

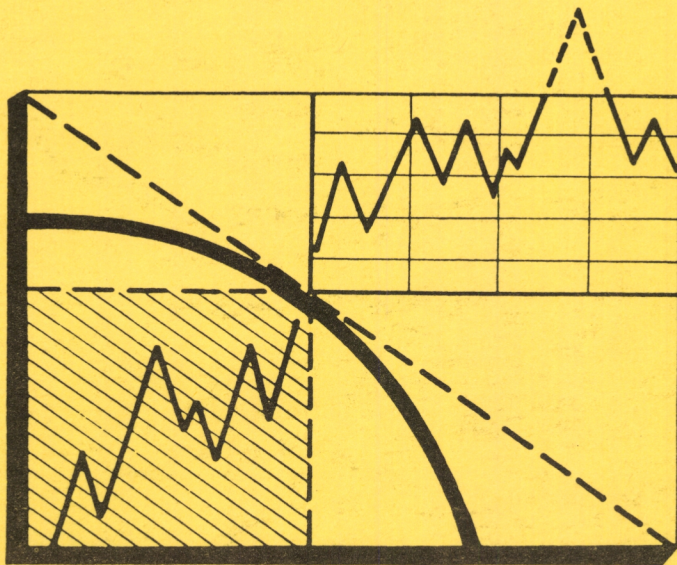
METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 187

Kansantaloudellisen metsäekonomian
tutkimussuunta



METSÄVEROTUS, KIERTOAIKA JA PUUNTARJONTA – teoreettinen katsaus

HEIKKI PAJUOJA



Helsinki 1985

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

| | | |
|---|---|------------------------|
| Ylijohtaja: <i>Director:</i> | Professori <i>Professor</i> | Aarne Nyysönen |
| Yleisinformatio: <i>General information:</i> | Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i> | Olli Kiiskinen |
| Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i> | Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i> | Liisa Ikävalko-Ahvonon |
| Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i> | Toimittaja <i>Editor</i> | Seppo Oja |

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koemasella. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

Heikki Pajuoja

Metsäverotus, kiertoaika ja puuntarjonta
-teoreettinen katsaus

ODC 95
ISSN 0358-4283
ISBN 951-40-0918-5

Aiempiin tutkimuksiin perustuvassa katsauksessa esitellään kuinka erilaiset veroparametrit, joita voidaan kutsua myös metsäverotusjärjestelmäksi tai -muodoiksi, muuttavat täydellisen kilpailun vallitessa Faustmannin mallista johdettavaa optimaalisen kiertoajan tulosta. Esiteltävistä verotusmuodoista pinta-alavero ja reaalisatiopohjainen pääomavoittovero eivät vaikuta optimikiertoajan pituuteen eli ne ovat nk. neutraaleja verotusmuotoja. Suhteellinen varallisuusvero sekä kertymäperusteinen pääomavoittovero lyhentävät ja myyntivero pidentää optimaalista kiertoaikaa. Kiertoajan lyheneminen lisää lyhyellä aikavälillä raakapuun tarjontaa. Pitkällä aikavälillä vastaavaa vaikutusta ei ole, sillä kiertoajan lyheneminen pienentää vuosittain hakattavan puuston tilavuutta.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO
2. FAUSTMANNIN MALLI JA RAAKAPUUN TARJONTA
3. ERI VEROTUSJÄRJESTELMIEN VAIKUTUKSET METSÄN
OPTIMAALISEEN KIERTOAIKAAN
 - 3.1. Neutraali verojärjestelmä ja verotuksen
kohtaanto
 - 3.2. Myyntivero ja pinta-alavero
 - 3.3. Muita mahdollisia verotusmuotoja
4. FAUSTMANNIN MALLIN LAAJENTAMINEN
5. TARKASTELU

KIRJALLISUUS

1. Johdanto

Metsäverotusjärjestelmästämmä on viime aikoina keskusteltu lähinnä raakapuun lyhyen aikavälin tarjonnan yhteydessä. Tällöin on esitetty, että käytössä olevaan metsäverotusjärjestelmään tulisi tehdä myös puun tarjontaa lisääviä muutoksia. Metsäverotuskeskustelu on kuitenkin käyty ilman teoreettisten tutkimusten ja niiden käytännön sovellutuksien antamaa tukea. Tässä katsauksessa esitellään teoreettisia tuloksia eri metsäverotusjärjestelmien vaikutuksista metsän optimaaliseen kiertoaikaan ja sitä kautta puun tarjontaan.

Metsän optimaalisen kiertoajan ja puuntarjonnan yhteys esitellään luvussa kaksi. Kolmannessa luvussa tutustutaan ensin neutraalin verotusjärjestelmän tunnuksiin ja keskustellaan verotuksen kohtaannosta eli siitä, kuka veron lopulta maksaa. Eri metsäverotusmuotojen vaikutukset optimaaliseen kiertoaikaan esitellään myös luvussa kolme. Neljännessä luvussa tarkastellaan lyhyesti mitä verotustuloksille tapahtuu, kun mallissa aiemmin käytettyä kasvufunktiota muutetaan siten, että metsähoitopanos on kasvufunktiossa endogeenisenä tekijänä.

Esitän parhaat kiitokseni saamistani kommentteista vt.professori Matti Palolle, VTT Heikki Loikkaselle, MML Mikko Tervolle, MH Ville Ovaskaiselle, VTK Markku Ollikaiselle ja valt.yo. Jorma Salolle. Tutkimuksen konekirjoituksesta kiitokset Eila Iltaselle.

