensi sijassa tarkastella eräitä käsitteitä ja niiden nimityksiä eli termejä, voinen lopuksi liittää tähän pari nimen omaan termejä koskevaa toivomusta.

Erityisesti tieteellisessä kirjallisuudessa on vältettävä termien käyttämistä sellaisiin tarkoituksiin, jotka poikkeavat niiden yleisesti omaksutuista määritelmistä ja merkityksistä. On parempi silloin tehdä uusi termi kuin omavaltaisesti muuttaa yleisessä käytännössä jo olevien vakiintuneiden termien merkitystä uudella määritelmällä tai määrittelemättömällä uudella merkityksellä.

Jos termiä käytetään vastoin sen vakiintunutta merkitystä, aiheutetaan kaksi ikävää seurausta:

a) asioita tuntematon lukija johdatetaan vaikeuksiin tai väärinkäsityksiin etenkin hänen kohdatessaan saman termin muualla toisessa merkityksessä;

b) asioita tunteva lukija päättelee, että kirjoittaja ei ole hallinnut aiheensa käsitteitä eikä kirjallisuutta.

Vielä toinen termejä koskeva toivomus. Kirjoitukseni puitteissa esiintyvät termit eivät ole suomen kielessä kaikki vakiintuneet. Eräätkin olen esittänyt vain kokeilumielessä. Toivoisin Suomen Metsätieteellisen Seuran piirissä käsiteltävän tarkastelemiani käsitteitä ja niiden nimityksiä, jotta päästäisiin horjuvissa ja vakiintumattomissa kohdissa yhteisesti sovittuihin suomalaisiin termeihin.

VIITTEISSÄ MAINITTU KIRJALLISUUS

CHAPMAN, HERMAN HAUPT, 1926. Forest Finance. New Haven, Conn.

DIETERICH, VIKTOR, 1941. Forstliche Betriebswirtschaftslehre. Dritter Band: Erfolgsrechnung — Zielsetzung. Berlin.

ENDRES, MAX, 1911. Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik. Berlin.

HEIKINHEIMO, LAURI, 1968. The profitability of forest plantations in Finland. Bank of Finland, Monthly bulletin, No. 1, 1968. Helsinki.

HEIKINHEIMO, LAURI — KUUSELA, Kullervo — SIVONEN, SAMPSA, 1967. Metsätalouden hinta-, kustannus- ja kannattavuusarvio. Suomen Pankin taloustieteellisiä julkaisuja.

HILEY, W. E., 1930. The economics of forestry. London ym.

JOHNSTON, D. R. — GRAYSON, A. J. — BRADLEY, R. T. ,1967. Forest Planning. London.

von MALMBORG, GÖRAN, 1968. Markvärdet som investeringskriterium. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Häfte 3. Stockholm.

JØRGENSEN, FRITZ, 1964. Useita kirjoituksia teoksessa Skogbruksboka 3.

LINNAMO, JUSSI, 1968. Haastattelu Helsingin Sanomissa 7. 8. 1968 otsikkona: Skandaalin käryä Oulun seminaarissa.

LUTZ, FRIEDRICH ja VERA, 1951. The theory of investment of the firm. Princeton.

Metsäsanakirja, 1944. Helsinki.

NYYSSÖNEN, AARNE, 1958. Kiertoaika ja sen määrittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 49. 6. Helsinki.

SAARI, EINO, 1940. Suurten metsäalojen arvon määrääminen. Silva fennica 55. Helsinki.

—»— 1942. Metsäojitusten yksityistaloudellisen edullisuuden määrääminen. Acta forestalia fennica 50. Helsinki.

—»— 1967. Ajan ongelma metsätaloudessa. Suomalaisen Tiedeakatemian pöytäkirjat 1966. Helsinki.

SIMONEN, M. E., 1967. Skogslexikon. Stockholm.

SIVONEN, SAMPSA, 1968. Männyn viljely tietyissä oloissa kannattavaa Pohjois-Suomessa. Esitelmän selostus Maaseudun Tulevaisuudessa 10. 8. 1968.

SPEIDEL, GERHARD, 1967. Forstliche Betriebswirtschaftslehre. Hamburg, Berlin.

