

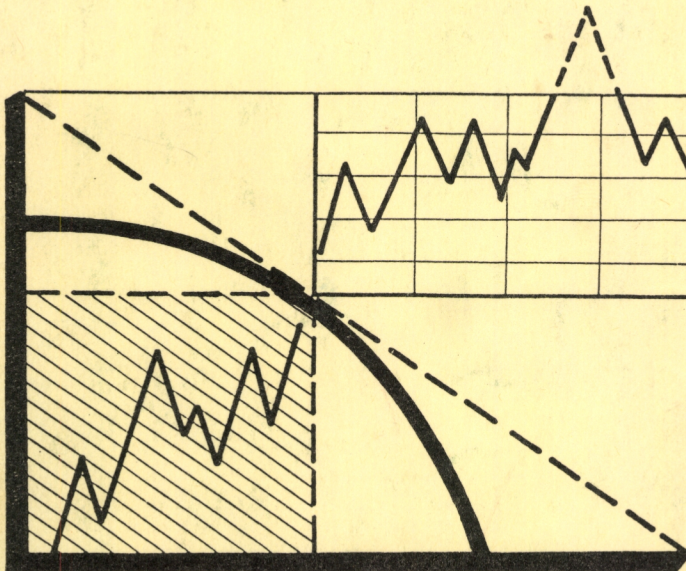


Kansantaloudellisen metsäekonomian
tutkimussuunta

YKSITYISMETSÄNOMISTAJIEN PUUNTARJONTAKÄYTTÄYTYMISESTÄ

THE TIMBER SUPPLY BEHAVIOUR OF THE PRIVATE
NONINDUSTRIAL FOREST OWNERS IN FINLAND

Jari Kuuluvainen, Heikki A. Loikkanen & Jorma Salo



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 112

Jari Kuuluvainen, Heikki A. Loikkanen ja Jorma Salo

YKSITYISMETSÄNOMISTAJIEN PUUNTARJONTAKÄYTTÄYTYMISESTÄ

The timber supply behaviour of the private
nonindustrial forest owners in Finland

Helsinki 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
METSÄNOMISTAJIEN TUTKIMUSOSASTO
Kirjasto

KUULUVAINEN, J., LOIKKANEN, H. A., SALO, J. 1983. Yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä. Summary: The timber supply behaviour of the private nonindustrial forest owners in Finland. MT. 112:1-100.

The aim of this study is to consider the timber supply behaviour of private non-industrial forest owners in Finland. Our data is based on the interviews of 2899 forest owners in the cutting year 1974/75 in Southern Finland and 1975/76 in Northern Finland. We estimate different types of econometric supply models in which the dependent variables and the model types vary but the independent socio-economic variables remain the same. In our logit models we model the "timber sales - no sales" dichotomy in the interview year in order to find out the determinants of the probability of selling timber. Next, the determinants of the volume of cuttings for sale in the interview year are studied by using linear regression models and those who sold as the data. Thereafter, we estimate "total supply models" in which the dependent variable is the product of the volume of cuttings for sale and the sales probability as predicted by the logit model. In addition to these models we estimate linear logistic regression models in which the dependent variable is based on the average sales interval which was asked in the interview. This model can be interpreted to predict average annual sales probabilities. "Total supply models" in which the latter probabilities are multiplied by the volume of cuttings in the interview year are also estimated.

According to our results the ownership structure of the holding, the existence of a forestry plan, education in forestry, the regional location and the age of the owner and the size of the forest holding affect both the sales probability and (except for age) the "total supply". The other component of total supply, namely the volume of sales only depends on the size of the holding and the ownership structure. It turns out that farmers sell more often but less at each time than non-farmers. There is no difference, however, in the "total supplies" of the two groups.

ISBN 951-40-0995-9

ISSN 0358-4283

Helsinki 1983. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET	10
3. KVALITATIIVISTEN VALINTOJEN EKONOMETRIASTA	18
3.1. Lineaarinen todennäköisyysmalli	18
3.2. Kahden vaihtoehdon probit- ja logitmallit	21
3.3. Logistinen lineaarinen regressiomalli	33
4. TUTKIMUSAINEISTO JA SELITTÄVÄT MUUTTUJAT	35
4.1. Aineisto	35
4.2. Selittävät muuttujat	38
4.2.1. Omistajan ominaisuuksia kuvaavat muuttujat	41
4.2.2. Tilan ominaisuuksia kuvaavat muuttujat	43
5. EMPIIRISET TULOKSET	49
5.1. Puunmyyntitodennäköisyyttä selittävät logitmallit	49
5.2. Puunmyyntimääriä selittävät regressiomallit	59
5.2.1. Myyntitodennäköisyys määrämallisissa	66
5.3. Lineaarisen regressiomallin logitmuunnos	70
5.4. Kokonaistarjontamallit	74
6. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	81
VIITTEET	87
KIRJALLISUUSLUETTELO	90
SUMMARY	93
LIITTEET	

ALKUSANAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on täydentää yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä viime aikoina käytyä keskustelua. Ajatus tutkimuksen tekemiseen syntyi tekijöiden Helsingin Yliopiston Kansantaloustieteen laitoksella käymissä keskusteluissa halusta löytää ajankohtaisia sovellutuskohteita vielä suhteellisen vähän käytetyille kvalitatiivisten selitettävien muuttujien mallittamiseen soveltuville menetelmille. Tutkimuksen aineisto saatiin Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian osastolla 1970-luvun puolivälissä tehdystä hakkuupoistumatutkimuksesta.

Tekijät, Jari Kuuluvainen (Metsäntutkimuslaitos), Heikki A. Loikkanen (Helsingin Yliopisto ja Työväen Taloudellinen Tutkimuslaitos) ja Jorma Salo (Metsäntutkimuslaitos), ovat osallistuneet tutkimuksen kaikkiin työvaiheisiin. Jari Kuuluvainen on kuitenkin pääasiallisesti vastuussa työn metsäekonomisesta ongelmanasettelusta, Heikki A. Loikkanen ekonometristen menetelmien sovellutuksista ja Jorma Salo on vastannut kaikista tutkimuksen vaatimista ATK-sovellutuksista ja analyyseista. Työn käsikirjoituksen lukeneita prof. Lauri Heikinheimoa, MMT Veli-Pekka Järveläistä, prof. Gösta Mickwitzia sekä prof. Risto Seppälää haluamme kiittää aiheellisista kommentista ja kritiikistä. Vastuu mahdollisista jäljelle jäävistä virheistä on luonnollisesti tekijöiden. Haluamme myös kiittää Säästöpankkien tutkimussäätiötä tutkimuksen saamasta taloudellisesta tuesta.

Helsinki, Kesäkuu 1983

Tekijät

1. JOHDANTO

Metsämaan pinta-alasta n. 64 prosenttia on Suomessa yksityisten (pl. yritykset) metsänomistajien hallussa. Hakkuumahdollisuuksia tarkasteltaessa on yksityismetsänomistajien osuus tätäkin suurempi johtuen siitä, että valtion metsistä huomattava osa on Pohjois-Suomessa, missä metsien kasvu on keskimääräistä alhaisempi. Kestävästä suunnitteesta n. 77 prosenttia on yksityismetsänomistajien metsissä, valtion osuus on n. 11 prosenttia ja loput 12 prosenttia kuuluvat metsäteollisuusyhtiöille ja muille omistajaryhmille (Kuusela 1978, s. 67). Näin ollen yksityismetsien merkitys teollisuuden puuraaka-aineen tuottajana on tärkeä. Yksityismetsät ovat myös omistajilleen tärkeä tulonlähde. Metsätalouden kokonaisarvonlisä vuonna 1980 oli 7 787 milj mk (vajaa 5 prosenttia koko BKT:sta) ja yksityisten kantorahatulosten osuus tästä n. 50 prosenttia.

Viime vuosikymmenen puolivälistä lähtien on julkisuudessa esiintynyt kasvavaa huolestuneisuutta raakapuun saatavuudesta teollisuuden tarpeisiin. Keskustelu puun fyysisestä riittävydestä 1960-luvulla sai 1970-luvulla rinnalleen puun tarjontaan vaikuttavia inhimillisiä tekijöitä korostavan tarkastelukulman. Puun tarjontaa heikentävinä nähdään nykyisin mm. yleinen tulotason nousu (pienentynyt riippuvuus kantorahatuloista), metsänomistuksen rakennemuutos, kilpailukykyisten sijoituskohteiden puuttuminen ja maatalouden investointien lainarahoituksen lisääntyminen (Vesikallio 1981, s. 22). Muutokset näissä tekijöissä ovat suhteellisen hidasliikkeisiä ja niiden vaikutukset esimerkiksi aikasarjatarkastelussa peittyvät helposti suhdanneluontoisten ilmiöiden taakse.

Raakapuumarkkinoiden ekonometrinen tutkimus on keskittynyt pääasiassa juuri suhdanneilmiöiden kuvaamiseen ja selittämiseen (esim. Tervo 1981, Korpinen 1981). Talousteorian ja käytettävissä olevan aineiston ohjaamana on raakapuumarkki-

noiden toimintaa selitetty lähinnä hinta- ja tulomuuttujien sekä lopputuotteiden kysynnän eksogeenisten vaihteluiden avulla. Nämä tutkimukset siis pääasiassa tarkastelevat trendikehityksen ympärillä tapahtuvaa vaihtelua. Kuitenkin 1970-luvulla on alettu tutkia myös raakapuumarkkinoiden kehitykseen (ja nimenomaisesti puun tarjontaan) vaikuttavia metsänomistajien sosio-ekonomisia ominaisuuksia. Tämän haastattelu- ja kyselyaineistoihin perustuvan tutkimuksen avulla on tarkasteltu metsätalouden harjoittamisen taustaedellytyksiä yksityismetsätaloudessa sekä yksityismetsänomistajia puun kasvattajina ja puun myyjinä (Järveläinen 1974, s. 29). Tutkimuksen avulla on pyritty keräämään tietoa metsäpolitiikan harjoittamisen avuksi. Tehdyt tutkimukset ovat pääasiassa käyttäneet käyttäytymistieteiden metodologiaa ja menetelmiä aineiston käsittelyssä ja johtopäätösten teossa.

Menetelmällisesti pääosa aiemmista tutkimuksista on käyttänyt ristiintaulukoiteja, jolloin muuttujien erillisvaikutusten määrittäminen on voinut jäädä puutteelliseksi. Toisaalta, kun monimuuttujamenetelmiä on käytetty, niin sovelletut mallityypit eivät kaikissa tapauksissa sovellu parhaalla mahdollisella tavalla tutkimusongelmaan. Lisäksi aiempien tutkimusten raportoinnissa pääpaino on ollut eri muuttujien välisten vaikutussuuntien kartoittamisessa pikemmin kuin pyrkimyksessä kvantitatiivisten johtopäätösten tekoon.

Puunmyyntitodennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä analysoidaan tässä tutkimuksessa kahdella eri tavalla. Ensimmäinen lähestymistapa perustuu epäjatkuvien ja kvalitatiivisia valintoja kuvaavien selitettävien muuttujien ekonometriseen mallittamiseen soveltuvan logitmallin käyttöön. Selitettävänä muuttujana on dikotomia: onko metsänomistaja myynyt puuta määrättynä periodina vai ei. Selittäjinä voivat olla joko luokkamuuttujat (maanviljelijä - metsätilanomistaja) tai jatkuvat muuttujat (metsäpinta-ala). Tarkoituksena on löytää puunmyyntitodennäköisyyteen tilastollisesti merkitse-

västi vaikuttavat tekijät käytettävissä olevasta aineistosta. Lisäksi mallin avulla saadaan lasketuksi eri tekijöiden vaikutus puunmyyntitodennäköisyyteen aikayksikköä kohti.

Mallin avulla voidaan päätyä esimerkiksi seuraavan kaltaisiin tuloksiin: Pohjois-Suomessa asuvat yli 50-vuotiaat maanviljelijämetsänomistajat myyvät metsää vuoden sisällä todennäköisyydellä 0.2. Tämä voidaan tulkita intuitiivisemmin siten, että keskimääräinen myyntiväli ko. ryhmässä on 5 ($=1/0.2$) vuotta, tai että sadasta em. ominaisuudet omaavasta metsänomistajasta 20 myy metsää vuosittain.

Vaihtoehtoinen lähestymistapa puunmyyntitodennäköisyyksien analysointiin on lineaarisen regressiomallin ns. logitmuoto. Tämä lähestymistapa edellyttää kuitenkin, että itse puunmyyntitodennäköisyyksistä on havaintoja käytettävissä. Analogisesti edellä esitetyn kanssa on selvää, että kullekin metsänomistajalle tällainen puunmyyntitodennäköisyys on keskimääräisen myyntivälin käänteisluku. Käytettävissä oleva aineisto sisältää metsänomistajan oman arvion keskimääräisestä myyntivälistään. Tämän käänteislukuna saadaan havaintokohtaiset myyntitodennäköisyydet (vuotta kohti), jotka tarvitaan lineaarisen mallin selitettävää muuttujaa (logittransformaatiota) konstruoitaessa. Tämän mallin perusteella voidaan laskea myyntitodennäköisyys- ja myyntiväliennusteita em. logitmallin tapaan, koska kyseessä on itse asiassa saman mallin toinen muoto. Tulokset saattavat kuitenkin poiketa, koska logitmallin selitettävän muuttujan arvot (myynyt=1 ja ei-myynt=0) perustuvat tutkimusvuoden (maan eteläpuoliskolla hakkuuvuosi 1974/75 ja pohjoispuoliskolla hakkuuvuosi 1975/76) tilanteeseen, joka oli lamavuosi, kun taas lineaarisen regressiomallin logistisessa transformaatioissa selitettävä muuttuja perustuu kyselyajankohdan suhdan- netilanteesta riippumattomaan keskimääräiseen myyntiväliin. Toisaalta haastateltavan oma arvio keskimääräisestä myyntivälistä tuntuu a priori huomattavasti suuremman subjektiivisen erehtymismahdollisuuden omaavalta kuin logitmallin se-

litettävä muuttuja (onko myynyt puuta haastatteluvuonna vai ei). Tästä syystä käytämme pääasiallisena menetelmänä myyntitodennäköisyyksiä mallittaessamme logit-myyntitodennäköisyyksille.

Puunmyyntitodennäköisyyksien ohella sovelletaan tavallisia lineaarisia regressiomalleja puun myyntimääriä selittäviä malleja rakennettaessa. Eräs tutkimuksen keskeinen tarkoitus on kartoittaa, vaikuttavatko samat tekijät mahdollisesti eri lailla myyntitodennäköisyyksiin ja myyntimääriin metsänomistajaryhmittäin.

Myyntiuseuden (myyntitodennäköisyyden) ja myyntimäärän erillinen tarkastelu jättää avoimeksi kysymyksen kokonaistarjonnasta, eli siitä kuinka paljon puuta pitkällä aikavälillä keskimäärin tulee markkinoille. Jotta myös tätä kysymystä voitaisiin alustavasti arvioida, estimoidaan lopuksi ns. "kokonaistarjontamallit". Menetelmänä on lineaarinen regressioanalyysi. Selitettävänä muuttujana käytetään logitmallin avulla laskettujen havaintokohtaisten myyntitodennäköisyyksien ja tutkimusvuonna myytyjen määrien tuloa. Tämän muuttujan voidaan tietyin varauksin olettaa kuvaavan pitkän aikavälin (tässä tapauksessa) "lamatarjontaa". Vertailun vuoksi kokonaistarjontamallit estimoidaan myös metsänomistajien omaan myyntiväliarvioon perustuvan todennäköisyyden avulla laskettua selitettävää muuttujaa käyttäen.

Tutkimusraportissa edetään seuraavasti: Luvussa 2 tehdään katsaus tutkimusongelmaa käsittelevään aikaisempaan kirjallisuuteen. Luvussa 3 esitellään diskreettien valintojen ekonometrisia menetelmiä, joista logitmalleja sovelletaan myöhemmin empiirisessä tutkimuksessa. Myös lineaarisen regressiomallin logistinen muoto esitellään tässä luvussa. (Tämän luvun läpikäyminen ei ole välttämätön myöhemmin esitettävän empiirisen analyysin tulosten ymmärtämisen kannalta). Luvussa 4 esitellään tutkimusaineisto ja hypoteesit selittävien muuttujien vaikutussuunnista. Empiiriset tulokset esitellään luvussa 5 siten, että ensin raportoidaan

puunmyyntitodennäköisyyttä selittävien mallien tulokset ja sitten puunmyyntimääriä selittävien regressiomallien tulokset. Luvussa 5.3 raportoidaan lineaarisen regressiomallin logittransformaation tulokset. Lopuksi luvussa 5.4 esitetään alustavat "kokonaistarjontaa" selittävät lineaariset regressiomallit. Tutkimuksen johtopäätökset ovat luvussa 6.

2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Hakkuu- ja puunmyyntikäyttäytymisen poikkileikkausaineistoihin perustuva tutkimusperinne Suomessa on yllättävän nuorta. Virta (1971) tarkastelee yksityismetsänomistajien puunmyyntialttiutta Länsi-Suomessa. Tutkimusalue käsittää Länsi-Suomen luontaisen puunhankinta-alueen sekä eräitä kuntia Keski-Suomen pohjoisosasta. Tutkimus perustuu haastatteluaineistoon, jota analysoidaan ristiintaulukoimalla. Tulosten mukaan keskimääräiset hakkuut viitenä tutkimusvuonna ovat suurimmat metsälöissä, joiden pinta-ala on 10-30 ha. Erot maanviljelijöiden ja metsätilanomistajien välillä ovat pieniä. Metsätilanomistajista 39 prosenttia kuuluu luokkaan "suuri myyntialttius", 28 "keskimääräinen" ja 33 prosenttia luokkaan "pieni myyntialttius". Maanviljelijöiden vastaavat prosenttiosuudet olivat 31, 35, 34 (Luokitus perustuu haastatellun metsien tilaan ja metsänhoidon neuvojan henkilökohtaiseen arvioon). Tutkimuksessa tarkastellaan omistajaryhmän lisäksi mm. varallisuuden, metsälönn koon, asenteiden ja normien sekä omistajan iän vaikutusta puunmyyntialttiuteen.