2. FAUSTMANNIN MALLI JA RAAKAPUUN TARJONTA

Tarkastelun pohjana on perinteinen Faustmannin malli. Siinä optimaalinen kiertoaika (T) johdetaan täydellisen kilpailun ja ennakkotietämyksen oletusten pohjalta. Nämä varsin vahvat ja sellaisinaan todellisuudessa pätemättömät oletukset mahdollistavat yksiselitteisen mallin muotoilemisen (Löfgren & Johansson, 1982, s. 88-89 ja Samuelson, 1976, s. 470-471). Oletukset ovat seuraavat:

- 1) Pääomamarkkinat ovat täydelliset eli tällöin voidaan anto- ja ottolainata rajattomasti korkokannan muuttumatta. Samalla oletetaan tulevat korkokannat tiedetyiksi.
- 2) Puun tuleva kantohinta on tiedossa, ja se on kiinteä kuten korkokanta.
- 3) Metsä voidaan myydä, ostaa tai vuokrata täydellisen kilpailun markkinoilla.¹⁾
- 4) Tekniset, puun tuottamisen edellyttämät toimenpiteet, kuten harvennukset ja istutukset sekä niistä aiheutuvat kustannukset, osataan ennustaa.

Perinteisesti Faustmannin mallissa puuston tilavuus riippuu vain puiden iästä. Puuston kasvufunktio $f(t)$ on hyvin käytäytyvä kahdesti derivoituva funktio, joka on relevantilla alueella vahvasti konkaavi ($f''(t) < 0$). Se on muotoa

$$Q_t = (t, M),$$

jossa Q_t on tuotos päätehakkuussa ajankohtana t ja M on metsätalouden käytössä oleva pinta-ala. Metsätalouden harjoittamisen perustuesssa kestävän tuoton periaatteeseen voidaan sen piirissä olevaa maa-alaa pitää kiinteänä tuotannontekijänä, joten M voi olla esimerkiksi yksi ²⁾. Lisäksi jokaiselle puukuutiometrille oletetaan sama arvo riippumatta puiden iästä ja järeydestä.

Puun kantohintaa kuvataan symbolilla p . Päätehakuussa ajankohtana t on puuvaranto (t) ja puuston arvo tällöin $p(t)$. Symboli w kuvaa palkkatasoa ja L työpanosta, jolloin termi wL voidaan ajatella istutuskustannuksiksi. Symboli r on korko. Kiertoaikaongelman ratkaisu on kaikkien tulevien tuottojen nykyarvo (v) .³⁾

$$(2.1.) \quad \text{MaxPV} = (pf(t)e^{-rt} - wL) (1 + e^{-rt} + e^{-2rt} + \dots) \\ (t) \\ = (pf(t)e^{-rt} - wL) (1 - e^{-rt})^{-1}$$

Tämä kaava tunnetaan Faustmannin kaavana. Ensimmäisen kertaluvun ehto metsän nykyarvon maksimille saadaan derivoimalla yhtälö (2.1.) t :n suhteen.

$$(2.2.) \quad pf'(t) = rpf(t) + rV(t), \text{ jossa } V = \frac{pf(t)e^{-rt} - wL}{1 - e^{-rt}}$$

Yhtälö (2.2.) voidaan tulkita myös hakkuusäänneksi: hakkaa puusto, kun sen tuottama arvonlisäys $pf'(t)$ vastaa siihen sidotun pääoman korkokustannuksia $rpf(t)$ sekä maan vaihtoehtoiskustannuksia $rV(t)$.⁴⁾

Metsän optimaalisen kiertoajan ja raakapuun tarjonnan yhteyttä voidaan lähestyä analysoimalla mallin komparatiivistaattisia ominaisuuksia. Löfgren ja Johansson (1982, s. 95,99)⁵⁾ toteavat raakapuun hinnannousun sekä koron nousun lyhentävän kiertoaikaa $(\partial t / \partial p) < 0$ ja $(\partial t / \partial r) < 0$. Raakapuun hinnan nousun seurauksena metsämaan arvo kasvaa ja kiertoajan aikana masettavat korkokustannukset nousevat⁶⁾, joten metsänomistajan kannattaa lyhentää kiertoaikaa. Koron nousu vaikuttaa kahdella vastakkaisella tavalla: puuston arvo kasvaa, mutta metsämaan arvo vähenee. Kokonaisvaikutus on kuitenkin optimaalista kiertoaikaa lyhentävä.

Löfgrenin ja Johanssonin (1982, s. 119) mukaan osa metsistä muodostuu raakapuun hinnannousun myötä taloudellisesti katsottuna ylikypsiksi. Nämä "vanhat" metsät hakataan ensimmäiseksi, joten lyhyellä aikavälillä raakapuun tarjonta kasvaa. Pitkällä aikavälillä ei hinnannousulla ole vastaavaa puun tarjontaa lisäävää vaikutusta, sillä kiertoajan lyhentymisen pienentää vuosittain hakattavan puuston tilavuutta. Lyhentynyt kiertoaika ei riitä kompensoimaan hakattavan puuston tilavuuden pienentymistä ja puuston pitkän aikavälin tarjonta vähenee. Tämä tarjontatarkastelu osoittaa karkeasti mihin suuntaan puun tarjonta lyhyellä ja pitkällä aikavälillä muuttuu. Lyhyen aikavälin puun tarjonta riippuu täysin hakkuukelpoisten metsiköiden määrästä. Lyhyen aikavälin hintavaihteluiden ja hintaodotusten vaikutusta puun tarjontaan ei yhden staattisen hinnan sisältävällä mallilla saada esille.