STREYFFERT, THORSTEN, 1965. Handbok i skogsekonomi. Stockholm, Göteborg, Uppsala.

SUMMARY: INTERNAL RATE OF RETURN IN FORESTRY

In economics the concept of the internal rate of return can be defined in the following way. It is that rate of interest, which if applied to expenditures incurred at different times, gives a compounded sum equal to revenues compounded at the same rate for the same time.

This concept has long been used in forestry, particularly concerning the development of a stand, because in this case there is a time difference between many items of expenditure and revenue. Several terms have been used for the

notions derived on this basis. The term internal rate of return has begun to appear only recently.

This article explains different variations of the concept mentioned above and its different names, together with some related concepts and terms.

The basic idea of each term and notion is given as a formula including only a few of the most characteristic items. The following symbols have been used. The letters are mostly taken from German words, because German symbols are used more generally in Finland than any others.

A = stumpage value of the growing stock of a stand
The index gives the age of the stand, e.g. A_n = the stumpage value of a stand n years old.
u = rotation in years
n = age of the stand
B = soil value
c = cost of the establishment of the stand
p = rate of interest
$r = 1 + \frac{p}{100}$

If we study the development of a stand for a short period (e.g. 5—10 years) at an age when the trees are already marketable, we can make the basic formula of balance according to formula no. 1. m here means the period of the calculation. If in this case A, B, n, and m are known, and r (in other words p) is unknown, the equation solved for p gives the result as seen in formula no. 2.

This p is generally called the indicating percentage, but the idea is the same as in the internal rate of return, although this term is not used in cases such as this.

In Finland this formula (no. 2) is not convenient as bare soil is sold only exceptionally for forestry purposes, and there is therefore no market value for the soil.

If we extend the development of the stand to a complete rotation the basic formula of balance can be given as formula no. 3. If A_u, B, c, and u are known and the equation is solved for r (in other words for p) the result is shown in formula no. 6.

This concept has been called the mean annual forest percentage or the financial yield, and recently the internal rate of return.

Under Finnish conditions this concept, the mean annual forest percentage, has very little practical or theoretical use, as there is no common market value for the bare soil for forestry purposes.

If in the basic formula no. 7 we consider A_u unknown and all other items known, the solution to the equation for A_u is given in formula no. 8. This A_u is no internal rate of return but is related to it because it can be derived from the same basic equation.

If in the basic equation (formula no. 7) c is unknown and all other items known and the equation is solved for c the result is as given in formula no. 9. Here we again have a notion related to the internal rate of return as given in formula no. 6 but expressing another concept.

If in the basic formula no. 7 B is unknown and all other items known the solution for B is given in formula no. 10.

The concepts expressed in formulas nos. 8 and 9 have seldom been analyzed or used in forestry literature, but formula no. 10 is well known and much used. It has generally been called the soil expectation value and is connected with the name of the German forest economist FAUSTMANN from the last century. JOHNSTON, GRAYSON and BRADLEY (1967) call it the net discounted revenue or to be precise a special case of the net discounted revenue. In my opinion this name is better, since the soil value is often misunderstood and misinterpreted in countries with long rotations, e.g. in Finland. The soil value calculated in this way has namely been used and recommended as the absolute soil value for sales of land, expropriations, indemnities, etc.

If the rotation is long then B, when calculated according to formula no. 7 varies widely if the rate of interest is changed even slightly. As the rate of interest for this calculation cannot be fixed objectively almost any result is possible for the value of B. The premises of this formula, that an investment c is executed with the expectation of its yielding a return after two or more generations are not met with in real life. For these reasons in particular formula no. 10 cannot give any results which can be used as the real value of the forest soil in countries with very long rotations.

As both formulas for the internal rate of return, no. 2 and no. 4 need a value for the soil (B), and as the bare soil has no common market value in forestry in Finland, neither of these formulas can be recommended for general use when calculating the profitability of different methods in forestry. Even formulas where B does not appear cannot be interpreted giving absolute figures for the profitability of a method, if the whole rotation is considered.

For cases where the order of profitability is sufficient for the comparison of different alternative methods (e.g. different ways of establishing stands, natural of artificial seeding, plantation) one possibility is developed in formulas nos. 15, 16, 17 and 18.