Varallisuuden mittarina käytetään neljää tunnuslukua, jotka ovat: omaisuusvero, velat, verotettavan omaisuuden ja velkojen suhde sekä käytettävissä oleva rahamäärä ilman metsätuloja. Selvin riippuvuus on käytettävissä olevan rahamäärän ja myyntialttiuden välillä siten, että alueilla, joilla käytettävissä oleva rahamäärä on keskimäärin pienin, on myyntialttius keskimäärin suurin. Maanviljelijöiden pieni myyntialttius näyttää liittyvän velkoihin nähden suureen omaisuuteen. Metsälökoko vaikuttaa siten, että keskimäärin suurin myyntimäärä hehtaaria kohti on 16-29 ha suuruisilla metsälöillä, ja myyntialttiuden suhteen 9-15 ha metsälöt ovat lähinnä rinnastettavissa tähän metsälöluokkaan. Sekä pienemmillä että suuremmilla metsälöillä hehtaariohtaiset myyntimäärät pienenevät paitsi suurimmassa metsälökokoluokassa (yli 75 ha). Myös asenteilla ja normeilla

todetaan olevan merkitystä myyntialttiuteen. Esimerkiksi keskinkertaisesti teollistuneilla alueilla metsää voimakkaasti hakkaavaan metsänomistajaan suhtaudutaan kielteisesti, jolloin myyntialttius pienenee. Tutkimuksen mukaan kielteinen suhtautuminen metsätöiden koneellistamiseen liittyy varsinkin alle 30 ha:n tiloilla pieneen myyntialttiuteen.

Järveläisen tutkimus (1974) "Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen" on myös kyselytutkimus. Aineiston perusjoukon muodostavat koko Suomen yksityistilat vuonna 1971 (poislukien Ahvenanmaa), joissa metsäpinta-ala oli vähintään 5 hehtaaria. Tutkimus tarkastelee ristiintaulukointien avulla yksityismetsänomistajaa puun myyjänä ja kasvattajana ja kartoittaa yksityismetsätalouden taustaedellytyksiä, tilan tuotantosuunnan ja metsänhoidollisen toiminnan tavoitteiden välisiä yhteyksiä ja metsätalouden edistämistoiminnan vaikutuksia. Tulosten mukaan sellaisia metsälöitä, joissa hakkuumahdollisuudet on käytetty täysimääräisesti hyväksi, on koko maassa noin 29 prosenttia kaikista metsälöistä. Merkilläpantavaa on, että tällaisia metsälöitä on metsätilanomistajista noin 36 prosentilla ja maanviljelijöistä noin 27 prosentilla. Joka vuosi puuta myyneitä metsänomistajia on noin 17 prosenttia ja vähintään joka kolmas vuosi puuta myyviä noin 46 prosenttia. Myyntimääriä ei tarkastella.

Seppälä (1974) käsittelee yksityismetsänomistuksen rakennetta ja yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytymistä Suomen itäosissa. Hän toteaa metsätilanomistajien myyvän puuta hakkuumahdollisuuksiinsa nähden maatilametsänomistajia säästeliäämmin. Tämän perusteella hän toteaa puun tarjonnan tulevaisuudessa pienenevän, jos oletetaan, että ainoa puun tarjontaan vaikuttava muuttuva tekijä on metsänomistusrakenne.

Tutkimuksessaan "Hakkuukäyttäytyminen yksityismetsälöillä" Järveläinen (1981) tarkastelee myynnin yleisyyttä ja "ti-

heyttä" sekä tila- ja metsähehtaarikohtaisia myyntimääriä. Aineistona on Metsäntutkimuslaitoksessa kerätty hakkuupoistumatutkimuksen aineisto, joka kerättiin maan eteläosasta hakkuuvuonna 1974/75 ja pohjoisosasta vuonna 1975/76. Tätä aineistoa käytetään myös tässä tutkimuksessa. Järveläisen tutkimus on ongelmanasettelultaan pitkälti samanlainen kuin hänen em. tutkimuksensa vuodelta 1974, mutta se poikkeaa siitä menetelmällisesti. Työssä sovelletaan ristiintaulukointien ohella ns. MCA-analyysia (Multiple Classification Analysis), joka on asiallisesti ottaen sama menetelmä kuin tavallinen lineaarinen regressiomalli, jossa kaikki selittävät muuttujat ovat dummy-muuttujilla mallitettuja (alunperin joko kvalitatiivisia tai kvantitatiivisia) luokiteltuja muuttujia. Erona kuvattuun regressiomalliin nähden on se, että MCA-analyysissa kunkin selittävän tekijän eri luokien kertoimet eivät kuvaa dummy-muuttujilla mallitetun regressiomallin tapaan poikkeavuutta 0-tapaukseksi valitusta luokasta, vaan koko aineiston keskiarvosta.

Järveläinen soveltaa MCA-analyysia neljään eri malliin. Myynnin yleisyyttä kuvaavassa mallissa selitettävä muuttuja on 0-1 eli dummy-muuttuja niin, että 1=myynyt hallinta-aikanaan ja 0=ei ole myynyt. Myyntitiheysmallissa selitetään metsänomistajien arviota keskimääräisestä myyntivälistään (vuosina). Myyntimäärämalleissa selitetään tutkimusvuonna myyneiden tila- ja metsähehtaarikohtaisia myynnin kiintokuutiomääriä. Huomattakoon, että Järveläisen myynnin yleisyyttä selittävä malli poikkeaa tämän tutkimuksen todennäköisyysmallista paitsi muodoltaan (MCA vs. logit ja logistinen regressiomalli) myös selitettävältä muuttujaltaan (myynyt hallinta-aikanaan vs. tutkimusvuonna).

Tutkimustiloilla on myyntihakkuita tutkimusvuosina ollut 39 prosentilla omistajien lukumäärästä mitaten ja 49 prosentilla metsämaan pinta-alasta mitaten. Tutkimuksen mukaan noin kolmasosa yksityisistä metsänomistajista myy oman arviomansa mukaan puuta säännöllisesti joka tai joka toinen vuosi (s. 13). Tilan tuotantosuunnan todetaan vaikuttavan siten,

että puun myynnit ovat usein toistuvia tasapuolisesti maa- ja metsätaloutta harjoittavilla tiloilla ja harvoin toistuvia virkistykseen ja muihin ei tuotannolliseen toimintaan tarkoitetuilla tiloilla. Myyntimäärät sen sijaan olivat selvästi keskimääräistä suurempia pääasiallisesti metsätaloutta harjoittavilla tiloilla. MCA-analyysin tulosten mukaan metsänomistajien puunmyyntikäyttäytyminen on erityisesti riippuvainen:

- metsälön alueellisesta sijainnista (suuralueittain)¹
(kaikki viitteet on koottu viimeisen luvun jälkeen)
- metsälön koosta
- metsänomistajan hallinta-ajan pituudesta.

Muita puunmyyntikäyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat em. tilan tuotantosuunta, omistajan ammatti ja sukupuoli sekä metsätalouden edistämistoiminta.

Järveläisen viimeisimpien hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttöä koskevien tutkimusten ennakkotiedot (jotka perustuvat toistaiseksi pääasiassa ristiintaulukointeihin) tukevat pääosin edellisen raportin (1981) tuloksia. Merkillepantavaa näissä ennakkotiedoissa (Järveläinen 1983a ja b) on, että Itä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakuntien alueilla myyntihakkuumäärä viiden vuoden tutkimusperiodina (vuosien 1976-1981 välillä) oli metsätilanomistajilla selvästi suurempi ($3.3 \text{ k-m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$) kuin maanviljelijöillä ($2.6 \text{ k-m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$) (1983a s. 36). Miellenkiintoinen tulos on myös se, että metsätilanomistajien myyntihakkuumäärät näyttävät olevan maanviljelijöiden myyntihakkuuta suhdanneherkempiä (Järveläinen 1983a, s. 37). Lisäksi hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö näyttää metsätilanomistajilla olevan voimaperäisempää kuin maanviljelijöillä (s. 43). Tuloksissa on kuitenkin selvästi alueellista vaihtelua, sillä Satakunnan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnissa ero hakkuumahdollisuuksien hyväksikäytössä metsänomistajaryhmien välillä oli vähäinen ja Satakunnan piirimetsälautakunnan alueella päinvastainen. Myöskään suh-

dannevaiheeseen kytkeytyviä eroja ei maanviljelijöiden ja metsätilanomistajien puunmyyntikäyttäytymisessä kahdessa viimeksi mainitussa piirimetsälautakunnassa ollut. (Järveläinen 1983b, s.13).

Muista yksityismetsänomistajien puunmyyntikäyttäytymistä Suomessa käsittelevistä tai sivuavista tutkimuksista mainitakoon Vesikallion (1981) "Metsäteollisuusyritysten puunhankinta muuttuvassa yhteiskunnassa" sekä Seppälän ym. (1980) "Suomen metsäsektori tienhaarassa". Näistä edellinen tarkastelee (luvussa 2.3) puunmyyntihalukkuuden vähenemisen syitä lähinnä Riihisen tutkimukseen perustuen (Riihinen 1981). Kyseinen tutkimus kerää olemassaolevat tutkimustulokset ja valottaa eräitä vähemmälle huomiolle jääneitä tekijöitä tarkemmin. Mm. maatalouden lainanoton kasvun 1970-luvulla katsotaan aiheuttavan sen, että metsistä saatavan maatalouden investointirahoituksen tarve on laskenut. Myös metsien pinta-alaverotus suosii Riihisen mukaan puuston säilyttämistä (ks. myös Riihinen 1982).

Tutkimus "Suomen metsäsektori tienhaarassa" puolestaan tarkastelee koko metsätalouden ja teollisuuden pitkän aikavälin kehitysnäkymiä numeerisen simulointimallin avulla. Tutkimuksen puun tarjontaa käsittelevässä osassa korostuvat yleisen tulotason nousun ja metsänomistuksen rakennemuutoksen puun tarjontaa pienentävät vaikutukset. (Seppälä ym. 1980 ss. 12-13 ja 40-42)

Ekonometrisista spesifikaatioista logitmallia, jota nyt käsillä olevassa tutkimuksessa tullaan käyttämään, ovat aiemmin raakapuun tarjonnan tarkastelussa käyttäneet mm. Binkley (1981) ja Knapp (1981). Binkley tarkastelee metsänomistuksen rakennetta ja siinä tapahtuneita muutoksia ja yksityismetsänomistajien metsätaloudellista käyttäytymistä New Hampshiressa, U S A :ssa. Tutkimuksessa johdetaan hyötyä maksimoivan metsänomistajan implisiittinen puuntarjontafunktio. Metsänomistajan hyötyfunktio sisältää tuotteiden ja palvelusten sekä metsäomaisuuden tuottamien ai-

neettomien hyödykkeiden kulutuksen. Metsän aineettomien hyödykkeiden oletetaan riippuvan suoraan metsäpinta-alasta ja kääntäen hakkuiden volyyymista. Budjettirajoitus sisältää nettokantorahatulot sekä eksogeenisen metsäomaisuudesta riippumattoman tulokomponentin. Tutkimuksen teoreettisessa mallissa metsänomistajan päätösmuuttuja on tarjottu puun määrä.

Kun myyntimäärät sisältävää havaintoaineistoa ei Binkleyllä ole käytettävissä, ko. mallia käytetään väljemmin puunmyyntialttiuden empiirisessä analyysissä. Tällöin implisiittisen tarjontafunktion muuttujia käytetään työn empiirisessä osassa estimoidun logit-tarjontamallin selittävinä muuttujina. Selitettävänä muuttujana on dikotomia: onko metsänomistaja myynyt puuta vuoden aikana vai ei. Riippumattomina muuttujina mallissa ovat myynnistä saatavaa hyötyä mittaava kantohinta ja metsänomistajan ominaisuuksia kuvaavat metsänomistajaryhmä, metsien pinta-ala sekä eksogeeninen tulomuuttuja. Myyntejä koskevat tiedot ovat kultakin 232 metsänomistajalta vuosilta 1947-1973. Aineistosta laaditaan periaatteessa kolme erilaista mallityyppiä. Ensimmäisessä selitettävä muuttuja on dikotomia: onko myynyt vuonna 1973 vai ei. Tässä mallissa hintavariaatio aiheutuu vain alueiden välisistä eroista. Toinen malli olettaa, että vain yksi puunkorjuu voi tapahtua vv. 1947-1973. Tässä mallissa kunkin vuoden havaintoja pidetään erillisinä havaintoina, jolloin hintavaihtelua syntyy myös suhdanne ym. syistä. Puunkorjuuvuoden jälkeiset vuodet on tässä "yhden myyntikerran mallissa" eliminoitu metsänomistajakohtaisesti. Kolmannessa mallityypissä oletetaan, että puuta voidaan myydä vuosittain. Tässä mallissa selitettävä muuttuja saa arvon 1 viimeisenä puunkorjuuvuonna ja 0 sen jälkeisinä vuosina. Viimeistä puunkorjuuvuotta edeltävät vuodet on metsänomistajakohtaisesti eliminoitu aineistosta.

Todennäköisyys hakkuisiin todetaan suuremmaksi maatilametsänomistajilla kuin metsätilanomistajilla. Metsäalan pieneneminen ja muiden tulojen kasvu vähentävät hakkuun todennäköi-

syyttä, kun taas korkeat kantohinnat kasvattavat sitä. Tulosten mukaan metsätilanomistajien myyntitodennäköisyys riippui selvästi vähemmän kantohintatasosta kuin maatilametsänomistajien. Käytetyt kantohinnat eivät kuitenkaan olleet myyntikohtaisia vaan kunkin alueen keskimääräisiä hintoja, joten saatuihin tuloksiin on tältä osin syytä suhtautua varauksella. Muutoin saadut empiiriset tulokset vastasivat sekä intuitiivisia että työn teoreettisen osan antamia odotuksia.

Myös Knapp käyttää logitmallia tutkimuksessaan puun tarjonasta yksityismetsistä (Knapp 1981, luku VII). Knapp laajentaa Binkleyn staattista teoreettista viitekehystä tarkastelemalla edustavan metsänomistajan käyttäytymistä sekä pitkän aikavälin tasapainossa että lyhyen aikavälin epätasapainossa. Päinvastoin kuin Binkley, Knapp olettaa, että myös metsän tuottamalla muilla hyödykkeillä kuin puulla on markkinat. Työssä todetaan kuitenkin, että tämä oletus ei mallin toiminnan kannalta ole välttämätön. Jos näet maata voidaan ostaa ja myydä kilpailevilla markkinoilla näkyvä metsän aineettomien hyödykkeiden vaikutus maan hinnoissa.

Tutkimuksen teoreettisessa osassa johdetaan ns. "selviytymis" (survival) funktio. Tämä funktio kuvaa hakkuiden ja metsikön iän sekä puun ja metsän muiden tuotteiden hintojen välistä riippuvuutta. "Selviytymisfunktioista" johdetaan ns. riskifunktio (hazard function). Tämä kuvaa hakkuun todennäköisyyden riippuvuutta puuston iästä, kantohinnoista ja metsän aineettomien tuotteiden hinnoista. Hakkuun todennäköisyys on iän ja puun hinnan kasvava funktio ja metsän aineettomien hyödykkeiden hinnan laskeva funktio. Estimoinneissa käytetään ikäluokan kuvaajana puuston pinta-alayksikköä kohti lasketun volyymin logaritmia ja metsän muiden tuotteiden hinnan kuvaajana maan hintoja ko. alueella. Lisäksi estimoitavaan malliin otetaan mukaan alueen asukastiheyttä kuvaava muuttuja. Perusteluna on se, että paine kotitarve-ym. hakkuisiin kasvaa väestön määrän kasvaessa. Selitettävänä muuttujana on New Hampshirissa ja Vermontissa

vuosina 1956-1959 ja 1962-1965 tehtyjen metsäninventointien 1/5 eekkerin suuruiset poimituiksi tulleet otosyksiköt. Kullakin otosyksiköllä on mahdollisuus saada arvot: hakattu tai ei-hakattu. Yksiköt ryhmitellään omistajan laadun mukaan (teollinen, yksityinen ei-teollinen), ja havainto saa arvon hakattu, jos osa tai kaikki puut on poistettu.

Estimoinneissa kaikki muuttujat saavat odotusten mukaiset kertoimet, mutta Vermontin mallissa ainoastaan maan hinnan kerroin on merkitsevä. Tulokset osoittavat lisäksi, että teollisuudelle kuuluvilla otosyksiköillä todennäköisyys tulla hakatuksi oli muita yksityismetsänomistajia suurempi. Teollisuus siis näyttäisi hakkaavan puuston yksityisiä ei-teollisia omistajaryhmiä nuorempana. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että teollisuus hakkaisi puuston liian nuorena, vaan pikemminkin ilmeisesti sitä, että tutkimusalueella yksityiset ei-teolliset metsät ovat useissa tapauksissa yli-ikäisiä ja/tai vajaatuottoisia. Tämä voidaan teoreettisen mallin perusteella tulkita myös siten, että teollisuudelle metsän muut tuotteet kuin puu ovat vähemmän tärkeitä kuin muille yksityisille metsänomistajille.