Tulos on voimassa, mikäli metsähoitopanoksia ei samaan aikaan lisätä ja metsätalouden käytössä oleva maa-ala säilyy kiinteänä. Mikäli oletuksia lievennetään seuraa metsätalouden parantuneesta kannattavuudesta puun tuottamiseen käytettävän maa-alan lisääntyminen ja sitä kautta normaali hinnan myötä nouseva pitkän aikavälin tarjontafunktio (ks. Hyde 1980 ja Jackson 1980).

- 1) Epätäydellisten raakapuumarkkinoiden vaikutusta optimi-kiertoaikaan ovat tutkineet Nautiyal & Fowler (1980). Katso kuitenkin myös Löfgren & Johansson (1984).
- 2) Maan tuottokyky oletetaan vakioksi. Faustmannin kaava ei päde, mikäli maan tuottokyky ajan kuluessa vähenee (ks. Walter, 1980).
- 3) Diskonttausmerkinnästä e^{-rt} ks. esim. Chiang (1974, s. 288-294).
- 4) Hakkuusäästölauseke (2.2.) saadaan nk. yhden kiertoajan ratkaisusta mikäli maankorko sijoitetaan tähän kustannustekijäksi.
$$\text{Max}V = pf(t)e^{-rt} - wL - R \int_0^t e^{-rt} dt$$
Tämän kaavan ja kaavan (2.1.) yhtenäisyyden osoitti Samuelson (1976).
- 5) Ks. myös Clark (1976) ja Hyde (1980).
- 6) Lisäksi metsänomistajalle oletetaan olevan yksikköjous-toiset hintaodotukset.

3. ERI VEROTUSJÄRJESTELMIEN VAIKUTUKSET METSÄN OPTIMAALISEEN KIERTOAIKAAN

3.1. Neutraali verojärjestelmä ja verotuksen kohtaanto

Metsän optimaalisen kiertoajan yhteydessä verojärjestelmän neutraalisuudella voidaan tarkoittaa sitä, että maapohjan käyttötarkoitus tai hakkuiden ajoitus ei verotuksen myötä muutu.

Eri verotusmuotojen vaikutuksia metsä- ja puutalouden sekä yhteiskunnan muiden sektoreiden väliseen resurssien allokointiin ja sen tehokkuuteen ovat tutkineet Gaffney (1967), Thomson & Goldstein (1971), Chisholm (1975), Jackson (1980), Lippman & McCall (1981) ja Kovenock & Rothschild (1983). Tutkimusten keskinäistä vertailua vaikeuttaa niiden sisältämien perusolettamusten erilaisuus. Synteesiä ja kokonaisuutena verotuksen vaikutuksesta metsä- ja puutalouden tehokkuuteen joudutaan vielä odottamaan.

Verotuksen yhteydessä on oleellista myös kysyä, kuka todella maksaa veron. Verotuksen kohtaanto voidaan Kayn ja Kingin (1980) mukaan jakaa kahteen komponenttiin: 1) muodollinen kohtaanto ja 2) todellinen kohtaanto. Muodollisella kohtaannolla tarkoitetaan niitä, jotka lain mukaisesti alunperin maksavat veron. Todellinen kohtaanto viittaa siihen ryhmään, jonka maksettavaksi vero markkinoiden toiminnan kautta lopulta siirtyy.

Veron kohtaannossa mahdollisesti tapahtuviin muutoksiin viitataan myyntiveron ja suhteellisen varallisuusveron yhteydessä. Veron kohtaanto voi muuttua esimerkiksi seuraavissa tapauksissa: 1) Vero ei kapitalisoidu täydellisesti alhaisemmaksi maanarvoksi. Näin voi tapahtua, kun maan tarjonta ei ole täysin joustamatonta. 2) Metsänomistajat pystyvät siirtämään osan verosta tai koko veron kantohintoihin, kun puun kysyntä on täysin joustamatonta. 3) Pääoman tarjonta on täysin joustamatonta, jolloin vero voi aiheuttaa pääomalle alhaisemman tuottoasteen (Chang 1982, s. 319).

Verotuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin muistettava, että kiertoaikamallit ovat osittaistasapainomalleja, joissa yleensä oletetaan metsänomistajan kantavan koko verorasituksen. Veroa ei voida siirtää kantohintoihin. Näin tapahtuu, koska itse mallissa hinnat ovat eksogeeniset ja vain määräsopeutuminen on mahdollista. Mikäli puun hinta endogenisoidaan eli siirrytään osittaismallista markkinatasapainon analyysiin, voidaan metsäverotuksen kohtaantoa paremmin tarkastella.

3.2. Myyntivero ja pinta-alavero

Suomalaisessa metsäverotusjärjestelmässä pyritään metsämaan hyvyysluokittain arvioimaan metsien keskimääräinen puhdas tuotto (tuotoksen kantoraha-arvo vähennettynä kasvatuskustannuksilla) hehtaaria kohden. Keskimääräinen puhdas tuotto kerrotaan metsälön hyvyysluokittaisella pinta-alalla ja siten saadaan metsälön verotettava tulo. Se on riippumaton metsälön puustosta tai hakkuutuloista. Puhdas tuotto määräytyy metsälön metsämaan veroluokan, sijaintikunnan keskimääräisen kantohinnan (kolmen vuoden keskiarvo) ja metsäveroalueen metsien keskimääräisen todellisen kasvun perusteella. Varallisuusverotusta varten saadaan metsän arvo hehtaaria kohden kertomalla puhdas tuotto luvulla 10. Ruotsissa taas verotetaan realisoitunutta myyntituloa. Puista saatava myyntitulo lisätään metsänomistajan muihin verotettaviin tuloihin sinä vuonna kun ne otetaan käyttöön. Kokonaistuloista maksetaan vero progressiivisen asteikon mukaan. Norjassa ja Tanskassa on käytössä samantapainen metsäverotusjärjestelmä kuin Ruotsissa.