Here two systems are compared, one with the rotation u, the other with the rotation v. In both cases the stumpage value of the final cutting (A_u, A_v), the establishment cost of the stand (C_u, C_v), the soil (B_u, B_v) are considered as known and the rate of interest (p and hence r) is the same for both systems. The compounded expenditures and revenues cannot now be set equal. There is a difference, i.e. profit, represented by the symbol N.

Formula no. 17 shows the difference in profits of the two systems concerned. If B_u can now be taken as equal to B_v, the difference in profits is as shown in formula 18. In this way B has been eliminated. The interpretation of formulas nos. 17 and 18 is, in any case, that they cannot show the real absolute profit, but only indicate which of the systems compared is more profitable.

JOHNSTON, GRAYSON and BRADLEY point out that the soil expectation value of FAUSTMANN is a special case of the general forest expectation value which they call net discounted revenue. SAARI showed, in his publication in 1940, the same connection between these two concepts. The idea is repeated here.

Using the same symbols as earlier the expectation value or the net discounted value of the stand (soil plus growing stock) can be expressed as formula no. 13. Here n is the age of the stand and $u - n$ is the time still needed until the end of the rotation.

If the age is $= u$ and thus $u - n = 0$, the formula is as no. 14 before the final cutting. After the final cutting formula no. 14 a is valid. It can now be seen that this last mentioned formula is the same as formula no. 10, which is precisely the FAUSTMANN formula for soil expectation value.

As mentioned earlier the formulas in this paper include only a few of the most characteristic items, explaining the idea of the concept concerned. These formulas cannot therefore be used in real calculations without being completed by adding the items omitted.

UUTTA KIRJALLISUUTTA

MAAILMAN PAPERIPUUVARAT

THORSTEN STREYFFERT. *World pulpwood. A study in the competitive position of pulpwood in different forest regions.* (Maailman paperipuu. Tutkimus paperipuun kilpailuasemasta eri metsäalueilla). Almqvist & Wiksell, Stockholm. 1968. 213 s. Hinta 42 Ruotsin kruunua.

Paperin kulutuksesta ja sen kehityksestä laaditut uusimmat laskelmat ennakoivat Euroopan teollisen raakapuun tarpeen puolitoistakertaistuvan lähimpien 15 vuoden kuluessa. Hakkuiden lisääminen vastaavassa määrin lienee mahdollista vain nykyistä huomattavasti korkeammin lisäyksikkökustannuksin. Yhdessä merikuljetusrahtien alenemisen kanssa tämä on omiaan pidentämään etäisyyksiä, joilta raakapuun ja sen jalosteiden tuonti Eurooppaan on kannattavaa. Nimenomaan Pohjoismaiden metsäteollisuutta kiinnostaa sen vuoksi suuresti kysymys, missä määrin mertentakaisten alueiden metsäteollisuus kykenee käyttämään hyväkseen tämän sille suotuisaksi muuttuvan tilanteen. — Uusimmassa teoksessaan professori STREYFFERT, Ruotsin metsäkorkeakoulun entinen rehtori, etsii vastausta mainittuun ongelmaan. Aihe muodostaa luontevan jatkon hänen aikaisemmille maailman metsävaroja ja sahatavaran hintasuhteita selvitelleille tutkimuksilleen, eikä lukija nytkään odotuksissaan pety.

Teos jakaantuu kahteen pääosaan. Ensimmäisessä niistä, joka käsittää noin $\frac{3}{4}$ sivumäärästä, luodaan yksityiskohtainen mutta silti sangen kiinteä katsaus eri maanosien ja maiden metsävaroihin. Erityisen mielenkiinnon kohteena ovat trooppisten ja subtrooppisten alueiden nopeakasvuiset istutusmetsät (Etelä- ja Itä-Afrikassa, Uudessa Seelannissa, Chilessä), samoin kuin Pohjois-Amerikan luontaiset ja istuttamalla aikaansaadut metsävarat. Paitsi tilastotietoja metsien määrästä, kasvusta, paperimassan kulutuksen ja tuotannon kehityksestä jne.