3. KVALITATIIVISTEN VALINTOJEN EKONOMETRIASTA

Puuntarjontapäätöksen ensimmäistä vaihetta eli myyntipäätöstä tutkiessamme selitettävä muuttujamme tulee olemaan kaksivaihtoehtoinen (dikotominen, binäärinen) muuttuja: joko puuta on myyty tai ei ole myyty tarkasteluajanjakson kuluessa. Tässä kappaleessa tarkastellaan kolmea eri vaihtoehtoa - lineaarista, probit- ja logitmallia - joita voidaan ajatella sovellettavaksi, kun selitettävä muuttuja on tavanomaisen jatkuvan muuttujan sijasta luokkamuuttuja. Esityksessä rajoitutaan kaksiluokkaisen selitettävän (dummy) muuttujan tapaukseen, vaikka tarkasteltavat mallit soveltuvat myös useampiluokkaisten selitettävien muuttujien tapaukseen. Empiirisessä analyysissämme sovellamme logitmallia. Esittelemällä lyhyesti myös logitmallin tavanomaisimmat vaihtoehdot voimme perustella valintaamme konkreettisemmalla tavalla.² Luvun lopussa kappaleessa 3.3. esittelemme myös logitmallista johdettavan lineaarisen mallin logitmuunnoksen, jota sovellamme määrittelyllä havaintokohdattaiset myyntitodennäköisyydet (vuotta kohti) metsänomistajien ilmoittamien keskimääräisten myyntivälien käänteislukuina.

3.1. Lineaarinen todennäköisyysmalli

Oletetaan, että käytettävissä on riippumattomia havaintoja k :sta päätöksentekijästä (kotitaloudesta, metsänomistajasta tms.) eli tutkimusaineisto muodostuu havainnoista $(Y^i, X_1^i, \dots, X_m^i)$, joita on k kappaletta ($i = 1, \dots, k$). Oletetaan, että selitettävä muuttuja Y on kaksivaihtoehtoinen siten, että

$$(1) Y^i = \begin{cases} 1 & (\text{myy puuta}) \\ 0 & (\text{ei myy puuta}) \end{cases} \quad (i = 1, \dots, k),$$

kun taas selittävät X-muuttujat voivat olla joko jatkuvia tai diskreettejä muuttujia.

Yksinkertaisin vaihtoehto sen mallittamiseksi, miten selitettävä Y-muuttuja riippuu X-muuttujista on määritellä lineaarinen todennäköisyysmalli. Tämän mallin estimoitava muoto on

$$(2) \quad Y^i = b_0 + \sum b_j X_j^i + \epsilon^i$$

missä ϵ^i on riippumaton satunnaismuuttuja, jonka keskiarvo on nolla. Yhtälö (2) voidaan tulkita lineaariseksi todennäköisyysmalliksi ottamalla odotusarvo kustakin riippuvan muuttujan arvosta Y^i eli

$$(3) \quad E(Y^i) = b_0 + \sum b_j X_j^i.$$

Koska Y^i voi saada vain joko arvon 0 tai 1, niin sen todennäköisyysjakauma voidaan kuvata merkitsemällä $p^i = Tn(Y^i=1)$ ja $1-p^i = Tn(Y^i=0)$, missä Tn tarkoittaa "todennäköisyys". Tällöin

$$(4) \quad E(Y^i) = p^i \cdot 1 + (1-p^i) \cdot 0 = p^i$$

eli regressiomallin (2) antama ennuste ($E(Y^i)$ yhtälössä (3)) voidaan tulkita todennäköisyydeksi, että päätöksentekijä valitsee vaihtoehdon $Y^i=1$, kun päätöksentekijää tai hänen valintavaihtoehtojaan kuvaavien selittäjien arvot ovat X_1^i, \dots, X_k^i .

Mallin (2) virhetermin todennäköisyysjakauma saadaan esille sijoittamalla ensin $Y^i=1$ ja sitten $Y^i=0$ yhtälöön (2) ja ratkaisemalla vastaavat ϵ^i :n arvot. Virhetermin ϵ^i jakauma ilmenee asetelmasta 1.

Asetelma 1. Virhetermin ϵ^i todennäköisyysjakauma

	ϵ^i	todennäköisyys
$Y^i=1$	$1 - b_0 - \sum b_j X_j^i$	P^i
$Y^i=0$	$- b_0 - \sum b_j X_j^i$	$1-P^i$

Näin ollen, kun selittäjät X_1^i, \dots, X_k^i oletetaan kiinteiksi (ei-stokastisiksi) niin ϵ^i :n todennäköisyysjakauma on sama kuin Y^i :n todennäköisyysjakauma. Virhetermin ϵ^i varianssiksi saadaan

$$\begin{aligned} \text{var}(\epsilon^i) &= E(\epsilon^i - \bar{\epsilon})^2 = E((\epsilon^i)^2) \\ &= (1 - b_0 - \sum b_j X_j^i)^2 P^i + (-b_0 - \sum b_j X_j^i)^2 (1 - P^i) \\ &= (1 - E(Y^i))^2 P^i + (-E(Y^i))^2 (1 - P^i) \\ &= (1 - P^i)^2 P^i + (P^i)^2 (1 - P^i) \\ &= P^i (1 - P^i) \end{aligned}$$

Näin ollen virhetermin varianssi ei ole vakio, paitsi siinä sinänsä mielenkiinnottomassa tapauksessa, jossa kaikki P^i :t ovat samoja ($i=1, \dots, k$). Näin ollen lineaarista todennäköisyysmallia sovellettaessa törmätään heteroskedastisuusongelmaan. Toinen ongelma aiheutuu siitä, että kun virhetermi ei ole normaalisti jakautunut, niin ei voida soveltaa tavanomaisia klassisia tilastollisia testejä parametriestimaattien arvioinnissa. Kolmantena ongelmana todettakoon, että mikään ei takaa, että mallin antamat todennäköisyysennusteet rajoittuvat todennäköisyyskäsitteen kannalta relevantille $[0, 1]$ välille.

Haluttaessa pitäytyä yksinkertaisissa estimointimenetelmissä edellä mainittu heteroskedastisuusongelma voidaan huomioida soveltamalla painotettua pienimmän neliösumman menetelmää,

jossa painoina ovat kunkin Y^i :n varianssit. Toisaalta monimutkaisempia menetelmiä hyväksikäyttäen on mahdollista huomioida se, että lineaarisuus pätee vain selitettävän muuttujan välillä $[0,1]$. Kaiken kaikkiaan pyrittäessä pysyttämään lineaarisessa todennäköisyysmallissa "korjaamalla" siinä esiintyviä ongelmia, törmätään uusiin ongelmiin. Toisaalta useimmissa tapauksissa on a priori epätodennäköistä, että selittävien tekijöiden vaikutus vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyyteen olisi yleensäkin lineaarinen. Pikemminkin useissa tapauksissa on olemassa alue, jolla alttius siirtyä vaihtoehdosta 0 vaihtoehtoon 1 kasvaa voimakkaasti selittävien tekijöiden muutoksen myötä oltaessa lähellä jotain kynnyksarvoa, kun taas sen ulkopuolella ko. selittäjien muutoksilla on pienempi vaikutus siirtymisalttiuteen. Tämän jälkeen riittää todeta, että ratkaisevin syy lineaarisesta todennäköisyysmallista luopumiseen on se, että sillä on parempia sovelluskelpoisia vaihtoehtoja, joita ryhdytään tarkastelemaan seuraavaksi. Mainittakoon vielä, että myös aiemmin esille tullut MCA-analyysi (s. 12) on käytännössä normaali lineaarinen regressiomalli. Näin ollen todennäköisyyksien mallittamista ajatellen lineaariseen regressiomalliin liittyvät ongelmat koskevat myös tätä mallityyppiä.

3.2. Kahden vaihtoehdon probit- ja logitmallit

Viitaten edellä esitettyihin lineaariseen malliin liittyviin vaikeuksiin haluttava mallityyppi olisi sellainen, joka sallisi epälineaarisen reagointialttiuden (alttiuden vaihtaa valinta (Y^i) 0:sta 1:een) selittävien muuttujien yhdessä määrittelemän "ärsytyksen" (tai stimuluksen) kasvaessa. Toisaalta mallin pitäisi kuitenkin tuottaa $[0,1]$ välille sijoittuvia todennäköisyyssennusteita. Näin ollen tavoiteltu spesifikaatio transformoisi selittävien X_j -muuttujien arvot, jotka voivat saada mitä reaaliarvoja tahansa $(-\infty, +\infty)$ välillä, $[0,1]$ välille sijoittuviksi todennäköisyyssennusteiksi. Lopuksi, useimmissa tilanteissa on luontevaa vaatia, että vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyys P on kunkin

selittäjän X_j monotoninen (joko kasvava tai vähenevä funktio).³

Seuraavassa esitettävien mallien ymmärtämisen ja tulkinnan kannalta on tarkoituksenmukaista ajatella seuraavasti.⁴ Kahden vaihtoehdon ($Y^i = 0$ tai 1) tapauksessa kullakin päätöksentekijällä i ($i = 1, \dots, k$) on olemassa eri tekijöistä X_1^i, \dots, X_j^i riippuva ärsytystaso Z^i siten, että ärsytystason kasvaessa alttius valita vaihtoehto $Y^i = 1$ vaihtoehdon $Y^i = 0$ sijasta kasvaa. Muuttujat X_1, \dots, X_m voivat olla joko jompaan kumpaan vaihtoehtoon liittyviä tai molempien vaihtoehtojen kannalta relevantteja vaihtoehtokohtaisia muuttujia tai valitsijan ominaisuuksia kuvaavia muuttujia.⁵

Ärsytysindeksin Z^i lisäksi kullakin päätöksentekijällä on ärsytysindeksin kynnyisarvo \bar{Z}^i siten, että

$$(5) \quad \text{Jos} \quad \begin{cases} Z^i \geq \bar{Z}^i & \text{vaihtoehto } Y^i = 1 \text{ tulee valituksi} \\ Z^i < \bar{Z}^i & \text{vaihtoehto } Y^i = 0 \text{ tulee valituksi.} \end{cases}$$

Myöhempiä tulkintoja varten on tarkoituksenmukaista määritellä muuttuja T^i ärsytysindeksin ja ärsytyskynnyksen erotuksena eli

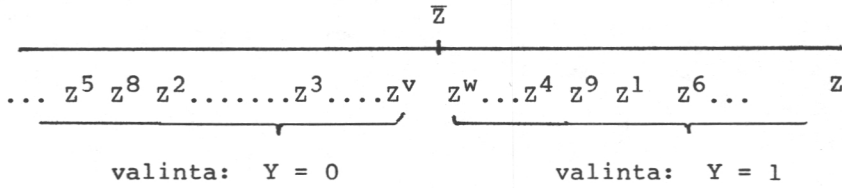
$$(6) \quad T^i = Z^i - \bar{Z}^i .$$

Muuttujan T^i avulla epäyhtälöiden (5) sisältö voidaan ilmaista seuraavasti

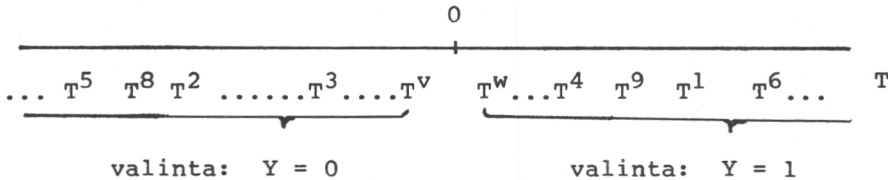
$$(7) \quad \text{Jos} \quad \begin{cases} T^i \geq 0 & \text{vaihtoehto } Y^i = 1 \text{ tulee valituksi} \\ T^i < 0 & \text{vaihtoehto } Y^i = 0 \text{ tulee valituksi.} \end{cases}$$

Tähänastisen asetelman havainnollistamiseksi oletetaan, että kaikilla tutkimusaineiston päätöksentekijöillä ($i = 1, \dots, k$) on täsmälleen samat preferenssit ja ne (niiden funktiomuoto) tunnetaan. Tällöin ärsytysindeksin riippuvuus selittäjistä

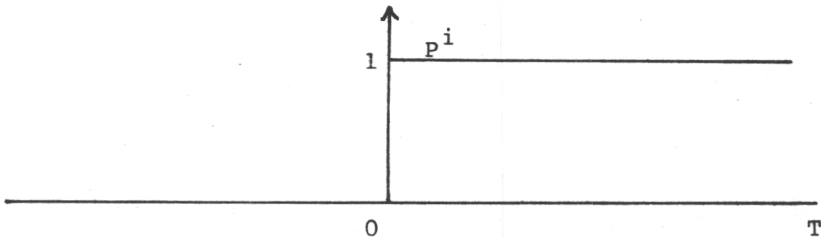
X_1, \dots, X_m tunnetaan. Jos tämän lisäksi käytettävissä olisi tiedot paitsi päätöksentekijöiden valinnoista (Y^i) myös niihin vaikuttavista tekijöistä (X_1^i, \dots, X_m^i) ilman mittausvirheitä, niin ärsytysindeksin arvot Z^i voitaisiin laskea kullekin päätöksentekijälle i ($i = 1, \dots, k$). Toteutuneen valinnan ja Z^i arvojen perusteella voitaisiin havainnot järjestää seuraavan kaavion mukaisesti, missä \bar{Z} on kaikille yhteisen ärsytyskynnyksen arvo.



Sama asetelma voidaan luonnollisesti laatia kullekin havainnolle laskettujen T^i :n arvojen avulla seuraavan kaavion mukaisesti, missä T :n arvo nolla toimii valintojen vedenjaka-jana.



Tutkimusaineiston homogeenisuuteen ja täydelliseen informaatioon perustuvassa esimerkkitapauksessamme vaihtoehdon $Y^i = 1$ valintatodennäköisyys P^i hyppää T^i :n kasvaessa $T = 0$ kohdalla nolasta yhteen kuvion 1 esittämällä tavalla.



Kuvio 1: P^i muuttujan T funktiona homogeenisen tutkimusaineiston ja täydellisen informaation tapauksessa.

Käytännössä tutkimusaineiston päätöksentekijöiden valinnat täydellisesti selittävien ärsytysindeksien Z^i ja ärsytyskynnyksen \bar{Z} tai muuttujan T^i määrittäminen ei ole mahdollista useistakin eri syistä. Ensinnäkin, vaikka tutkimusaineiston päätöksentekijät valittaisiinkin joidenkin ominaisuuksien perusteella, niin oletus preferenssien identtisuudesta otoksessa ei pidä täsmälleen paikkaansa. Näin ollen ärsytystason Z riippuvuus selittäjistä X_1, \dots, X_m ei ole täsmälleen sama kaikille havainnoille. Toisaalta ko. riippuvuutta ei tunneta, vaan se joudutaan määrittelemään a priori tiedon ja laskettavuusnäkökohtien perusteella. Kolmanneksi, selittäjät X_1, \dots, X_m eivät välttämättä kata kaikkia valinnan kannalta relevantteja tekijöitä.

Yllä mainituista syistä johtuen diskreettejä valintoja koskevan ekonometrisen mallin yhteydessä lähdetään siitä, että päätöksentekijäkohtaiset ärsytysindeksit Z^i ($i = 1, \dots, k$) ovat satunnaismuuttujia. Toisaalta ärsytyskynnyksen \bar{Z}^i arvot ovat stokastisia muuttujia. Tästä johtuen empiirisessä analyysissä ei voida ennustaa havainnoittain täsmällisesti toteutunutta valintaa, vaan voidaan ainoastaan estimoida tarkasteltavien vaihtoehtojen valintatodennäköisyys jostakin a priori valitusta stokastisten muuttujien jakaumaletuksista lähtien. Myöhempanä käsiteltävälle kahdelle mallille on yhteistä, että ärsytysindeksin Z^i riippuvuus selittäjistä X_1^i, \dots, X_m^i oletetaan funktiomuodoltaan lineaariseksi siten, että

$$(8) \quad Z^i = b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i + w^i \\ = z^i + w^i \quad (i = 1, \dots, k),$$

missä virhetermi w^i on satunnaismuuttuja. Ei-stokastisen komponentin z^i voi sanoa ilmaisevan keskimääräistä ärsytystasoa tutkimusaineistossa, kun selittävät tekijät saavat arvot (X_1^i, \dots, X_m^i) . Toisaalta käsiteltäville malleille on myös yhteistä, että ärsytyskynnyksen \bar{Z}^i stokastinen spesifikaatio voidaan kirjoittaa muotoon

$$(9) \quad \bar{z}^i = \bar{z} + v^i \quad (i= 1, \dots, k),$$

missä \bar{z} on keskimääräinen ärsytyskynnyksen arvo tutkimusaineistossa ja v^i satunnaiskomponentti. Yhtälön (5) määrittämä ärsytystason ja -kynnyksen erotus T^i voidaan näin ollen kirjoittaa yhtälöiden (8) ja (9) avulla seuraavasti

$$(10) \quad T^i = z^i - \bar{z} = z^i - \bar{z} + w^i - v^i \quad (i= 1, \dots, k) \\ = t^i + (w^i - v^i),$$

missä

$$(11) \quad t^i = z^i - \bar{z}.$$

Yllä määriteltyjen stokastisten spesifikaatioiden avulla vaihtoehdon $Y^i=1$ valintatodennäköisyys P^i voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$(12) \quad P^i = Tn(Y^i=1|Z=Z^i) = Tn(Z^i \geq \bar{z}^i) \\ = Tn(T^i \geq 0) \\ = Tn((z^i - \bar{z}) \leq (w^i - v^i)) \\ = Tn(t^i \leq (w^i - v^i)),$$

missä Tn tarkoittaa todennäköisyyttä.

Jos t^i :n arvot pystytään estimoimaan havaintoaineistosta, niin kutakin t^i :n arvoa vastaava valintatodennäköisyys P^i voidaan yhtälön (12) mukaan laskea, mikäli satunnaismuuttujien erotuksen $(w^i - v^i)$ kumulatiivinen todennäköisyysjakauma tunnetaan. Tekemällä eri oletuksia satunnaismuuttujien w^i ja v^i todennäköisyysjakaumista päädytään erilaisiin $(w^i - v^i)$:n jakaumiin ja niitä vastaaviin kertymäfunktioihin ja näin ollen erilaisiin todennäköisyysmalteihin.