Myyntivero

Myyntiverolla tarkoitetaan tietyn prosentin suuruista kantarahatuloista maksettavaa veroa. Faustmannin mallissa saadaan myytävälle puustolle asetetulle verolle samanlainen

vaikutus kuin on kantohintojen alentumisella. Seuraavassa yhtälössä parametri x kuvaa asetettua myyntiveroa:

$$(3.1.) \quad V = \frac{(p(1-x)f(t)e^{-rt} - wL)}{(1 - e^{-rt})}$$

Kantohintojen alentuminen pidentää optimaalista kiertoaikaa, joten lyhyellä aikavälillä raakapuun tarjonta laskee. Myyntivero ei ole siten neutraali veromuoto. Kun raakapuun kysynnän oletetaan olevan täysin joustamatonta voivat metsänomistajat siirtää osan veroista tuleviin kantohintoihin muiden maksettaviksi. Tällöin Changin (1982) mukaan optimaalinen kiertoaika ei pitene myyntiveron yhteydessä yhtä paljon kuin aiemman yhtälön (3.1.) tilanteessa.

Ruotsissa käytössä oleva vero ei ole puhdas myyntivero, joten sen vaikutus raakapuun lyhyen aikavälin tarjontaan ei ole ilmeinen. Verohan maksetaan vasta otettaessa tulot käyttöön. Progressiivisen veroasteikon vuoksi saattaa metsänomistajalle olla edullista siirtää puunmyyntitulojen käyttöönottoa sellaiseen ajankohtaan, jolloin muita tuloja on vähän. Jollekin toiselle metsänomistajalle voi paremmin sopia puunmyyntitulojen ajoittaminen tasaisesti jokaiselle vuodelle.

Pinta-alavero

Pinta-alavero voi olla joko vuosittain maksettava kiinteä summa tai tietyn prosentin suuruinen varallisuusvero. Kiinteän vuosittaisen verosumman (a) nykyarvo äärettömän monen kiertoaajan tapauksessa on $a \int_0^{\infty} e^{-rt} dt = a/r$. Tämän pinta-alaverosumman vaikutuksesta metsänomistajan tulojen nykyarvo pienenee, mutta optimaaliseen kiertoaikaan ja tämän myötä puuntarjontaan verolla ei ole vaikutusta.

Pinta-alavero voi olla myös varallisuusveron muodossa. Gaffney (1967) ja Chang (1982) ovat todenneet, että optimaalinen kiertoaika on sama ennen veroja ja veron jälkeen,

joten pinta-alavero on neutraali veromuoto. Suomen metsäverotusjärjestelmä perustuu pinta-alaveroon.

Metsälön eri metsäkuvioiden hyvyysluokitukseen perustuva vero ei ole aivan neutraali, koska se rankaisee "yliverotuksella" keskimääräistä huonommin tuottavaa metsää, mutta antaa keskimääräistä parempituottoiselle metsälle verotonta lisätuloa.

3.3. Muita mahdollisia verotusmuotoja

Muista mahdollisista metsän verotusmuodoista esitellään tässä luvussa suhteellinen varallisuusvero ja pääomavoittovero. Suhteellisen varallisuusveron esittely perustuu pääosin Changin (1982) työhön ja pääomavoittoveron tarkastelu lähinnä Kovenockin ja Rothschildin töihin jotka löytyvät myös Löfgreniltä ja Johanssonilta (1982).

Suhteellinen varallisuusvero

Suhteellisella varallisuusverolla tarkoitetaan ad valorem-veroa,¹⁾ kun puustoa ja maapohjaa verotetaan vuosittain tietyn suuruisin prosenttimääriin. Lisäksi otaksutaan seuraavien olettamusten olevan voimassa:

- 1) Verotuspohjana on metsän edellisen vuoden markkina-arvo ja varallisuus arvioidaan vuosittain uudelleen.
- 2) Vero kapitalisoituu täydellisesti alhaisemmaksi maanarvoksi.
- 3) Sekä maata että puustoa verotetaan.

Seuraavassa tarkastelussa parametri y on puille asetettu vuosittainen veroaste desimaaleina ja x vastaavasti maan varallisuusveroaste.

Jokaisena istutuksen ja päätehakkuun välisenä vuonna on maksettava veroa termin $ypf(s)$ verran.²⁾ Näiden puista maksettavien verojen yhteissumma alkuajankohtaan diskontattuna on $\int_0^t ypf(s)e^{(t-s)r} ds$. Koko kiertoajan nettotulojen selvittämiseksi on näin saatu verosumma vähennettävä myyntituloista.

$$(3.2.) pf(t) - wLe^{rt} - \int_0^t ypf(s)e^{(t-s)r} ds$$

Yhtälö (3.2.) kuvaa yhden kiertoajan nettotuloja, kun metsämaasta ei makseta veroa. Maan arvoksi (V) saadaan varallisuusveron jälkeen

$$(3.3.) V = (pf(t) - wLe^{rt} - \int_0^t ypf(s)e^{r(t-s)} ds)(e^{-rt} + e^{-2rt} + \dots) - xV/r^3$$

Kaava (3.3.) voidaan myös esittää muodossa

$$(3.4.) V = \frac{r}{r+x} \left[\frac{pf(t) - wLe^{rt} - \int_0^t ypf(s)e^{r(t-s)} ds}{e^{rt} - 1} \right]$$

Yhtälö supistuu muotoon⁴⁾

$$(3.5.) V = \left(\frac{r+y}{r+x} \right) \left[\frac{pf(t) - wL}{e^{(r+y)t} - 1} - wL \right]$$

Tämän yhtälön perusteella voidaan suhteellisen varallisuusveron tarkastelu jakaa kahteen osaan: puustoveroa koskevaksi, jolloin metsämaasta ei makseta veroa eli $x=0$, ja metsämaata koskevaksi pinta-alaveroksi, jolloin puustosta ei

makseta veroa eli $y=0$. Suhteellisen varallisuusveron yhteydessä käsitellään vain puustovero. Pinta-alaverosta on keskusteltu jo aiemmin.

Jos maasta ei makseta lainkaa veroa eli $x=0$, on maan arvon kaava muotoa

$$(3.6.) V = \frac{r+y}{r} \frac{pf(t) - wLe^{(r+y)t}}{e^{(r+y)t} - 1}$$

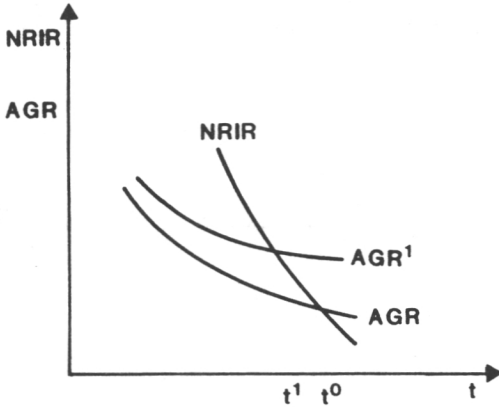
Kun yhtälö (3.6.) derivoidaan t :n suhteen, saadaan ratkaisuksi

$$(3.7.) \frac{pf'(t)}{pf(t) - wL} = (r+y) \frac{e^{(r+y)t}}{e^{(r+y)t} - 1}$$

Yhtälön vasen puoli kuvaa nettotulojen lisäystä. (NRIR = net revenue increment rate.) Vastaavasti yhtälön (3.7.) oikea puoli kuvaa tuottoasteen ja kiertoajan yhteyttä eri korkotasolla (kuvaajaa kutsutaan AGR:ksi = Adjusted guiding rate).

Nämä käyrinä esitettävät kuvaajat käyttäytyvät seuraavasti: NRIR-käyrässä jakajana oleva termi $pf(t) - wL$ kasvaa jatkuvasti ja osoittaja $pf'(t)$ pienenee, kun aika t lähestyy ääretöntä. Tämän seurauksena yhtälön (3.7.) vasen puoli eli NRIR-käyrä kokonaisuudessaan lähestyy arvoa nolla. Vastaavasti AGR-käyrä lähestyy arvoa yksi t :n kasvaessa rajattomasti. Yhtälön (3.7.) vasemman ja oikean puolen kuvaajat on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Suhteellisen varallisuusveron vaikutus puuston kiertoaikaan.



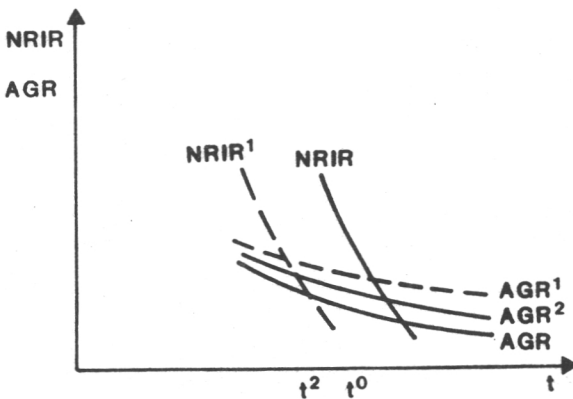
Kuvassa 1 kuvaa t^0 optimaalista kiertoaikaa ilman verotusta. Varallisuusveron asettamisen jälkeen yhtälön (3.7.) vasen puoli eli NRIR-käyrä säilyy entisellään. Yhtälön oikeaan puoleen vero vaikuttaa samalla tavalla kuin koron nousu. AGR-käyrä siirtyy veron asettamisen jälkeen kokonaisuudessaan ylöspäin ja leikkaa NRIR-käyrän uudessa pisteessä. Tätä leikkauspistettä vastaava kiertoaika t^1 on lyhyempi kuin optimaalinen kiertoaika ilman verotusta (Chang 1982).

Luvussa 3.1. todettiin, että metsänomistajalla on mahdollisuus siirtää osa verorasitusta pois itseltään kohottamalla kantohintoja. Aiemmin esitettyyn yhtälöön (3.7.) voidaan lisätä parametri (α) kuvaamaan kantohintojen prosenttista nousua.

$$(3.8.) \frac{(1+\alpha)pf'(t)}{(1+\alpha)pf(t) - wL} = (r+y) \frac{e^{(r+y)t}}{e^{(r+y)t} - 1}$$

Yhtälön oikean puolen (AGR-käyrä) asema ei muutu kantohintojen prosenttisen nousun vaikutuksesta, vaan kuvassa 2 esitetyn siirtymän ylöspäin aiheuttaa veron keräämisen aloittaminen. Yhtälön vasemman puolen kuvaaja NRIR-käyrä siirtyy kuvassa 2 kokonaisuudessaan alemmaksi, sillä jaettavan termin kasvaessa α :n prosenttiin verran, jakaja kasvaa vieläkin enemmän.

Kuva 2. Suhteellisen varallisuusveron vaikutus kiertoaikaan, kun osa verosta siirtyy kantohintoihin.



Uusien käyrien leikkauspisteen määrittämä kiertoaika t^2 on lyhyempi kuin optimaalinen kiertoaika ilman verotusta tai veron kapitalisoituessa täydellisesti.