Ennen vaihtoehtoisten mallityyppien esittelyä todettakoon vielä $t^i:n$ ($= z^i - \bar{z}$) määrittämisongelmasta, että yhtälön (8) mukaan $z^i = b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i$, kun taas \bar{z} on kaikille havainnoille yhteinen, mutta tuntematon vakio. Lisäämällä estimoitaviin parametreihin $\bar{z}:n$ (tai $-\bar{z}$) sisältävä vakiotermi b_0 voidaan $t^i:n$ lauseke kirjoittaa

$$(13) \quad t^i = b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i \quad (i = 1, \dots, k).$$

Näin ollen yhtälö (12) voidaan esittää muodossa

$$(14) \quad P^i = Tn \left[b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i \leq (w^i - v^i) \right] = G(t^i),$$

missä b_0, b_1, \dots, b_m ovat estimoitavia parametrejä ja funktio G on $(w^i - v^i):n$ kumulatiivinen todennäköisyysfunktio.

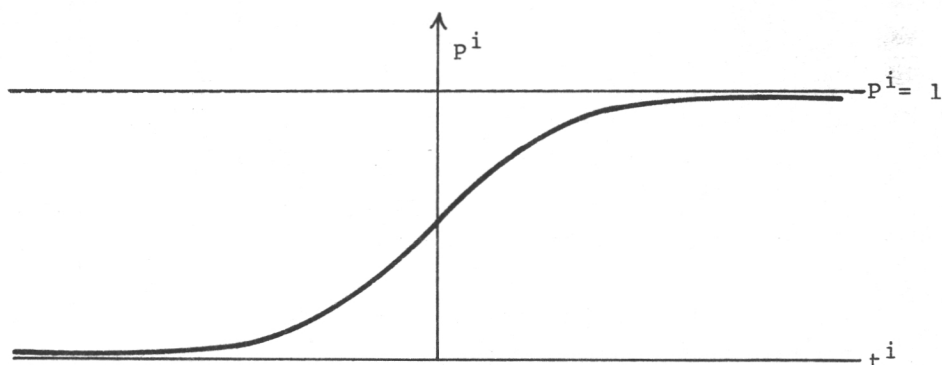
Probitmalli

Olettaen satunnaismuuttujat w^i ja v^i riippumattomiksi ja identtisesti keskiarvolla nolla normaalisti jakautuneiksi on myös erotus $(w^i - v^i)$ normaalisti jakautunut satunnaismuuttuja. Olettaen tämän tapauksen mukaisesti yhtälön (14) G -funktio standardoiduksi kumulatiiviseksi normaalijakaumaksi, saadaan vaihtoehdon $Y^i = 1$ valintatodennäköisyyden lausekkeeksi

$$(15) \quad P^i = G(t^i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t^i} \left[\exp(-s^2/2) \right] ds \\ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i} \exp(-s^2/2) ds$$

missä b_0, \dots, b_m ovat estimoitavia parametrejä. Yhtälöstä (11) seuraa, että mitatun ärsytystason ja keskimääräisen ärsytyskynnyksen erotuksen t^i ($= z^i - \bar{z} = b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i$) kasvaessa vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyys P^i kasvaa ja P^{i-1} , kun $t^i \rightarrow \infty$. Vastaa-

vasti $P^i \rightarrow 0$, kun $t^i \rightarrow -\infty$. Todennäköisyys P^i kuvautuu t^i :n funktiona kuvion 2 kaltaiseksi sigmoidiksi (vino S).



Kuvio 2: Sigmoidin muotoinen kumulatiivinen todennäköisyysfunktio

Ryhtymättä probitmallin yksityiskohtaisempaan esittelyyn todetaan tässä vain, että sillä on vaihtoehtoihinsa nähden kilpailukykyisiä ominaisuuksia erityisesti useamman kuin kahden vaihtoehdon valinnan valintatodennäköisyyksien mallittamisessa. Vaikka kahden vaihtoehdon probitmallien maximum likelihood estimointia varten on olemassa useitakin standardiohjelmia⁶, niin probitilla operointia vaikeuttaa se, että valintatodennäköisyyden P^i lauseketta ei voi ilmaista suljetussa muodossa (ks. yhtälö (15)), joten esimerkiksi todennäköisyysennusteiden laskeminen on hieman hankalaa. Samaan ongelmaan törmätään, jos halutaan laskea selittäjän X_j ($j = 1, \dots, m$) muutoksen vaikutusta valintatodennäköisyyteen P (eli $\partial P / \partial X_j$) tai P :n joustoa X_j :n suhteen. Nämä ongelmat helpottuvat huomattavasti sovellettaessa probitin sijasta logitmallia, joka kahden vaihtoehdon tapauksessa tuottaa erittäin lähellä probitmallia olevia tuloksia. Ainoastaan silloin, kun selitettävän dummy-muuttujan keskiarvo on joko lähellä nollaa tai ykköstä eli vaihtoehto $Y^i = 1$ ($i = 1, \dots, k$) on joko erittäin harvinainen tai erittäin yleinen tutkimusaineistossa probit- ja logitmalleilla on huomionarvoisempaa eroa. Tämä johtuu siitä, että normaali-jakauma ja logistinen jakauma poikkeavat toisistaan enemmän

"hännissä" kuin keskiarvojen läheisyydessä.

Logitmalli

Probitmallin tapaan myös logitissa oletetaan muuttujan T^i deterministinen tai edustavaa kuluttajaa vastaava (kun ominaisuudet X_1^i, \dots, X_m^i ovat annetut) osa t^i lineaarisiksi yhtälön (13) osoittamalla tavalla.

Logitmalliin päädytään, kun normaalijakaumaoletuksen sijasta satunnaiskomponentit w^i ja v^i oletetaan riippumattomiksi ja identtisesti Weibull jakautuneiksi.

Yleisemmin ilmaistuna satunnaismuuttuja n_i on Weibull jakautunut, kun

$$(16) \quad Tn(n_i \leq n) = \exp(-e^{-(n+\alpha)}) ,$$

missä α on jakauman parametri. Vastaava todennäköisyysfunktio on

$$(17) \quad f(n) = \exp(-(n+\alpha)) \exp(-e^{-(n+\alpha)}) .$$

Parametri α määrittelee Weibull jakauman moodin. Yleisesti ottaen tämä jakauma on muodoltaan normaalijakauman kaltainen, mutta vino niin, että sen vasen häntä on ohuempi ja oikea paksumpi kuin normaalijakaumassa. Parametrin α muutokset muuttavat jakauman moodia ja keskiarvoa, mutteivät sen muotoa muuten.

Varsinaiseen kysymyksenasetteluun takaisin palaten otetaan lisäksi esille vain yksi Weibull jakautuneisiin satunnaismuuttujiin liittyvä ominaisuus. Nimittäin, kun w^i ja v^i ovat Weibull jakautuneita, niin niiden erotus on satunnaismuuttuja, jonka kumulatiivinen todennäköisyysjakauma on muodoltaan logistinen jakauma. Oletettaessa w^i ja v^i riippu-

mattomiksi ja identtisesti Weibull jakautuneiksi satunnaismuuttujiksi vaihtoehdon $Y^i = 1$ valintatodennäköisyys voidaan kirjoittaa muodossa

$$(18) \quad P^i = G(t^i) = 1 / (1 + \exp(-t^i)) \\ = 1 / (1 + \exp(-(b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i))) ,$$

missä b_0, \dots, b_m ovat estimoitavia parametrejä. Kaavan (18) yksityiskohtaisempi johtaminen esitetään liitteessä 1.

Yhtälöstä (18) seuraa, että mitatun ärsytystason ja keskimääräisen ärsytyskynnyksen erotuksen t^i ($= z^i - \bar{z} = b_0 + b_1 X_1^i + \dots + b_m X_m^i$) kasvaessa vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyys P^i kasvaa ja $P^i \rightarrow 1$, kun $t^i \rightarrow \infty$. Vastavasti $P^i \rightarrow 0$, kun $t^i \rightarrow -\infty$. Näin ollen logitmallin kumulatiivinen todennäköisyysfunktio on probitmallin tapaan kuvion 2 kaltainen sigmoidi.⁷

Kun käytettävissä on tiedot tutkimusaineiston päätöksentekijöiden toteutuneista valinnoista ($Y^i = 1$ tai $Y^i = 0$) ja riippumattomien muuttujien arvoista (X_j^i ; $i = 1, \dots, k$; $j = 1, \dots, m$) yhtälön (18) parametrit b_0, \dots, b_m voidaan estimoida suurimman uskottavuuden (maximum likelihood) menetelmällä. Estimointia varten on Suomessakin käytettävissä nykyään useampiakin ohjelmapakkauksia.

Mallin kertoimien tulkinta

Estimoidun logitmallin parametrit b_0, \dots, b_m eivät suoraan anna kuvaa riippumattomien muuttujien vaihtelun kvantitatiivisesta merkityksestä vaihtoehdon $Y^i = 1$ valintatodennäköisyydelle. Estimoitujen parametrien etumerkin perusteella voi kuitenkin määritellä kunkin muuttujan vaikutussuunnan. Yhtälöön (18) viitaten, jos estimoitu parametri b_j ($j = 1, \dots, m$) on positiivinen, niin P^i kasvaa muuttujan X_j

arvon kasvaessa (ja päinvastoin). Epälineaarisen funktiona logitmallin tapauksessa riippumattoman muuttujan marginaalisen muutoksen vaikutus valintatodennäköisyyteen P^i riippuu muiden muuttujien tasosta ja näin ollen P^i :n lähtötasosta ennen ko. muutosta. Tämä käy ilmeiseksi, kun lasketaan P^i :n osittaisderivaatta muuttujan X_j^i suhteen kaavasta (18), jolloin saadaan

$$(19) \quad \frac{\partial P^i}{\partial X_j^i} = b_j P^i (1 - P^i).$$

Derivoimalla (19) P^i :n suhteen saadaan

$$(20) \quad \frac{\partial (P^i)^2}{\partial X_j^i \partial P^i} = b_j (1 - 2P^i),$$

mistä seuraa, että minkä tahansa riippumattoman muuttujan X_j marginaalisen muutoksen vaikutus valintatodennäköisyyteen P^i on suurimmillaan, kun lähtökohtana on todennäköisyystaso $P^i = 1/2$.

Riippumattomien muuttujien marginaalisten vaikutusten ohella saatetaan haluta laskea niiden joustoja valintatodennäköisyyden P^i suhteen. Jouston kaavaa soveltaen P^i :n joustoksi X_j^i :n suhteen saadaan yhtälöstä (18) laskien

$$(21) \quad \frac{\frac{\partial P^i}{\partial X_j^i} \cdot X_j^i}{P^i} = b_j X_j^i (1 - P^i).$$

Yhtälön (21) mukaan ko. jousto riippuu sekä todennäköisyyden lähtötasosta eli P^i :sta että tarkasteltavan selittäjän X_j^i tasosta parametrin b_j lisäksi.

Koska yhtälöiden (20) ja (21) määrittelemät marginaalivaikutukset ja joustot eivät ole vakioita, tavallinen menettely on raportoida niiden arvot arvioituina kaikkien muuttujien keskiarvojen kohdalla. Tällainen menettely on tarkoituksenmukainen erityisesti, mikäli selittävät muuttujat ovat jatkuvia.

Usein diskreettejä valintoja selittävät muuttujat ovat jatkuvien muuttujien sijasta diskreettejä tai luokkamuuttujia nekin. Varsinkin silloin, jos selittäjiä ja niiden luokkia ei ole kovin useita yhteensä, ei edellä ehdotettu marginaalivaikutusten ja joustojen laskeminen muuttujien keskiarvojen kohdalla ole paras tai ainakaan havainnollisin menetely. Tällaisessa tapauksessa on havainnollisempaa laskea mallin ennustamat todennäköisyydet jokaiselle tai ainakin tavallisimmille vaihtoehtoisille selittäjäkombinaatioille.

Mallin tilastollinen arviointi

Parametriestimaattien ominaisuuksia ajatellen McFadden (1973) on osoittanut, että suurimman uskottavuuden menetelmällä estimoidut parametrit ovat asympotoottisesti tehokkaita ja normaalisti jakautuneita. Näin ollen t-testisuureta voi käyttää parametriestimaattien (asymptoottisen) merkitsevyyden testauksessa.

Koko estimoidun mallin hyvyyden arviointiin ei sovellu tavallinen R^2 testisuure, koska tarkasteltava malli on epälineaarinen. Sitä vastoin, kun malli estimoidaan suurimman uskottavuuden menetelmällä, yleistettyä uskottavuusosamäärätestiä (ks. esim. Hensher ja Johnson (1981)) voi käyttää sen testaamiseksi, ovatko päätöksentekijöiden valinnat havaintoaineistossa parametriestimaattien arvoista riippumattomia.

Yleistetty uskottavuusosamäärä (L^C/L^F) saadaan laskemalla estimoidun mallin likelihood arvon (L^C) ja aineiston täydellisesti selittävän mallin likelihood arvon (L^F) suhde. Tällöin $-2 \ln(L^C/L^F)$ on approksimatiivisesti χ^2 -jakautunut M:llä vapausasteella (= estimoitavien parametrien lkm) eli

$$(22) \quad -2 \ln (L^C/L^F) \sim \chi_M^2.$$

Mikäli testisuureen arvo on suurempi kuin valitun merkitse-

vyystason mukainen χ_M^2 -arvo, niin tavanomainen nollahypoteesi voidaan hylätä eli estimoitu malli on tilastollisesti merkitsevä.

Yhtälössä (22) esitetyn testisuureen lisäksi myös muita vaihtoehtoja on tarjolla koko mallin tilastollisen hyvyyden arvioimiseksi. Yksi vaihtoehto on käyttää ns. pseudo- R^2 suuretta (p^2), joka saadaan edellä määriteltujen likelihood-arvojen avulla seuraavasti

$$(23) \quad p^2 = 1 - \ln(L^C - L^F) .$$

Koska L^F ja L^C ovat molemmat negatiivisia ja L^F itseisarvoltaan L^C :tä suurempi, niin $0 \leq p^2 \leq 1$. Mallin selityskyvyn parantuessa L^C :n itseisarvo kasvaa ja p^2 kasvaa. Vaikka p^2 :n teoreettinen yläraja onkin 1, pidetään huomattavasti pienempiä arvoja usein osoituksena mallin merkitsevyydestä. Esim. Hensherin ja Johnsonin (1981) mukaan p^2 :n arvot välillä 0.2 - 0.4 ovat jo erittäin hyvän mallin osoittimia.

Yksinkertaisin mallin hyvyyden osoitin saadaan laskemalla estimoidun mallin avulla todennäköisyyssennusteet kaikille havainnoille. Ennustetaan valinnat seuraavasti: Jos P^i :n mallilla laskettu arvo on alle 1/2 tulkitaan se valinnaksi $Y^i = 0$ ja jos ennustettu P^i on yli 1/2 tulkitaan se valinnaksi $Y^i = 1$. Näin ennustettujen valintojen perusteella voidaan laskea oikein ennustettujen valintojen %-osuus c , joksi kahden vaihtoehdon tapauksessa saadaan

$$(24) \quad c = \frac{\text{oikein ennustettujen valintojen lkm}}{\text{havaintojen lkm}} \times 100.$$

Edellä koko mallin hyvyyden testaamiseen sovellettua uskottavuusosamäärään perustuvaa testiä voidaan myös käyttää kahden samanmuotoisen (samapesäisen) mallin tilastollisen eron testaamiseen. Olkoot yhdessä mallissa M parametria ja toisessa M' parametria siten, että $M > M'$. Merkitään ko.

mallien likelihood arvoja (maksimissa) symbolein L_M^C ja $L_{M'}^C$. Testattaessa nollahypoteesia, jonka mukaan "i-somman" mallin (M - M') parametriä, jotka eivät sisälly pienempään malliin ovat nollia, voidaan käyttää testisuuretta $-2 \ln(L_{M'}^C/L_M^C)$, joka on χ^2 -jakautunut (M-M') vapausasteella eli

$$(25) \quad -2 \ln(L_{M'}^C/L_M^C) \sim \chi^2_{M-M'}$$

3.3. Logistinen lineaarinen regressiomalli

Logitmallin kaava esitettiin edellä yhtälössä (18) seuraavassa muodossa

$$(26) \quad P^i = 1/(1+\exp(-(b_0+b_1X_1^i+\dots +b_mX_m^i)))$$

Käyttäen yllä olevaa kaavaa on helposti laskettavissa, että

$$(27) \quad \ln(P^i/(1-P^i)) = -(b_0+b_1X_1^i+\dots +b_mX_m^i),$$

eli logitmalli voidaan esittää lineaarisena mallina. Lisäämällä yhtälön (27):n oikealle puolelle additiivinen virhetermi ja tekemällä siitä tavanomaiset oletukset ko. mallia voidaan estimoida pienimmän neliösumman menetelmällä edellyttäen, että havaintokohtaisista myyntitodennäköisyyksistä on havaintoja käytettävissä. Tämän tutkimuksen aineistossa on metsänomistajien oma arvio keskimääräisestä myyntivälistä (=MV) vuosina. Näin ollen myyntitodennäköisyys vuodessa voidaan laskea myyntivälin käänteislukuna eli

$$(28) \quad P^i = 1/MV^i$$

Näin saatujen myyntitodennäköisyyksien avulla voidaan joko käyttää yhtälöä (27) tai vaihtoehtoisesti voidaan sijoittaa (28) yhtälöön (27), jolloin saadaan

$$(29) \quad \ln(1/(MV^i-1)) = -(b_0+b_1X_1^i+\dots +b_mX_m^i)$$

Koska yhtälöiden (27) ja (29) oikeat puolet ovat samat kuin logitmallin kaavassa oleva $e:n$ eksponentti, niiden avulla voidaan laskea myyntitodennäköisyyksiä kaavalla (27) tai myyntivälejä todennäköisyyssennusteiden käänteislukuina (ks. (28)). Yhtälöiden (27) ja (29) soveltamiseen liittyy se ongelma, että selitettävä muuttuja ei ole määriteltävissä keskimäärin joka vuosi myyville ($MV=1$ ja $P=1$) tai niille, jotka eivät ole myyneet lainkaan hallinta-aikanaan ($MV=\infty$ ja $P=0$). Jälkimmäinen vaihtoehto voidaan olettaa irrelevantiksi, kun on kyse pitkän aikavälin keskiarvosta. Empiirisessä aineistossa lyhyen aikaa metsää omistaneet eivät voi vastata kysymykseen keskimääräisestä myyntivälistä, joten he ovat poissa aineistosta ko. mallia estimoitaessa. Keskimäärin joka vuosi puuta myyneitä metsänomistajia sisältyi myös aineistoon. Heidän kohdallaan asetettiin $P=0.999$ ($MV=1.001$) arvon $P=1$ sijasta. Periaatteessa toinen mahdollisuus em. ongelman ratkaisemiseksi olisi määritellä lyhyempi, esimerkiksi puolen vuoden aikaväli, jonka yksiköissä myyntiväli ja -todennäköisyys ilmaistaan.