Klemperer (1978, s. 319) oletti veron osittaisen kapitalisoitumisen olevan verrattavissa veroasteen laskuun. Näin saadut tulokset ovat erilaisia kuin aiemmin käsitellyt Changin (1982) esittämät. Veron laskiessa NRIR-käyrä säilyy ennallaan, mutta AGR-käyrä on tällöin muotoa $(r+y^1)e^{(r+y^1)t}/(e^{(r+y^1)t}-1)$, jossa y^1 on laskenut veroaste. Tämä uusi AGR²-käyrä sijaitsee AGR¹-käyrää alempana kuvassa 2. Näin ollen optimaalinen kiertoaika lyhenee nytkin verrattuna tilanteeseen, jossa veroa ei kerätä,

mutta ei niin paljon kuin tilanteessa, jossa vero siirtyi suoraan kantohintoihin.

Pääomavoittovero tai tuottovero

Puusto voidaan olettaa pääomaksi, jonka arvo kasvaa sen iän myötä. Pääomaluonteesta johtuen puustoa koskevaa veroa voidaan kutsua pääomavoittoveroksi, vaikkei se täydellisen kilpailun tilanteessa eroakaan tulo- tai tuottoveron käsitteistä. Pääomavoittovero voidaan asettaa kahdella tavalla: joko kertymäperusteisena tai realisaatiopohjaisena. Tässä osassa esitellään ensin realisaatiopohjainen vero, jonka tyyppinen vero on käytössä esim. Ruotsissa. Realisaatiopohjaiseen verotukseen on päädytty lähinnä kertymäperusteisen veron aiheuttamien suurten hallinnollisten kustannusten takia. Kertymäperusteinen pääomavoittovero edellyttäisi verotettavan omaisuuden jatkuvaa eli käytännössä vuosittaista arvottamista.

Pääomavoittoveron on todettu yleisesti vaikuttavan verotuksen kohteina olevien varallisuusesineiden myynteihin. Inflaatiotaloudessa pääomavoittovero ehkäisee voittoa tuottavien varallisuusesineiden myynnin ja vastaavasti lisää heikosti tuottavista varallisuusesineistä luopumista. Constantinides (1983) ja Constantinides & Scholes (1980) ovat osoittaneet, että pääomavoittoveroon liittyy lock-in-efekti: arvoaan kasvattavista varallisuusesineistä eli metsästä ei luovuta. Feldstein, Slemrod ja Yitzhaki (1980) ovat päätyneet samanlaiseen lopputulokseen.

Constantinidesin sekä Constantinidesin ja Scholesin töissä voitiin olettaa, ettei pääomanomistajan tarvitse milloinkaan realisoida pääomaansa. Tämä oletus ei ole mahdollinen puustopääomaa käsiteltäessä, sillä puusto lahoaa, ellei sitä hakata.

Pääomavoittovero realisaatiopohjalta

Metsänomistaja maksaa pääomavoittoveron hakkuun yhteydessä eli puustopääomaa realisoitaessa. Päätehakkuun hetkellä metsänomistajan nettotulot ovat $(pf(t) - wL)$ ja maan arvo on

$$(3.9.) \quad V = \frac{pf(t) - wL}{e^{rt} - 1} (1-\tau) - wL, \text{ joka saadaan termillä } e^{-rt}$$

laventamalla muotoon

$$(3.10.) \quad V = \frac{(pf(t)e^{-rt} - wL)(1-\tau)}{1 - e^{-rt}} + wL\tau$$

Verrattaessa nyt saatua tulosta luvussa 2. esitettyyn Faustmannin mallin kaavan perusmuotoon voidaan havaita, ettei maanarvon maksimoivilla kiertoajoilla ole eroa. Kun veroa ei kerätä eli $t=0$, on yhtälö (3.10.) suoraan kaavan perusmuoto (Kovenock & Rotschild 1981, 1983 ja Löfgren & Johansson 1982).

Kertymäperusteinen pääomavoittovero

Kertymäperusteinen pääomavoittovero tarkoittaa veron perimistä silloin, kun pääomatulot syntyvät. Normaalisti verotus tapahtuisi vuosittain. Kovenock ja Rotschild (1981) ovat osoittaneet, että puuston nettoarvossa tapahtuneiden lisäysten verottamisen jälkeen maanarvoa maksimoiva kaava on muotoa

$$(3.11.) \quad V = \frac{pf(t)e^{(-r/1-\tau)t} - wL}{1 - e^{-rt}}, \text{ jossa } \tau \text{ on veroaste.}$$

Maksimoitaessa yhtälön (3.11) oikeaa puolta havaitaan, että se ei ole riippumaton pääomavoittoveron suuruudesta kuten realisaatioperusteinen veron tapauksessa oli. Löfgren ja Johansson (1982, s. 101-104) ovat osoittaneet kertymäperus-

teisen veron lyhentävän optimaalista kiertoaikaa. Täydellisen kilpailun vallitessa ovat kertymäperusteisen tulo- ja pääomavoittoveron kaavat samanlaisia.

-
- 1) ad valorem-vero tarkoittaa veroa, joka on suhteellinen verotettavan hyödykkeen arvoon nähden.
 - 2) symboli s kuvaa puuston tilavuutta kyseisenä ajankohdana.
 - 3) Yhtälön (3.3.) viimeinen termi on vuosittaisten maasta maksettavien varallisuusverojen nykyarvo, joka saadaan kaavasta $\int_0^{\infty} xV e^{-rs} ds = xV/r$.
 - 4) Tekninen ja pitkä todistus sivuutetaan, koska se ei ole ongelman kannalta keskeinen. (Ks. Chang 1982, s. 321.)

4. FAUSTMANNIN MALLIN LAAJENTAMINEN

Hyde (1980) laajensi perinteistä Faustmannin mallia sijoittamalla metsänhoitopanoksen puun kasvufunktioon. Metsänhoitopanos (E) on tässä mallissa endogeeninen muuttuja, jonka tasoa voidaan vaihdella. Puuston kasvufunktio voidaan esittää nyt muodossa $f(t,E)$. Metsänomistajan tavoitefunktio on siten muotoa

$$(4.1) \quad V = (pf(t,E)e^{-rt} - wL)(1 - e^{-rt})^{-1}$$

Optimikiertoajan tulokinnan lisäksi mallista saadaan määritetyksi lisäksi optimaalinen metsänhoitopanoksen taso.

Myös tähän laajennettuun malliin kaavaan (4.1) voidaan sijoittaa vastaavat veroparametrit kuin luvussa 3. Pääosaltaan tulokset vastaavat Faustmannin perusmallilla saatuja, joten ne vain todetaan. Verotustulokset riippuvat mallin sisäisestä rakenteesta tehdyistä oletuksista, joten niihin on suhtauduttava varauksellisesti.

Myyntivero pidentää optimaalista kiertoaikaa ja alentaa metsänhoitopanosten määrää (Chang 1983, Jackson 1980). Pinta-alavero ei vaikuta optimaaliseen kiertoaikaan tai metsänhoitopanosten määrään (Chang 1983, s. 272).

Kiinteän varallisuusveron seurauksena sekä optimaalinen kiertoaika lyhenee että metsänhoitopanokset vähenevät (Chang 1983, s. 272). Jacksonin (1980, s. 81-82) mukaan reaalisuusiopohjainen pääomavoittovero ei metsänhoitopanoksen mukaan ottamisen jälkeen enää olekaan neutraali veromuoto, vaan muuttuu hyvin paljolti myyntiveron kaltaiseksi. Kertymäperusteisen tuloveron Jackson (1980, s. 83) toteaa alentavan metsänhoitopanosten määrää, muiden tulosten riippuessa mallin muuttujien tulkinnoista.

Hyden tekemä laajennus ei varsinaisesti muuta teoreettisia tuloksia, paitsi että realisaatiopohjainen pääcmavoittovero ei enää ole neutraali verotusmuoto. Sen sijaan tulosten tulkinta vaikeutuu huomattavasti mallin laajentamisen jälkeen. Tämän vuoksi Faustmannin mallin laajentaminen verotusta tutkittaessa ei ole välttämättä hedelmällistä.

5. TARKASTELU

Verotuksen ja puun tarjonnan yhteys on suuntaa-antava. Seuraavaan taulukkoon on kerätty aiemmissa luvuissa esitetyt verotusmuotojen vaikutukset kiertoaikaan.

Taulukko 1. Verotusmuotojen vaikutukset optimikiertoaikaan

| Neutraali vaikutus | Lyhentävä vaikutus | Pidentävä vaikutus |
|--|-------------------------------------|--------------------|
| Pinta-alavero | Suhteellinen varallisuusvero | Myyntivero |
| Reaalisaatiopohjainen pääomavero (varauksin) | Kertymäperusteinen pääomavoittovero | |

Yksinkertainen tulkinta olisi, että kiertoaikaa lyhentävät verotusmuodot lisäävät puuntarjontaa lyhyellä aikavälillä ja vähentävät sitä pitkällä aikavälillä. Neutraaleiksi havaitut verotusmuodot eivät "kohtuullisesti" käytettyinä vaikuttane optimaaliseen kiertoaikaan. Kiertoaikaa pidentävät verotusmuodot vähentävät puun tarjontaa lyhyellä aikavälillä, mutta lisäävät sitä pitkällä aikavälillä (Clark 1976, Hyde 1980 ja Löfgren ja Johansson 1982).

Jatkotutkimuksissa tulisi ottaa paremmin huomioon Suomessa vallitsevat pääomamarkkinoiden epätäydellisyydet. Optimaalista hakkuukäyttäytymistä epätäydellisten pääomamarkkinoiden vallitessa voidaan tutkia esim. kahden periodin mallin avulla (ks. Lohmander 1984). Metsäverotusjärjestelmämme toimintaa tulisi arvioida selkein, talousteoriaan perustuvien tutkimuksien ennenkuin muutoksiin ryhdytään. Taloustieteellisiä metsäverotustutkimuksia ei Suomessa ole aiemmin tehty.

KIRJALLISUUS

- CHANG, S.J. (1982) An economic analysis of forest taxation's impact on optimal rotation age. *Land Economics*, Vol. 58, No. 3, 310-323.
- (1983) Rotation age, management and the economic factors of timber production. *Forest science*, Vol. 29, No. 2 s. 267-277.
- CHIANG, A. (1974) *Fundamental methods of mathematical economics*. McGraw Hill, Tokio.
- CHISHOLM, A. (1975) Income taxes and investment decisions. The long-life appreciating asset case. *Economic Inquiry*, 12, 565-578.
- CLARK, C. (1976) *Mathematical bioeconomics*. John Wiley, New York.
- CONSTANTINIDES, G. (1983) Capital market equilibrium with personal tax. *Econometrica*, 51.
- CONSTANTINIDES, G. & SCHOLLES, M.S. (1980) Optimal liquidation of assets in the presence of personal taxes. *Journal of finance*, 35, s. 439-452.
- FELDSTEIN, M. & SLEMROD, J. & YITZHAKI, S. (1989) The effects of taxation on the selling of corporate stock and the realization of capital gains. *The Quarterly Journal of Economics*, June, s. 777-790.
- GAFFNEY, M. (1967) Tax induced slow turnover of capital. *Western economic journal* 5, 308-323.
- HYDE, W. (1980) Timber supply, land allocation and economic efficiency. John Hopkins. Press, Baltimore.
- JACKSON, D. (1980) *The microeconomics of the timber industry*. Westview Press, Boulder.
- KOVENOCK, D.J. & ROTHSCHILD, M. (1981) Capital gains taxation in an Austrian model of investment. Preliminary paper.