4. TUTKIMUSAINEISTO JA SELITTÄVÄT MUUTTUJAT

4.1. Aineisto

Tämän tutkimuksen aineisto saatiin Metsäntutkimuslaitoksen hakkuupoistumatutkimuksesta. Kyseessä on poikkileikkausaineisto, joka on kerätty metsänomistajia henkilökohtaisesti haastatteleamalla. Haastattelut tehtiin maan eteläosassa vuonna 1975 ja pohjoisosassa vuonna 1976. Käytetty otantamenetelmä oli systemaattinen kaksivaiheinen, kaksiasteinen satunnaisotanta. Ensimmäisen asteen otosyksikköinä olivat systemaattisesti poimitut Suomen peruskartaston karttaruudut ja toisen asteen otosyksikköinä perusjoukkoon kuuluvat tilat, jotka poimittiin etukäteen määrättyssä järjestyksessä kustakin otosruudusta. Hyväksytyjä haastatteluja, jotka koskivat vähintään 5 ha metsää omistavia yksityismetsänomistajia, tehtiin kaikkiaan 2899 kappaletta. Aineiston ja otannan tarkka esittely ja käytetty haastattelulomake löytyvät Järveläisen tutkimuksista vuosilta 1978 ja 1981, eikä niitä ole tässä tarpeen toistaa. Tässä työssä estimoinneissa käytetään alkuperäisiä painottamattomia havaintoja siten, että havaintoyksikkönä (päätöksentekijänä) on metsänomistaja. Koska otokseen joutumistodennäköisyys kasvaa tilakoon myötä, suuret tilat ovat yliedustettuina otoksessa. Näin ollen otosjakaumat eivät välttämättä vastaa eri muuttujien kohdalla koko maan jakaumia.

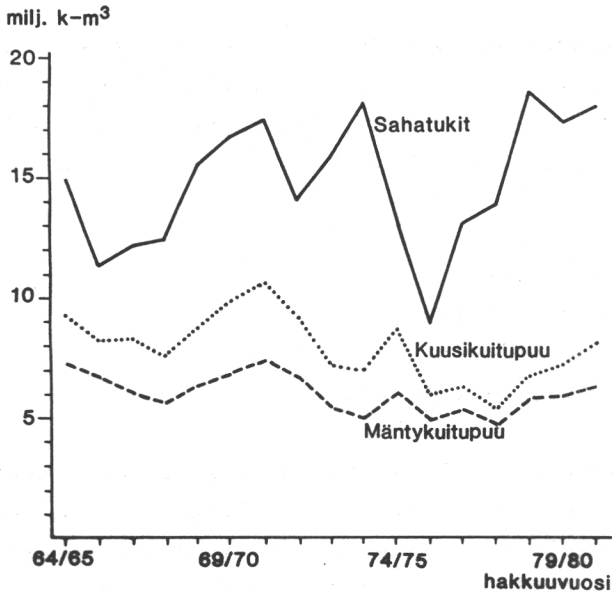
Otantamenettelyn ohella otosajankohta vaikuttaa tulosten tulkintaan. Vallitseva suhdannetilanne heijastuu raakapuumarkkinoilla sekä kauppojen lukumääriin, kauppojen volyyymiin että kantohintoihin. Metsäteollisuustuotteiden kysynnän ja tuotannon romahdusmainen lasku vuosien 1973-74 suhdannehuipun jälkeen näkyy raakapuumarkkinoilla syvimpänä lamana sitten 1950-luvun alun. Hakkuusuunnitteesta jäi vuosina 1974, 1975 ja 1976 käyttämättä vuosittain keskimäärin 25 prosenttia, mikä merkitsee noin 15 milj. $k-m^3$:n hakkuusäästöä kunakin vuonna. Näin myyntihakkuut olivat haastat-

teluvuosina ennätysmäisen alhaisella tasolla (kuva 1). Hankintavuonna 1975/76 hakattiin kaikkiaan noin 25 miljoonaa kuutiometriä, kun vastaava luku edellisenä hakkuuvuonna oli ollut 34 milj. $k-m^3$, mikä sekin on vuosikymmenen alun ja lopun ennätysmäisiä yli 40 milj. $k-m^3$:n hakkuumääriä pienempi.

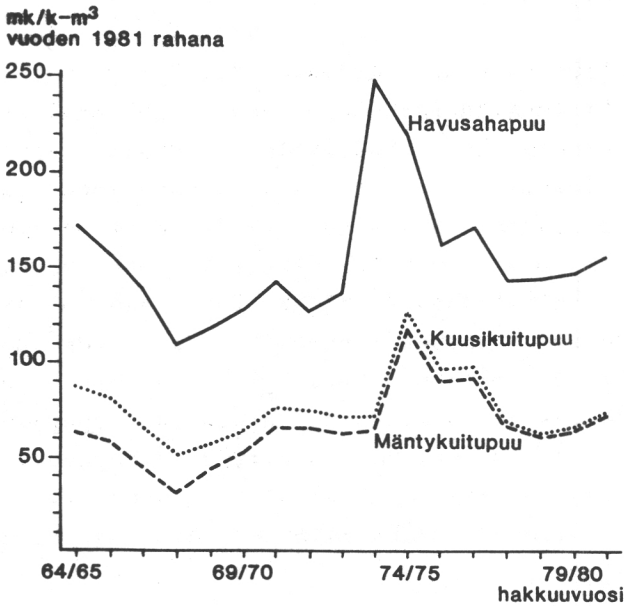
Myös reaalisissa kantohinnoissa suhdannetaantuma näkyy selvänä pudotuksena 1970-luvun puolivälin huippulukemista (kuva 1). Kuitenkin päinvastoin kuin hakkuumäärät, jotka 1976 jälkeen alkoivat nopeasti kohota on kantohinta koko 1970-luvun lopun ollut reaalisesti lievästi laskussa. Nimelliset hinnat ovat tosin jonkin verran kohonneet.

Voidaan siis todeta, että tutkimusaineiston keräysajankohta jopa normaalin suhdannekierronkin huomioon ottaen on poikkeuksellinen. Tämä saattaa heijastua sekä "myynyt" tai "ei myynyt" tutkimusvuonna perustuvien logitmallien että myyntimäärämallien tuloksiin. Suhdannetilanteesta johtuviin käyttäytymiseroihin viittaavat myös Järveläisen (1983a) tulokset. Myyntimäärien osalta suhdannetilanteen vaikutukset jäävät tässä tutkimuksessa kokonaan avoimiksi, mutta myyntitodennäköisyyksien osalta lamatilanteen valintoihin perustuvan logitmallin tuloksia voidaan verrata keskimääräisiin myyntivälitietoihin perustuvan logistisen lineaarisen mallin tuloksiin.

Markkinahakkuut hankintavuosina 1964/65-1980/81



Reaaliset kantohinnat hankintavuosina 1964/65-1980/81 (def. tukkuhintaindeksi)



Kuva 1. Markkinahakkuut ja reaaliset kantohinnat hankintavuosina 1964/65-1980/81.

4.2. Selittävät muuttujat

Tässä työssä puun tarjontaa tarkastellaan olennaisesti eri näkökulmasta kuin on laita perinteisessä empiirisessä ekonometrisessa raakapuun tarjonta-analyysissa. Puun agregoidun tarjonnan selittäjinä on käytetty esim. seuraavia muuttujia:

- kantohinta
- korkokanta
- metsien puuston määrä
- viivästetty kantohinta

Poikkileikkausaineistossa yllä mainitun kaltaisissa tekijöissä ei yleensä esiinny riittävää variaatiota. Niiden vaikutuksia ei tässäkään voida analysoida. Päämielenkiinto kohdistuukin sosioekonomisten muuttujien merkityksen tarkasteluun. Käytettävät muuttujat kuvaavat yhtäältä metsänomistajaa henkilönä, toisaalta hänen omistamaansa metsätilaa ja maatilaa (maanviljelijöillä).

Optimikiertoajan malleissa puun tarjonta määräytyy metsän nykyarvon maksimointitehtävän ratkaisuna saadun optimaalisen hakkuuajankohdan perusteella. Määritelmän mukaan näissä malleissa puuston volyyymi ja siten myös finanssisen kypsyyden saavuttavan puusadon määrä aikayksikköä kohti on annetuilla hinnoilla ja korolla vakio. Oletetaan, että metsänomistajat poikkeavat toisistaan vain hallinnassaan olevan metsäpinta-alan suhteen (taloustieteessä ns. edustavan talousyksikön käsite on paljon käytetty). Tällöin, jos kukin metsänomistaja hakkaa vuosittain finanssisen kypsyyden saavuttaneen puuston, puunmyyntitodennäköisyys aikayksikköä kohden kullekin metsänomistajalle annetuilla hinnoilla ja korolla on 1 ja kokonaisyntymäärä riippuu vain metsäpinta-alasta⁸.

Empiirisen analyysin kannalta ikuisuuteen ulottuvassa suunnitteluhorisontissa toimivat optimikiertoajan mallit ovat

kuitenkin tietyissä mielessä vailla mielenkiintoa. Ne edellyttävät systeemiltä hyvin suurta sopeutumiskykyä, eivätkä juurikaan pysty valaisemaan sitä, miten sopeutuminen tapahtuu. Jos suunnitteluhorisontti oletetaan äärelliseksi (esimerkiksi metsälö- tai metsätaloussuunnitelman normaali pituus 10-15 vuotta), muuttuu suuri osa optimikiertoajan endogeenisista muuttujista eksogeenisiksi. Näin pystytään tarkastelemaan itse sopeutumisprosessia ja eksogeenisten tekijöiden vaikutuksia.

Yksityismetsänomistajien puunmyynnin päätöksenteko-ongelman formaali esittely ei kuulu tämän työn tehtäviin. Keskeiseksi koettujen näkökohtien intuitiivinen tarkastelu kuitenkin auttaa jäljempänä esiteltävien muuttujien vaikutussuunnista tehtyjen oletusten arviointia ja tulosten tulointaa.

Oletetaan, että metsäomaisuuden tuoma hyöty yksityiselle ei-teolliselle metsänomistajalle muodostuu kantorahatulosten suomista kulutus- ja investointimahdollisuuksista ja metsän tuottamista muista aineellisista ja aineettomista hyödykkeistä. Suunnittelutilanteessa metsänomistaja päättää hakuiden volyymin ja ajankohdan siten, että metsäomaisuudesta saatava kokonaishyöty maksimoituu. Maksimointitehtävän rajoituksina ovat äärellisellä aikavälillä metsien fyysinen tuottopotentiaali ja kokonaistulojen (kantorahatulot + muut tulot) ja menojen yhtäsuuruus elinkaaren aikana (hakkuusuunniterajoitus ja budjettirajoitus)⁹. Seuraavassa esiteltävien sosioekonomisten muuttujien vaikutuksen puunmyyntikäytettyymiseen voidaan olettaa tulevan juuri niiden vaikutuksesta maksimointiongelman rajoituksiin. Esimerkiksi metsänhoitosuunnitelman teko muuttaa hyödynmaksimointiongelman hakkuusuunniterajoitetta, jos metsänomistajan subjektiivinen arvio omista hakkuumahdollisuuksista on ollut väärä. Optimikiertoajan mallin endogeeniset tekijät (esim. puuston volyyymi) muuttuvat siis eksogeenisiksi eli sellaisiksi, joihin päätöksentekijä ei voi ainakaan välittömästi vaikuttaa.

Seuraavassa tarkastellaan rinnakkain estimoinneissa käytettävien muuttujien mahdollisia vaikutuksia myyntitodennäköisyyksiin ja tilakohtaisiin myyntimääriin. Tarkasteluun liittyviä ongelmia valaissee seuraava esimerkki. Oletetaan, että käytettävissä on kaksi metsänomistajaa käsittävä totaaliaineisto, joka ei sisällä mittausvirheitä. Molempien hakkuumahdollisuudet yli ajan ovat samat. Metsänomistajien sosioekonomiset erot vaikuttavat kuitenkin siten, että toinen pitää parempana hakata vuosittain, toinen sen sijaan hakkaa metsäänsä viiden vuoden välein. Hakkuupoistuma yli ajan on kummallakin sama, mutta toisen todellinen myyntitodennäköisyys vuotta kohti on 1 toisen 0.2. Näin ollen siis myyntimäärien ja myyntitodennäköisyyksien erillinen tarkastelu ei anna poikkileikkausaineistoa käytettäessä oikeaa kuvaa hakkuumahdollisuuksien käytöstä. Mikäli edellä esitetyn esimerkin mukaisesti metsänomistajien sosioekonomiset erot vaikuttavat vain myyntiväleihin (MV) ja määriin (Q), mutteivät pitkän aikavälin kokonaistarjontaan hehtaaria kohti, niin suuri MV kompensoituu suurella Q:lla keskimääräisen vuosittaisen myyntimäärän $P \times Q = (1/MV) \times Q$ pysyessä vakiona. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, sillä eräät muuttujat, kuten esimerkiksi metsätaloudellinen koulutus saattavat lisätä hakkuumahdollisuuksia pitkällä aikavälillä. Sen vaikutus voi näin ollen olla sekä myyntiväliä pienentävä (P:tä kasvattava) että kerralla myytyjä määriä lisäävä. Toisilla tekijöillä saattaa puolestaan olla päinvastainen vaikutus.

Seuraavassa esiteltävien muuttujien valintaan on paljolti vaikuttanut käytettävissä oleva aineisto. Tästä syystä esimerkiksi puun hintoja ja metsänomistajan tulotasoa kuvaavien muuttujien puuttuminen malleista ei tarkoita sitä, ettei niillä uskottaisi olevan merkitystä puunmyyntipäätöksiin vaan johtuu ainoastaan siitä, ettei niistä ollut käytettävissä metsänomistajakohtaisia riittävää variaatiota sisältäviä havaintoja. Seuraavassa esitellään estimoinneissa käytetyt muuttujat sekä ennakkohypoteesit muuttujien vaikutuksesta puunmyyntitodennäköisyyteen ja puunmyyntimääriin.

4.2.1. Omistajan ominaisuuksia kuvaavat muuttujat

Metsänomistajan ikä ja hallinta-aika

Metsänomistajien iän keskiarvo oli perusaineistossa 52 vuotta. Jos tuloille ja kulutusmenoille oletetaan elinkaarihypoteesin mukaiset kehitysurat, ovat kulutusmenot suhteessa tuloihin suurimmillaan nuorilla metsänomistajilla. Metsänmyynnin ajoittamisella voi metsänomistaja vähentää velkaantumisen tarvetta nuorella iällä. Tästä syystä nuorilla metsänomistajilla puunmyyntitulojen tarve on suurempi kuin vanhoilla. Lainamarkkinoiden kehittyneisyys ja asenteet lainanottoa kohtaan vaikuttavat luonnollisesti riippuvuuden voimakkuuteen. Elinkaarihypoteesista seuraa myös, että tilakohtaisten hakkuumäärien ja metsänomistajan iän välinen riippuvuus oletetaan negatiiviseksi.

Hallinta-aika, joka tutkimusaineistossa vaihteli alle vuodesta 75 vuoteen vaikuttaa myyntitodennäköisyyteen ja myyntimääriin oletuksen mukaan samansuuntaisesti iän kanssa. Näiden muuttujien välillä on kuitenkin selvä ero, koska huolimatta omistajan iästä voidaan olettaa, että puunmyyntitulojen tarve äskettäin haltuunsaaduilla tiloilla on suurempi kuin tiloilla, jotka ovat olleet kauan samalla omistajalla. Tulojen tarpeeseen vaikuttavat paitsi tilan hankintakustannus, myös erilaiset perusinvestoinnit (rakennukset, koneet), joita maatiloilla joudutaan tekemään. On kuitenkin myös mahdollista, että hallinta-ajan loppupuolella toimeenpannaan voimakkaita hakkuuta (esim. ennen tilan myyntiä seuraavalle omistajalle). Näin ollen todennäköisyys hakkuusiin ja tilakohtainen myyntimäärä saattavat olla hallinta-ajan alussa ja lopussa suurimmillaan. Myös tämän muuttujan merkitykseen vaikuttaa lainarahoituksen saatavuus ja asenteet lainojen käyttöä kohtaan.