- (1983) Capital gains taxation in an economy with an Austrian sector. Journal of public economics, Vol. 21, s. 215-256.
- LIPPMAN, S. & McCALL, J. (1981) Progressive taxation in sequential decisionmaking. Deterministic and stochastic analysis. Journal of Public Economics 16, 35-52.
- LOHMANDER, P. (1984) A note on optimal supply behaviour under different taxation regimes. Arbetsrapport 34, Uumaja.
- LÖFGREN, K. & JOHANSSON, P-O. (1982) Forest economics and the economics of natural resources. Arbetsrapport 17, Uumaja.
- (1984) Two papers on socially optimal forest rotations. Arbetsrapport 25, Uumaja.
- NAUTIYAL, J. & FOWLER, K. (1980) Optimum forest rotation in an imperfect stumpage market. Land economics, 56, 213-226.
- SAMUELSON, P. (1976) Economics of forestry in an evolving society. Economic Inquiry 14, 466-492.
- THOMPSON, P. & COLDSTEIN, H.N. (1971) Time and Taxes. Western Economic Journal, March 1971, 9. 27-45.
- WALTER, G. (1980) Financial maturity of forest and sustainable yield concept. Economic Inquiry 18, 327-332.

Metsäntutkimuslaitos
Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunta
*The Finnish Forest Research Institute
Section of Social Economics of Forestry*

Kornetintie 8
SF-00381 Helsinki

Tel. 90-556 276

Tutkijat
Research workers

Matti Palo (vt. professori-*acting professor*)

Metsätaseet - *Timber drain and
potential cut*

Terho Huttunen
Harri Hänninen
Gerardo Mery
Sakari Pönniö
Seppo Repo
Esko Salo (erikoistutkija -
Research Specialist)

Metsäsektori kansantaloudessa ja
metsäpolitiikka - *Forest sector in
the national economy and forest policy*

Jari Kuuluvainen
Viljo Ovaskainen
Jorma Salo
Ashley Selby (vs. erikoistutkija
acting Research Specialist)
Heidi Vanhanen

Puun kilpailukyky energian
tuotannossa - *Competitiveness of
wood in energy production*

Tapio Hankala
Leena Petäjistö
Mikko Toropainen (Joensuun
tutkimusasema - *Joensuu Research
Station*)

Metsäsektorin työvoima - *Labour
force in the forest sector*

Pertti Elovirta
Ritva Ihalainen
Sirpa Onttinen
Heikki Pajuoja

Metsien moninaiskäyttö -
Multiple use of forests

Timo Helle (vt. Rovaniemen
tutkimusasema - *acting, Rovaniemi
Research Station*)
Tuija Sievänen

Jaana Aranko (vt. tutkimussihteeri - *acting secretary*)

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla aikaisemmin ilmestyneet Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

Previous publications from the Department of Forest Economics (Division of Social Economics of Forestry) in the Research Reports Series of the Finnish Forest Research Institute:

- nro 14 Pertti Elovirta ja Ritva Ihalainen. Ennakkotietoja metsätyövoiman alallehakeutumistutkimuksesta. 6 s. 1981.
- nro 22 Heidi Vanhanen. Metsäntutkimuslaitoksen henkilöstön toiminta konsultti- ja asiantuntijatehtävissä sekä tilaustutkimuksissa. 31 s. 1981.
- nro 54 Mikko Toropainen. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. 112 s. 1982.
- nro 57 Lauri Heikinheimo ja Eero Kakkuri. Metsä maatalan taloudessa. 44 s. 1982.
- nro 63 Jari Kuuluvainen. Sawtimber markets and business cycles in the Finnish sawmilling industry. 37 s. 1982.
- nro 82 V-P Järveläinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä. Itä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 59 s. 1983.
- nro 112 Jari Kuuluvainen, Heikki A. Loikkanen ja Jorma Salo. Yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä. 100 s. 1983.
- nro 123 V-P Järveläinen ja Heimo Karppinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (II). Satakunnan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 57 s. 1983.
- nro 141 J. Ashley Selby ja Mikko Tervo (Eds.). Symposium on forest products and roundwood markets. 202 s. 1984.
- nro 146 J. Ashley Selby. A humanistic approach to the study of small sawmills in North Karelia, Finland. 123 s. 1984.
- nro 147 Vesa Kanninen ja Jari Kuuluvainen. On price adjustment in the sawlog and sawnwood export markets of the Finnish sawmill industry. 32 s. 1984.
- nro 170 Matti Palo, Lauri Heikinheimo ja Seppo Repo (Eds.). N.A. Osara - metsäekonomisti ja metsäjohtaja. 180 s. 1984.
- nro 172 Heimo Karppinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (III). Keski-Suomen, Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. The use of allowable drain from private woodlots (III). Preliminary results concerning three Forestry Board Districts in western and central Finland. 64 s. 1985.
- nro 185 Jari Kuuluvainen. Short term demand for and supply of sawlogs in Finland. 132 s. 1985.

ISSN 0358-4283

ISBN 951-40-0918-5

Helsinki 1985. Valtion painatuskeskus