Omistaja,
Metsätalouden suunnittelu,
Omistajan metsätaloudellinen koulutus

Metsänomistajien ominaisuuksia kuvaamaan otettiin lisäksi kolme dikotomiaa. Näistä omistaja kuvaa tilan omistussuhdetta ja saa arvon yksi (1), jos metsänomistaja on yksityinen luonnollinen henkilö ja arvon nolla (0), jos omistusmuoto on jokin muu. (ks. liite 2). A priori oletettiin, että ko. muuttujan ja myyntitodennäköisyyden välinen riippuvuus on positiivinen siten, että myyntitodennäköisyys luonnollisten henkilöiden omistamilla tiloilla on suurempi. Tämä johtuu siitä, että myyntipäätösten teko näillä tiloilla on helpompaa. Luonnollisen henkilön on esimerkiksi luotonsaantirajoituksia kohdatessaan helpompi turvautua metsätuloihin kuin perikunnan jäsenen. On kuitenkin mahdollista, että säännöllisesti puuta myyvän luonnollisen henkilön tilakohtaiset myyntimäärät ovat pienempiä kuin harvoin markkinoille tulevien muiden omistajien.

Koulutus lisänee sekä puunmyyntitodennäköisyyttä että myyntimääriä ainakin pitkällä, mutta myös lyhyellä aikavälillä, mikäli metsät ovat keskimäärin alihakattuja. Alihakkuu on sikäli mahdollista että puunmyyntivelvoitteita ei ole olemassa. Sitä vastoin leimausmenettely estää osaltaan ylihakkumahdollisuuden. Koulutusmuuttuja saa estimoitavissa malleissa arvon yksi (1), jos haastateltava on saanut metsätaloudellista koulutusta, nolla (0) muussa tapauksessa.

Metsälö- tai metsätaloussuunnitelma antaa metsänomistajalle tietoa metsien tilasta ja hakkumahdollisuuksista. Suunnittelu lisänee metsänhoidon tehokkuutta lisäten hakkuupotentiaalia pidemmällä aikavälillä. Toisaalta suunnitelman teko vähentää alihakkuun mahdollisuutta. Em. koulutustekijän tavoin suunnitelman olemassaolon odotetaan lisäävän sekä myyntitodennäköisyyttä että myyntimääriä. Suunnitelmamuuttuja saa arvon (1), jos tilalla on metsänhoitosuunnitelma, nolla (0) muulloin.

4.2.2. Tilan ominaisuuksia kuvaavat muuttajat

Alue

Metsälön sijainti vaikuttaa hakkuumääriin suoraan metsien erilaisen tuoton kautta eri alueilla. Mitä suurempi vuotuinen kasvu on, sitä suuremmat ovat hakkuumahdollisuudet. Sijainnin vaikutus hakkuuiden todennäköisyyteen on sen sijaan ongelmallisempi. Varsinkin maan pohjoisosissa skaalaedut saattavat suosia suhteellisen harvoin toistuvia, mutta määrittää suuria myyntejä.

Metsälön sijainti vaikuttaa Järveläisen (1981) tulosten mukaan selvästi puunmyyntien tiheyteen. Erityisen usein toistuvia ovat myynnit maan keski- ja itäosissa olevilla yksityistiloilla. Sen sijaan maan pohjoisosissa on runsaasti metsänomistajia, jotka eivät ole myyneet puuta koko hallinta-aikanaan, ja vain joka viides oli myynyt puuta tutkimusvuonna. Muualla maassa tutkimusvuonna puuta myyneitä metsänomistajia oli 40 prosenttia.

Käytetyssä aineistossa myyntimäärät olivat suuria Pohjois-Suomessa ja erityisen pieniä Länsi-Suomessa. Myyntihakkuumäärä hehtaaria kohden sen sijaan oli erityisen suuri maan keski- ja itäosissa (missä hakkuut myös olivat usein toistuvia) ja pienin maan pohjoisosissa. Näin ollen aluemuuttuja ainakin osittain menee päällekkäin varsinkin tilakokoa kuvaavien, mutta mahdollisesti myös eräiden muiden muuttajien kanssa.

Estimoiduissa malleissa käytettiin aluemuuttujia (dummymuuttujia), joiden perusteella havainnot kuuluvat jollekin neljästä alueesta: Etelä-, Länsi-, Keski- ja Itä- tai Pohjois-Suomeen¹. Tuloksia tarkasteltaessa on syytä pitää mielessä se, että laman vaikutukset tuntuvat ehkä voimakkaammin maan pohjoisosissa. Tämä ei kuitenkaan vaikuttane regressiokertoimien etumerkkeihin, vaan ainoastaan niiden suuruuteen.

Tilan metsäala

Käytettävissä olevassa aineistossa ei ole hakkuupotentiaalia suoraan mittaavaa muuttujaa. Näin ollen käytettävissä oleva metsäalamuuttuja on hakkuupotentiaalin korvikemuuttuja. Metsäalan kasvu lisää myyntien todennäköisyyttä ja tilakoh-
taisia myyntimääriä. Suuri tilakoko merkitsee usein myös budjettirajoituksen lievenemistä joko eksogeenisen tulokom-
ponentin tai suoraan kantorahatulon kasvun ansiosta. Tästä syystä hakkuumäärä/pinta-alayksikkö pienenee suurem-
piin pinta-alaluokkiin mentäessä, joten hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö saattaa tilakoon kasvaessa jopa laskea (ks. Järveläinen 1981, s. 18). Kuitenkin on huomattava, että pinta-alaltaan suuria metsälöitä on muuta maata suhteellisesti enemmän Pohjois-Suomessa, missä hakkuumahdollisuudet pinta-alayksikköä kohti ovat muuta maata pienemmät (ks. myös Binkley 1981, s. 57).

Tilan peltopinta-ala

Tilan peltopinta-alan ja budjettirajoituksen eksogeenisen tulokomponentin välillä on ilmeisen suora yhteys. Toisaalta eksogeenisen tulon ja puun tarjonnan välillä on negatiivinen riippuvuus, jos metsien virkistyskäyttö tms. on tulojous-
tavaa (ks. Binkley 1981 s. 32). Tästä syystä pitäisi hak-
kuiden todennäköisyyden ja/tai määrän annetulla metsäalalla pienentyä peltopinta-alan kasvaessa. Maatilan koko vaikut-
tane myös kokonaistarjonnan myyntikertojen ja määrien suhteeseen. Maatilan koon kasvaessa maatalouden investoinnit kasvavat, jolloin odottaisi puunmyyntien olevan harvempia, mutta määrällisesti suurempia kuin pienillä tiloilla. Li-
säksi pienillä tiloilla olettaisi isoja tiloja suuremman osan kantorahatuloista menevän kulutusmenojen kattamiseen. Nämä mainitut tekijät huomioon ottaen maatilan koon kasvun odotetaan vaikuttavan kokonaistarjontaa supistavasti ja li-
säksi vaikuttavan tarjonnan "rakenteeseen" niin, että pienet maatilat myyvät suuria useammin, mutta pienempiä määriä.

Yhdistetty omistajan ammatti ja tilan peltopinta-ala

Metsänomistusrakenteen muutoksen on useissa yhteyksissä katsottu vaikuttavan raakapuun kokonaistarjontaan (Seppälä ym 1980, s. 13). Metsätilanomistajien määrän kasvu alkoi 1950-luvulla, jolloin vielä noin 90 % yksityismetsien pinta-alasta oli maanviljelijöiden hallussa. Tultaessa 1970-luvun taitteeseen maanviljelijämetsänomistajien osuus oli laskenut vajaan 80 %:iin. Tällä hetkellä enää noin kaksi kolmannesta yksityismetsistä on maanviljelijöillä ja osuuden on ennustettu edelleen laskevan (Järveläinen 1981, s. 47, Reunala 1977, s.74).

Syitä maatilametsänomistajien ja metsätilanomistajien erillaiseen myyntikäyttäytymiseen voidaan löytää useitakin. Pienmaatilametsänomistajat ja metsätilanomistajat ilmeisesti eroavat ainakin kantorahatulujen muodostaman budjettiosuuden suhteen. Useimpien metsätilanomistajien päätulonlähde on säännöllinen palkkatyö. Varsinkin pienillä maatiloilla sen sijaan metsätulot muodostavat olennaisen osan kokonaisbudjetistä, joten heillä säännöllisten hakkuutulujen tarve on ilmeisesti suurempi kuin metsätilanomistajilla. Tämän perusteella ainakin pienen maatilalan omistavien maanviljelijämetsänomistajien odottaisi myyvän useammin ja vähemmän kuin metsätilanomistajien. Tätä hypoteesia tukee myös se, että tyyppillisesti metsiään lähellä asuvat maanviljelijät osallistuvat usein itse metsätöihin ja voivat taloudellisemmin organisoida usein toistuvia hakkuita. Metsätilanomistajilla puolestaan on skaalaetuja harvemmin toistuvista, mutta suurista hakkuista.

Yllä on kiinnitetty huomiota tarjonnan jakautumiseen myyntivälin ja myyntimäärien kesken. Omistajatyyppi saattaa vaikuttaa kokonaistarjonnan tasoon, mikäli maanviljelijämetsänomistajien ja metsätilanomistajien metsien virkistyskäytön tms. arvostukset poikkeavat. Olettaen preferenssierot pieniksi yhteenvetona voidaan olettaa pienten maatilojen myyntitodennäköisyys metsätiloja ja suuria maatiloja suuremmaksi

(vakioimalla metsäala). Kerralla hakatut määrät taas ovat suurempia suurilla maataloilla ja metsätiloilla, joten vaikutus kokonaistarjontaan jää epäselväksi.

Yhdistetty maatilametsänomistajan metsä- ja peltopinta-ala

Maanviljelijöille estimoitiin kaksi eri mallia. Ensimmäisessä mallissa peltopinta-alaa käytettiin itsenäisenä luokkamuuttujana. Toisessa estimointikokeilussa sen sijaan metsä- ja peltopinta-ala luokiteltiin yhteen siten, että metsäpinta-alaa kasvatettiin luokittain kolmessa eri peltopinta-alaluokassa. Menettely vähentää myös metsä- ja peltopinta-alojen mahdollisesta samansuuntaisesta vaihtelusta aiheutuvaa multikollineaarisuusongelmaa. Näin metsä- ja peltopinta-aloista saatiin itse asiassa 12 itsenäistä muuttujaa. Jos edellä esitetyt olettamukset peltopinta-alan ja budjettirajoituksen välisestä yhteydestä sekä myyntitulojen säännöllisyyden tarpeesta pitävät paikkansa tulisi siis myyntitodennäköisyyden pienentyä ja myyntimäärän kasvaa peltopinta-alan kasvaessa kussakin metsäpinta-alaluokassa. Toisaalta myyntitodennäköisyyden ja myyntimäärien oletetaan kasvavan metsäalan kasvaessa kussakin peltopinta-alaluokassa.

Asuminen tilalla (metsätilanomistajat)

Metsätilanomistajien malliin otettiin vielä mukaan muuttuja, joka sai arvon yksi (1), jos omistaja asui tilalla ja arvon nolla (0), jos hän asui muualla. On luontevaa olettaa, että tilallaan asuva metsätilanomistaja voi itse osallistua puunmyyntiin ja myös hakkuuseen helpommin kuin muualla asuva omistaja. Toisaalta tilalla asuva omistaja käyttänee metsätuloja säännöllisemmin kulutukseen kuin muualla asuva. Näiden perusteella oletetaan myyntitodennäköisyyden olevan suurempi tilalla asuvilla muualla asuviin verrattuna. Määrät käyttäytyvät päinvastaisesti. Kokonaistarjonta saattaa kuitenkin muodostua suuremmaksi tilalla asuvien ta-

pauksessa, sillä heidän voi olettaa suorittavan metsänhoidollisia toimenpiteitä muita paremmin tai ainakin välttävän alihakkuut.

Yhteenveto ennakkohypoteeseista

Ennakkohypoteesit edellä esitettyjen muuttujien vaikutussuunnista puunmyyntitodennäköisyyteen (P), myyntimäärään (Q), kun myydään sekä keskimääräiseen "kokonaistarjontaan" vuodessa (PxQ) on koottu taulukkoon 1. Taulukossa esitetyt hypoteesit oletetaan samoiksi maanviljelijämetsänomistajien ja metsätilanomistajien aineistoilla erikseen rakennettavissa malleissa relevanteilta osin (eli kun ne eivät liity omistajatyyppeihin). Muuttujaluettelo, muuttujien keskiarvot ja hajonnat sekä korrelaatiot ovat liitteissä 2-3.

Seuraavassa esiteltävien empiiristen tulosten yhteydessä keskitytään taulukon 1 kahden ensimmäisen pystysarakkeen hypoteesien tarkasteluun. Toisin sanoen päähuomio kiinnitetään eri muuttujien vaikutussuuntiin myyntitodennäköisyyksien ja myyntimäärien osalta. "Kokonaistarjontaa" (PxQ) koskevat alustavat estimoinnit raportoidaan luvun 5 lopussa.

TAULUKKO 1. Eri muuttujien odotetut vaikutussuunnat puunmyyntitodennäköisyyteen (P) vuodessa, myyntimäärään (Q) vuonna, jona myydään sekä keskimääräiseen kokonaistarjontaan (PxQ) vuodessa.

	P	Q	PxQ
Metsätilan omistus perhepiirissä	+	-	+/-
Metsätaloussuunnitelma on	+ ja/tai ¹	+	+
Metsätaloudellista koulutusta on	+ ja/tai	+	+
Alue -Pohjois-Suomi verrattuna muihin	-	+	-
Omistajan ikä	-	-	-
Hallinta-aika	-	-	-
Metsäala	+	+	+
Peltoala (maanviljelijä-metsänomistajat)	-	+	-
Asunto on metsätilalla (metsätilanomistajat)	+	-	+
Omistaja on metsätilanomistaja (eikä maanviljelijämetsänomistaja)	-	+	+/-

¹ Tämä tarkoittaa sitä, että ko. muuttujan odotetaan vaikuttavan positiivisesti joko todennäköisyyteen (P) tai myyntimäärään (Q) tai molempiin.

5. EMPIIRISET TULOKSET

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen empiiriset tulokset niin, että ensin raportoidaan myyntitodennäköisyysmallit. Näiden jälkeen siirrytään myyntimääriä koskevien mallien esittelyyn. Seuraavaksi raportoidaan lineaarisen logistisen mallin estimointitulokset ja lopuksi "kokonaistarjontamallit", joissa selitettävä muuttuja on myyntitodennäköisyyden ja myyntimäärän tulo.

5.1. Puun myyntitodennäköisyyttä selittävät logitmallit

Logit-myyntitodennäköisyysmalleissa selitettävänä muuttujana on dummy-muuttujan muodossa oleva dikotomia: metsänomistaja joko on (=1) tai ei ole (=0) myynyt metsää tarkasteluvuoden aikana. Taulukossa 2 on kaikkia yksityismetsänomistajia (maanviljelijämetsänomistajat ja metsätilanomistajat yhdessä) koskevan mallin tulokset.

Myyntitodennäköisyysmallien yleisen hyvyyden osoittimena raportoidaan yksinkertaisin tilastosuure eli oikein ennustettujen valintojen %-osuus, kun kriittisenä rajana on todennäköisyys 0.5 (ks. yhtälö (24) sivulla 32). Toisin sanoen kukin havainto ennustetaan puuta myyneeksi, jos mallin todennäköisyysennuste ≥ 0.5 ja ei-myyneeksi, jos se on < 0.5 . Taulukossa 2 raportoidussa mallissa oikein ennustettujen osuus on 67.8 %, mitä on pidettävä kohtuullisena selitysteena.

Useimmat mallin kertoimet ovat kaksisuuntaista t-testiä soveltaen merkitseviä 5 %:n riskitasolla (kriittinen t-arvo äärettömällä vapausasteella on 1.96). Yksin tai perheenjäsenen kanssa omistaminen, metsätaloussuunnitelman olemassaolo ja metsätaloudellinen koulutus kaikki lisäävät myyntitodennäköisyyttä (positiivinen kerroin) merkitsevästi.

TAULUKKO 2. Logit myyntitodennäköisyysmalli: kaikki

SELITTÄJÄ	KERTOIMET	ASYMPTOOTTISET t-ARVOT
VAKIO	-0.906	2.810
OMISTUS		
-omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	0.408	3.456
-perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)		
METSÄNHOITOSUUNNITELMA		
-on	0.484	3.242
-ei ole (0-tapaus)		
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS		
- on	0.290	2.867
- ei ole (0-tapaus)		
ALUE		
-Etelä-Suomi	1.314	9.125
-Länsi-Suomi	1.316	9.695
-Keski- ja Itä-Suomi	1.106	9.425
-Pohjois-Suomi (0-tapaus)		
PÄÄMIEHEN IKÄ		
-alle 40 vuotta	0.636	4.343
-40-49 vuotta	0.662	5.127
-50-59 vuotta	0.440	3.753
-yli 60 vuotta (0-tapaus)		
HALLINTA-AIKA		
-alle 10 vuotta	-0.048	-0.365
-10-25 vuotta	-0.216	-1.945
-yli 25 vuotta (0-tapaus)		
METSÄALA		
-alle 25 ha	-1.348	-9.296
-25-49 ha	-0.794	-5.900
-50-100 ha	-0.238	-1.885
-yli 100 ha (0-tapaus)		
OMISTAJATYYPPI		
1) metsätilanomistaja	-0.760	-5.167
2) maanviljelijä, jonka peltoala		
-alle 5 ha	-0.302	-1.760
-5-11 ha	0.070	0.484
-12-17 ha	0.098	0.564
-yli 17 ha (0-tapaus)		

Oikein ennustettujen valintojen osuus 67.8 %
Havaintojen lukumäärä 2717
Selitettävän muuttujan keskiarvo 0.455

Alueittain myyntitodennäköisyys on maan muissa osissa Pohjois-Suomea suurempi. Vanhimpien metsänomistajien myyntitodennäköisyys on nuorempien myyntitodennäköisyyttä pienempi, mutta se ei kehity kuitenkaan aivan monotonisesti kahdessa nuorimmassa ikäluokassa. Hallinta-ajalla ei ole merkitsevää vaikutusta, joskin muuttujan keskimäinen luokka on 5 %:n merkitsevyysrajan tuntumassa. Metsäalamuuttujista kaksi on merkitseviä ja kolmaskin 10 %:n riskitasolla. Tulosten mukaan puunmyyntitodennäköisyys kasvaa selväpiirteisesti metsäalan mukana.

Metsänomistajatyypimuuttuja on konstruoitu luokkamuuttujaksi niin, että 0-tapaus on maanviljelijä, jolla peltoa on yli 17 hehtaaria. Vertailuluokat käsittävät sekä pienemmän peltoalan omistavia maanviljelijöitä että metsätilanomistajat omana luokkanaan. Mallin tulosten mukaan eri peltopinta-alaluokkiin sijoittuvat maanviljelijät eivät poikkea toisistaan, joskin alimman luokan (alle 5 ha) kerroin on merkitsevä 10 %:n merkitsevyystasolla. Sitä vastoin metsätilanomistajien puunmyyntitodennäköisyys on merkitsevästi maanviljelijöitä pienempi.

Yhteenvetona todettakoon, että s. 48 esitettyihin hypoteeseihin nähden hallinta-aika- ja peltopinta-alamuuttujia lukuunottamatta eri muuttujien vaikutukset olivat odotetut ja tilastollisesti merkitsevät. Toisaalta ennako-odotusten vastaisesti käyttäytyvät muuttajat eivät olleet tilastollisesti merkitseviä 5 %:n riskitasolla.

Seuraavaksi myyntitodennäköisyysmallit estimoitiin erikseen maanviljelijämetsänomistajille ja metsätilanomistajille. Taulukon 3 tulosten perusteella nähdään, että kahden mallin muuttujien etumerkit ovat säännömukaisesti samansuuntaisia. Sitä vastoin niiden merkitsevyydessä on eroa. Omistus- ja metsätaloussuunnitelmamuuttajat ovat merkitseviä maanviljelijöiden, mutteivät metsätilanomistajien mallissa. Koulutusmuuttujan kohdalla tilanne on päinvastainen, joskin maanviljelijöiden mallin kerroin on merkitsevä 10 %:n riskita-

TAULUKKO 3. Logit myyntitodennäköisyysmalli: maanviljelijät ja metsätilanomistajat erikseen

SELITTÄJÄ	MAANVILJELIJÄT		METSÄTILAN- OMISTAJAT	
	KERROIN	ASYMPT. t-ARVOT	KERROIN	ASYMPT. t-ARVOT
VAKIO	-1.135	6.679	-1.554	0.242
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	0.468	3.181	0.296	1.470
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHÖITOSUUNNITELMA				
- on	0.584	3.308	0.312	1.024
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS				
- on	0.228	1.851	0.448	2.421
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	1.386	7.819	1.306	5.040
- Länsi-Suomi	1.404	8.515	1.200	4.699
- Keski- ja Itä-Suomi	1.270	8.970	0.826	3.667
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	0.720	4.091	0.548	2.000
- 40-49 vuotta	0.610	4.070	0.810	3.181
- 50-60 vuotta	0.522	3.911	0.224	0.896
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	-0.000	-0.006	-0.158	-0.625
- 10-25 vuotta	-1.152	-1.211	-0.470	-1.983
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- alle 25 ha	-1.412	-7.863	-1.332	-5.245
- 25-49 ha	-0.806	-4.929	-0.768	-3.103
- 50-100 ha	-0.146	-0.951	-0.518	-2.215
- yli 100 ha (0-tapaus)				
MAANVILJELIJÄN PELTOPINTA-ALA				
- alle 10 ha	-0.020	-0.119		
- 10-20 ha	0.102	0.604		
- yli 20 ha (0-tapaus)				
METSÄTILANOMISTAJA ASUU				
- vakinaisesti metsätilallaan			0.534	3.151
- osan aikaa tai ei lainkaan (0-tapaus)				

Oikein ennustettujen valintojen osuus	65.9 %	72.5 %
Havaintojen lukumäärä	1909	808
Selitetävän keskiarvo	0.516	0.308

solla. Alue- ja päämiehen ikä-muuttajat toimivat samansuuntaisesti molemmissa ryhmissä ollen yhtä luokkaa lukuunottamatta merkitseviä. Hallinta-aikamuuttuja ei ole tilastollisesti lainkaan merkitsevä maanviljelijöiden mallissa ja metsätilanomistajien mallissakin vain yhdessä luokassa.

Metsäalamuuttajat toimivat odotusten mukaisesti niin, että metsäalan kasvaessa myyntitodennäköisyys kasvaa. Molempien mallien kertoimet eri luokissa ovat merkitseviä lukuunottamatta maanviljelijöiden mallin 50-100 ha:n pinta-alaluokkaa, jonka kerroin ei poikkea merkitsevästi nolasta. Molempien mallien kertoimet kasvavat monotonisesti siirryttäessä pienemmästä suurempiin pinta-alaluokkiin, joten myöhemmin esiteltävät myyntitodennäköisyydetkin tulevat käyttäytymään samansuuntaisesti pinta-alaluokittain. Maanviljelijöiden malliin (malli 1:een) sijoitettiin muiden muuttujien ohella peltopinta-alamuuttujia, jotka eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Sitä vastoin metsätilanomistajien mallissa asuinpaikkamuuttuja (vakinaisesti metsätilalla asuminen) vaikuttaa merkitsevän positiivisesti myyntitodennäköisyyteen. Tämä on sopusoinnussa ennakkohypoteesin kanssa.

ODDS
2
Edellä taulukoissa 2 ja 3 esitettyjen estimointitulosten perusteella voi kerrointen etumerkin perusteella nähdä eri tekijöiden vaikutussuunnan myyntitodennäköisyyteen. Sitä vastoin niiden perusteella on jokseenkin mahdotonta suoraan päätellä eri tekijöiden kvantitatiivista vaikutusta myyntitodennäköisyyteen. Jotta tästä puolesta saataisiin kuva, on taulukossa 4 laskettu eri muuttujien vaikutus myyntitodennäköisyyteen kunkin muuttujan luokittain antaen muille muuttujille luokittain arvoksi niiden keskiarvot. Näin ollen laskettaessa esimerkiksi metsänhoitosuunnitelman olemassaolon vaikutusta myyntitodennäköisyyteen on estimoidusta mallista laskettu todennäköisyydet, kun ko. muuttuja saa arvon 1 ja 0 muiden muuttujien saadessa molemmissa tapauksissa keskiarvonsa arvokseen (luokittain). Todennäköisyydet on laskettu

TAULUKKO 4. Selittävien tekijöiden vaikutus puunmyyntitodennäköisyyteen

SELITTÄJÄ	MYYNTITODENNÄKÖISYYDET ¹		
	KAIKKI	METSÄTILAN- OMISTAJAT	MAANVILJELIJÄT (MALLI 1)
OMISTUS			
- omistaa yksin tai perh.jäs.kanssa	0.463	0.301	0.536
- perikunta, henkilöyhtymä tms.	0.364	0.242	0.420
METSÄNHOITOSUUNNITELMA			
- on	0.553	0.347	0.645
- ei ole	0.433	0.280	0.503
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS			
- on	0.498	0.357	0.561
- ei ole	0.426	0.262	0.504
ALUE			
- Etelä-Suomi	0.572	0.450	0.629
- Länsi-Suomi	0.573	0.424	0.633
- Keski- ja Itä-Suomi	0.521	0.336	0.601
- Pohjois-Suomi	0.265	0.181	0.298
PÄÄMIEHEN IKÄ			
- alle 40 vuotta	0.504	0.315	0.597
- 40-49 vuotta	0.511	0.374	0.571
- 50-60 vuotta	0.455	0.249	0.549
- yli 60 vuotta	0.350	0.210	0.419
HALLINTA-AIKA			
- alle 10 vuotta	0.458	0.304	0.535
- 10-25 vuotta	0.416	0.242	0.497
- yli 25 vuotta	0.470	0.339	0.535
METSÄALA			
- alle 25 ha	0.291	0.179	0.325
- 25-49 ha	0.405	0.276	0.469
- 50-100 ha	0.542	0.329	0.631
- yli 100 ha	0.601	0.452	0.664
OMISTAJATYYPPI			
1) METSÄTILANOMISTAJA	0.322		
2) MAANVILJELIJÄ, JONKA PELTOALA			
- alle 5 ha	0.429		
- 5-11 ha	0.521		
- 12-17 ha	0.528		
- yli 17 ha	0.504		
METSÄNOMISTAJAN ASUNNON SIJAINTI			
- asuu tilalla		0.344	
- ei asu tilalla		0.235	

¹ Kunkin muuttujan eri luokkien todennäköisyydet on laskettu muiden muuttujien keskiarvojen kohdalla (luokittain).

taulukoon 4 sekä kaikkien metsänomistajien että maanviljelijöiden ja metsätilanomistajien malleista erikseen. Kunkin muuttujan sisällä todennäköisyydet on taulukossa 4 laskettu kaikille luokille, vaikka niiden kertoimet eivät kaikissa tapauksissa poikkeakaan merkittävästi 0-tapauksista, kuten taulukoista 2 ja 3 ilmeni.

Taulukon 4 tulosten perusteella voi tarkastella saman tekijän suhteellisen merkityksen eroja maanviljelijöiden ja metsätilanomistajien malleissa. Tässä yhteydessä esimerkiksi metsätaloudellisen koulutuksen saaneen (muuten keskimääräisen) metsätilanomistajan todennäköisyys 0.357 voidaan tulkita sanomalla, että 357 tuhannesta myy puuta vuosittain. Vastaavasti ilman koulutusta olevien kohdalla vain 262 tuhannesta myy puuta vuoden aikana. Metsätaloudellisen koulutuksen vaikutus on tällöin 95 (=357-262) eli 36 % muissa suhteissa keskimääräiselle metsätilanomistajalle. Vastaava luku maanviljelijöille on vain 11 % todennäköisyyksien 0.561 ja 0.504 perusteella (ks. taulukko 4) laskettuna.

Ehkä helpommin ymmärrettävän muodon esitetyt tulokset saavat, kun ne tulkitaan keskimääräisiksi myyntiväleiksi vuosina. Jos esimerkiksi myyntitodennäköisyys on 0.250, niin laskemalla sen käänteisluku ($1/0.250$) saadaan keskimääräiseksi myyntiväliksi 4 vuotta. Taulukon 4 todennäköisyyksien perusteella lasketut vastaavat myyntivälit esitetään taulukossa 5. Esimerkinomaisesti todettakoon, että verrattaessa nyt metsätaloudellisen koulutuksen vaikutusta, niin metsätilanomistajien mallin mukaan koulutuksen saaminen lyhentää myyntiväliä keskimäärin yhdellä vuodella (3.81:stä 2.80 vuoteen), kun taas maanviljelijöiden tapauksessa vaikutus on vain 0.2 vuotta (1.98:sta 1.78 vuoteen). Tämän-
tyyppiset riippuvuudet ovat tilastollisia ja pätevät näin ollen vain keskimäärin koko aineistoa tarkasteltaessa. Niitä ei siis voida käyttää metsänomistajien puunmyyntikäyt-
täytymisen ja sen muutosten ennustamiseen yksilötasolla. Tulosten yksityiskohtaisempi tarkastelu jätetään tässä vaiheessa lukijan mielenkiinnon varaan.

TAULUKKO 5. Selittävien tekijöiden vaikutus puunmyyntiväliin (vuosia)

SELITTÄJÄ	KESKIMÄÄRÄINEN PUUNMYYNTIVÄLI ¹		
	KAIKKI METSÄTILAN- OMISTAJAT	MAANVILJELIJÄT	(MALLI 1)
OMISTUS			
- omistaa yksin tai perh.jä's. kanssa	2.15	3.32	1.86
- perikunta, henkilöyhtymä tms.	2.74	4.13	2.38
METSÄNHOITOSUUNNITELMA			
- on	1.80	2.88	1.55
- ei ole	2.30	3.57	1.98
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS			
- on	2.00	2.90	1.78
- ei ole	2.34	3.81	1.98
ALUE			
- Etelä-Suomi	1.74	2.22	1.58
- Länsi-Suomi	1.74	2.35	1.57
- Keski- ja Itä-Suomi	1.91	2.97	1.66
- Pohjois-Suomi	3.77	5.52	3.35
PÄÄMIEHEN IKÄ			
- alle 40 vuotta	1.98	3.17	1.67
- 40-49 vuotta	1.95	2.67	1.75
- 50-60 vuotta	2.19	4.01	1.82
- yli 60 vuotta	2.85	4.76	2.38
HALLINTA-AIKA			
- alle 10 vuotta	2.18	3.28	1.86
- 10-25 vuotta	2.40	4.13	2.01
- yli 25 vuotta	2.12	2.94	1.86
METSÄALA			
- alle 25 ha	3.55	5.58	3.07
- 25-49 ha	2.46	3.62	2.13
- 50-100 ha	1.84	3.03	1.58
- yli 100 ha	1.66	2.21	1.50
OMISTAJATYYPPI			
1) METSÄTILANOMISTAJA	3.10		
2) MAANVILJELIJÄ, JONKA PELTOALA			
- alle 5 ha	2.33		
- 5-11 ha	1.91		
- 12-17 ha	1.89		
- yli 17 ha	1.98		
METSÄNOMISTAJAN ASUNNON SIJAINTI			
- asuu tilalla		2.90	
- ei asu tilalla		4.25	

Keskimääräinen myyntiväli²:
 kaikki = 2.25 (=1/0.444)
 mv = 1.93 (=1/0.519)
 mto = 3.51 (=1/0.285)

¹ Kunkin muuttujan eri luokkien puunmyyntiväli on laskettu luokkaa vastaavan puunmyyntitodennäköisyyden käänteislukuna. Todennäköisyydet on laskettu muiden muuttujien keskiarvojen kohdalla (luokittain).

² Todennäköisyydet on laskettu kaikkien muuttujien keskiarvojen kohdalla.

Maanviljelijöille estimoitiin edellä esitetyn (malli 1:n) lisäksi myös malli 2, joka poikkesi aiemmasta vain siten, että metsä- ja peltoalaluokat muodostettiin kaksisuuntaisina yhteensä 12 luokkana. Nollatapaukseksi valittiin suurin peltoalan (yli 20 ha) ja metsäalan (yli 100 ha) luokka. Tulokset kertoimiseen, t-arvoineen sekä myyntitodennäköisyyksineen ja -väleineen esitetään taulukossa 6.

Muut muuttujat kuin pelto- ja metsäalaluokka käyttäytyvät jokseenkin samoin kuin taulukon 3 maanviljelijöiden mallissa, jossa kuitenkin peltoala erillään ei ollut merkitsevä selittäjä. Nyt yhdistetyn pelto- ja metsäalamuuttujan kertoimet kasvavat liki poikkeuksetta metsäalan mukana kussakin peltoalaluokassa, vaikkeivät aina olekaan merkitseviä. Toisaalta (erityisesti alle 25 ha:n metsäalan luokassa) kerroin pienenee (kasvaa itseisarvoltaan) peltoalan kasvaessa, joten vastaava todennäköisyys (ks. taulukon 6 oikeanlaitimmainen sarake) pienenee peltoalan mukana metsäalan pysyessä samana. Sama monotoninen asetelma ei toteudu kuitenkin kaikissa metsäalaluokissa.

TAULUKKO 6. Logit myyntitodennäköisyysmalli: maanviljelijät (malli 2)¹

SELITTÄJÄ	KERTOIMET	ASYMPT. t-ARVOT	MYYNTI- TODENN.	MYYNTI- VÄLI
VAKIO	-0.903	-1.642		
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	0.460	3.107	0.538	1.85
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)			0.424	2.35
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	0.608	3.404	0.652	1.53
- ei ole (0-tapaus)			0.505	1.98
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS				
- on	0.226	1.823	0.563	1.77
- ei ole (0-tapaus)			0.507	1.97
ALUE				
- Etelä-Suomi	1.320	7.395	0.631	1.58
- Länsi-Suomi	1.330	7.979	0.634	1.57
- Keski- ja Itä-Suomi	1.136	7.831	0.588	1.70
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)			0.314	3.18
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	0.766	4.319	0.605	1.65
- 40-49 vuotta	0.640	4.243	0.575	1.73
- 50-60 vuotta	0.546	4.060	0.522	1.81
- yli 60 vuotta (0-tapaus)			0.416	2.40
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	-0.002	-0.014	0.536	1.86
- 10-25 vuotta	-0.148	-1.173	0.499	2.00
- yli 25 vuotta (0-tapaus)			0.536	1.86
METSÄ- JA PELTOALALUOKKA				
(alle 25 ha)	-1.482	-5.055	0.346	2.89
metsää (25-49 ha) & peltoa	-0.792	-2.709	0.513	1.94
(50-100 ha) alle 10 ha	-0.594	-2.015	0.562	1.77
(yli 100 ha)	-0.408	-1.273	0.607	1.64

(alle 25 ha)	-1.636	-5.050	0.312	3.20
metsää (25-49 ha) & peltoa	-1.156	-3.769	0.423	2.36
(50-100 ha) 10 -20 ha	0.180	0.560	0.736	1.35
(yli 100 ha)	0.066	0.186	0.713	1.40

(alle 25 ha)	-2.014	-4.260	0.237	4.21
metsää (25-49 ha) & peltoa	-1.116	-2.988	0.433	2.30
(50-100 ha) yli 20 ha	-0.222	-0.614	0.651	1.53
(yli 100 ha) (0-tapaus)			0.699	1.43

Oikein ennustettujen valintojen osuus 66.6 %
Havaintojen lukumäärä 1909
Selitettävän muuttujan keskiarvo 0.516

¹ Kunkin muuttujan eri luokkien todennäköisyydet on laskettu muiden muuttujien keskiarvojen kohdalla (luokittain). Myyntivälit on laskettu näiden todennäköisyyksien käänteislukuina.

5.2. Puun myyntimääriä selittävät regressiomallit

Edellä ilmeni, että valintaa puun myymisen tai myymättömyyden välillä voitiin selittää tilastollisesti merkitsevästi useilla metsänomistajien sosioekonomisilla taustamuuttujilla. Tämän jälkeen herää kysymys, että kun päätös myydä on tehty, niin selittävätkö samankaltaiset tekijät myös myynnin määriä. Edelleen, ovatko vaikutussuunnat myyntimääriin vastakkaiset vai samansuuntaiset kuin niiden vaikutukset myyntitodennäköisyyksiin (ks. hypoteesit s. 48). Erityisesti herää kysymys, onko puuta myyvien eri metsänomistajaryhmien käyttäytymisessä eroja myös myyntimäärien suhteen.

Tässä kappaleessa raportoidaan tilakohtaisia myyntimääriä (kiinto-m³) selittävien lineaaristen pns-menetelmällä estimoitujen regressiomallien tuloksia. Niissä selittäjät ovat muuten samoin konstruoituja kuin edellä esitellyissä myyntitodennäköisyyksimalleissa, mutta metsäala on nyt jatkuva muuttuja aiemman luokitellun muuttujan sijasta.

Taulukossa 7 on kaikkien puuta myyneiden aineistolla ajatun regressiomallin tulokset. Mallin selitysaste (29 %) ei poikkileikkausmalleille tyypilliseen tapaan muodostu kovin korkeaksi. Yksittäisten muuttujien käyttäytymisen osalta määrämalli poikkeaa selväpiirteisesti koko aineistolla ajatusta todennäköisyyksimallista (vrt. taulukkoon 2). Jälkimmäisessä useimmat muuttujat olivat merkitseviä, mutta nyt myyntimäärämallissa metsänhoitosuunnitelma, metsäalan koulutus-, alue-, päämiehen ikä- ja hallinta-aikamuuttujat ovat kaikki tilastollisesti merkityksettömiä. Lisäksi merkityksettömistä kertoimista päämiehen ikä- ja hallinta-aikamuuttuja käyttäytyvät useissa luokissa ennako-odotusten vastaisesti. Metsänhoitosuunnitelma- ja metsätaloudellinen koulutus-muuttujien kertoimet ovat positiivisia, mutta eivät merkitseviä, kuten edellä todennäköisyyksimalleissa.

TAULUKKO 7. Lineaarinen regressiomalli myyntimäärille: kaikki

SELITTÄJÄ	KERTOIMET	t-ARVOT
VAKIO	3.101	
OMISTUS		
- omistaa yksin tai perh. jäs. kanssa	66.972	2.047
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)		
METSÄNHOITOSUUNNITELMA		
- on	18.666	0.598
- ei ole (0-tapaus)		
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS		
- on	33.805	1.401
- ei ole (0-tapaus)		
ALUE		
- Etelä-Suomi	-14.483	-0.422
- Länsi-Suomi	-44.511	-1.356
- Keski- ja Itä-Suomi	11.382	0.376
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)		
PÄÄMIEHEN IKÄ		
- alle 40 vuotta	-6.237	-0.165
- 40-49 vuotta	-6.816	-0.205
- 50-60 vuotta	13.599	0.445
- yli 60 vuotta (0-tapaus)		
HALLINTA-AIKA		
- alle 10 vuotta	50.997	1.511
- 10-25 vuotta	-14.610	-0.518
- yli 25 vuotta (0-tapaus)		
METSÄALA		
- hehtaaria (jatkuva muuttuja)	2.176	19.445
OMISTAJATYYPPI		
1) metsätilanomistaja	90.230	2.607
2) maanviljelijä, jonka peltoala		
- alle 5 ha	54.498	1.283
- 5-11 ha	-15.738	-0.495
- 12-17 ha	-34.825	-0.937
- yli 17 ha (0-tapaus)		
R ²	0.293	
F-testisuure	31.63	
Havaintojen (puuta myyneiden) lkm	1238	

Määrämällin tilastollisesti merkitsevistä tekijöistä omistusmuuttuja saa nyt positiivisen kertoimen samoin kuin todennäköisyysmallissakin. Tämän perusteella perhepiirissä oleva omistus lisää kokonaistarjontaa. Myös metsäala (tässä jatkuvana muuttujana) saa odotetun positiivisen kertoimen käyttäytyen samansuuntaisesti kuin todennäköisyysmalleissa luokiteltuna muuttujana.

Omistajatyypimuuttuja on jälleen konstruoitu niin, että suuren (yli 17 ha) peltoalan omistava maanviljelijämetsänomistaja on 0-tapauksena ja pienemmät peltoalaluokat sekä metsätilanomistaja muina luokkina. Eri pinta-alaluokkiin sijoittuvat maanviljelijät eivät poikkea myyntimääriltään merkitsevästi toisistaan. Sitä vastoin metsätilanomistajaluokka saa merkitsevän positiivisen kertoimen, joten heidän myyntimääränsä silloin kun puuta myyvät ovat maanviljelijöitä suuremmat. Toisaalta todennäköisyysmallin mukaan he myyvät harvemmin, joten tulokset vastaavat ennako-odotuksia.

Omistajaryhmittäisten erojen kartoittamiseksi puuta myyneiden maanviljelijöiden ja metsätilanomistajien aineistoilla ajettiin myös omat mallinsa. Niiden tulokset esitetään taulukossa 8. Selityssasteeltaan maanviljelijöiden malli ($R^2 = 0.18$) on selvästi metsätilanomistajien mallia ($R^2 = 0.40$) heikompi. Eri muuttujia ajatellen maanviljelijöiden mallissa vain omistusmuuttuja on metsäalan ohella merkitsevä selittäjä. Metsätilanomistajien tapauksessa metsäala on ainoa merkitsevä selittäjä. Tarkasteltaessa metsäalamuuttujan kertoimia havaitaan, että metsätilanomistajien kerroin on suuruusluokaltaan jonkin verran suurempi kuin maanviljelijöiden kerroin. Samojen mallien vakiotermeissä on samansuuntainen ja melko suuri ero. Estimoitujen puunmyyntimäärämallien perusteella metsätilanomistajat myyvät maanviljelijöitä enemmän puuta myymään ryhtyttyään.

TAULUKKO 8. Lineaarinen regressiomalli myyntimäärille: maanviljelijät ja metsätilanomistajat erikseen

SELITTÄJÄ	MAANVILJELIJÄT		METSÄTILAN- OMISTAJAT	
	KERROIN	t-ARVO	KERROIN	t-ARVO
VAKIO	39.699		145.457	
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	66.974	1.943	63.612	0.759
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	-7.753	-0.256	111.028	1.034
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUEDELLINEN KOULUTUS				
- on	16.391	0.669	104.959	1.500
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	-8.112	-0.222	-64.882	-0.692
- Länsi-Suomi	-35.529	-1.028	-98.161	-1.025
- Keski- ja Itä-Suomi	17.112	0.555	-30.246	-0.335
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	-33.271	-0.895	75.577	0.640
- 40-49 vuotta	-23.754	-0.741	42.795	0.395
- 50-60 vuotta	-3.286	-0.113	58.042	0.555
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	54.007	1.606	0.377	0.004
- 10-25 vuotta	-1.919	-0.071	-61.915	-0.615
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- hehtaaria (jatkuva muuttuja)	2.09	12.143	2.16	10.536
MAANVILJELIJÄN PELTOPINTA-ALA				
- alle 10 ha	-20.471	-0.614		
- 10-20 ha	-40.539	-1.282		
- yli 20 ha (0-tapaus)				
METSÄTILANOMISTAJA ASUU				
- vakinaisesti metsätilallaan			-111.150	-1.585
- osan aikaa tai ei lainkaan (0-tapaus)				
R ²	0.184		0.400	
F-testisuure	15.66		12.11	
Havaintojen (puuta myyneiden lkm)	988		250	

Suuri osa logit-puunmyyntitodennäköisyysmalleissa käy-
tyistä muuttujista ei myyntimääriä lineaarisella regressio-
mallilla selitettäessä saanut merkitseviä kertoimia. Tästä
syystä estimoitiin kaksi lineaarista myyntimäärämallia,
joihin otettiin mukaan vain merkitseviksi osoittautuneet
muuttujat. Merkitsevät kertoimet saaneet muuttujat (tau-
lukko 7) olivat tilan tuotantosuuntaa kuvaava omistajatyyppi
(muutettiin ammatti nimiseksi dikotomiaksi:
1=maanviljelijä, 2=metsätilanomistaja), tilan omistusmuotoa
kuvaava omistus (1=omistaa tilan yksin tai perheenjäsenten
kanssa, 0=perikunta tms.) ja jatkuva metsäalamuuttuja. Nämä
kolme muuttujaa sisältävän mallin selitysaste on lähes sama
kuin taulukossa 7 raportoidun kaikki selittävät muuttujat
sisältävän mallin selitysaste. Omistus-muuttujan kerroin ei
kuitenkaan ole merkitsevä (taulukko 9, malli 1).

Seuraavaan malliin (taulukko 9, malli 2) otettiin edellisten
lisäksi selittäjäksi tilan metsäpinta-alan neliö sen mahdol-
lisen epälineaarisen vaikutuksen huomioimiseksi. Tämän
muuttujan kerroin on negatiivinen ja merkitsevä 5 %:n riski-
tasolla. Metsäalan vaikutus myyntimääriin ei siis ole line-
aarinen, vaan myyntimäärät pinta-alayksikköä kohden piene-
nevät tilakoon kasvaessa. Malli 2 estimoitiin vielä alueit-
tain, koska metsäalaluokat eivät jakaudu tasaisesti koko
maahan, vaan suuria metsälöitä on suhteessa muuta maata
enemmän Pohjois-Suomessa. Tulokset on raportoitu myös tau-
lukossa 9. Etelä-, Länsi- sekä Itä- ja Keski-Suomessa hak-
kuumäärät eivät kasva lineaarisesti metsäalan kasvaessa.
Metsäalan neliön saaman merkitsevän negatiivisen kertoimen
itseisarvo on kuitenkin hyvin pieni, joten hakkuumäärien vä-
henemisellä pinta-alayksikköä kohti on käytännön merkitystä
vain hyvin suurilla metsälöillä. Pohjois-Suomessa metsäalan
neliö saa positiivisen merkitsevän kertoimen, sen sijaan
metsäalan kerroin ei ole tässä mallissa merkitsevä. Metsä-
alan kerroin muuttuu kuitenkin merkitseväksi, jos sen neliö
jätetään Pohjois-Suomen mallissa estimoitavasta yhtälöstä
pois.

TAULUKKO 9. Lineaariset regressiomallit myyntimäärille, ammatti, omistus, metsäala

	VAKIO	AMMATTI	OMISTUS	METSÄALA	METSÄALAN NELIÖ
MALLI 1	-89.054	107.459 (4.007)	48.024 (1.491)	2.271 (20.924)	
MALLI 2	-113.745	108.595 (4.055)	53.662 (1.663)	2.566 (14.999)	-0.0003 (-2.223)
MALLI 2 ALUEITTAIN					
ETELÄ- SUOMI	-95.843	64.975 (1.028)	56.998 (0.634)	3.079 (8.989)	-0.0005 (-2.640)
LÄNSI- SUOMI	-60.287	54.463 (1.716)	-7.682 (-0.213)	3.279 (8.803)	-0.0017 (-1.918)
KESKI- ja ITÄ-SUOMI	-237.775	138.095 (3.216)	134.920 (2.054)	3.667 (7.432)	-0.0045 (-3.929)
POHJOIS- SUOMI	-26.335	137.142 (1.924)	55.270 (0.751)	0.744 (0.785)	0.0037 (1.955)

	MALLI 1	MALLI 2		
R ²	0.282	0.285		
F-testisuure	159.167	120.998		
Havaintojen lukum.	1219	1219		
	MALLI 2 E-S	MALLI 2 I-&K-S	MALLI 2 L-S	MALLI 2 P-S
R ²	0.490	0.236	0.444	0.114
F-testisuure	57.742	31.042	58.845	8.417
Havaintojen lukum.	245	407	300	267

Edellä esitetyissä myyntihakkuumäärämalleissa on selitetty tilakohtaisia myyntimääriä sosioekonomisilla taustatekijöillä, koska myös metsäpinta-ala haluttiin mukaan selittäjäksi. Osoittautuikin siis, että metsäpinta-ala on keskeinen määrien selittäjä (metsätilanomistajien mallissa ainoa merkitsevä selittäjä). Ottaen huomioon muiden muuttujien saamat alhaiset t-arvot on tietysti syytä kysyä, hävittääkö hyvin korkean t-arvon saava metsäpinta-ala mallista informaatiota, joka ilman sitä saataisiin esille. Asian tarkistamiseksi estimoitiin myyntihakkuumäärämallit myös siten, että selitettävänä muuttujana oli hehtaaria kohden laskettu myyntihakkuuiden määrä. Näissä malleissa ei metsäpinta-ala enää luonnollisesti tullut selittäjäksi yhtälön oikealle puolelle. Saadut tulokset kuitenkin tukevat tilakohtaisia myyntimäärämalleja sikäli, että merkitsevien selittäjien määrä ei sanottavasti lisääntynyt. Esimerkiksi koko aineistolle estimoidussa tilakohtaisessa myyntimäärämallissa merkitsevän kertoimen saavat metsäpinta-ala, omistus perhepiirissä sekä omistajatyypin muuttujan metsätilanomistajaluokka. Hehtaarikohtaisessa mallissa merkitseviksi tulevat kahden viimeksi mainitun lisäksi alue- ja hallinta-aikamuuttujien yksi luokka ja omistajatyypin muuttujan alin peltopinta-alaluokka. Hehtaarikohtaisten määrämallien selitysasheet jäivät hyvin pieniksi. Liitteessä 4 on esimerkinomaisesti esitetty koko aineistolle estimoitu hehtaarikohtainen myyntihakkuumäärämalli.

5.2.1. Myyntitodennäköisyys määrämällissa

Aiemmin esitettyjen hypoteesien yhteydessä (ks. s. 48) odotettiin joidenkin muuttujien vaikuttavan hakkuun todennäköisyyteen positiivisesti ja myyntimääriin negatiivisesti. Näiden lisäksi joukossa oli muuttujia, joiden voitiin olettaa vaikuttavan ainakin toiseen, mutta mahdollisesti molempiin pitkän aikavälin kokonaistarjonnan komponentteihin positiivisesti. Yllä esitetyissä malleissa eri tekijät olivat omina muuttujinaan edustettuina. Seuraavissa määrämälleissä käytetään sekä myyntitodennäköisyyteen että myyntimäärään positiivisesti vaikuttavan metsäpinta-alan ohella erilaisia logitmallista laskettuja todennäköisyysmuuttujia selittäjinä koko aineiston mallissa. Tarkoituksena on selvittää, vaikuttaako muista tekijöistä kuin metsäalasta johutuva myyntitodennäköisyyden kasvu myyntimäärää supistavasti. Asiaa tarkastellaan taulukossa 10 esitettyjen lineaaristen regressiomallien avulla. Malleihin 3 ja 4 on metsäpinta-alan ohella otettu myyntimäärien selittäjäksi koko aineistosta estimoidusta logit-myyntitodennäköisyysmallista laskettu metsänomistajakohmainen todennäköisyysmuuttuja. Koekelumielessä on myös laadittu malli 5, jossa on lasketun todennäköisyysmuuttujan sijasta käytetty metsänomistajien ilmoittaman keskimääräisen myyntivälin käänteislukua. Tästä todennäköisyydestä ei metsäalan todennäköisyysvaikutusta ole "eliminoitu".

Mallin 3 todennäköisyysmuuttuja (suhteellinen todennäköisyys 1) laskettiin koko aineistolle estimoidun logit-myyntitodennäköisyysmallin avulla seuraavasti. Kullekin metsänomistajalle laskettiin ensin havaintokohtainen myyntitodennäköisyys käyttämällä estimoituja logitkertoimia (taulukko 2) ja selittävien muuttujien havaintokohtaisia arvoja. Havaintokohtaiset myyntitodennäköisyydet jaettiin eri metsäalaluokkien myyntitodennäköisyyksillä. (Metsäalaluokittaiset myyntitodennäköisyydet on esitetty taulukossa 4 ja ne on laskettu siten, että metsäala saa luokittain arvon yksi muiden metsäalaluokkien saadessa arvon nolla ja muiden muut-

TAULUKKO 10. Lineaariset regressiomallit, todennäköisyys määrän selittäjänä

	VAKIO	METSÄALA	METSÄALAN NELIÖ	SUHT.TN1	SUHT.TN2	TN3
MALLI 3	147.618	2.272 (20.700)		-54.863 (-2.035)		
MALLI 4	133.446	2.300 (21.213)			-45.203 (-1.590)	
MALLI 5	107.002	2.343 (21.303)				-53.718 (-1.704)
MALLI 6	123.779	2.512 (14.338)	-0.0002 (-1.759)	-47.580 (-1.746)		
		MALLI 3	MALLI 4	MALLI 5	MALLI 6	
R ²		0.275	0.274	0.274	0.276	
F-testisuure		230.005	228.899	229.157	154.632	
Havaintojen lukum.		1219	1219	1219	1219	

tujien saadessa kussakin tapauksessa muuttujaluokittain keskiarvonsa arvokseen). Näin pyrittiin eliminoimaan metsäalan vaikutus puunmyyntitodennäköisyyteen, koska metsäala haluttiin eksplisiittisesti myyntimäärien selittäjäksi. Omistaja ammattimuuttajat sen sijaan jätettiin pois mallista, joten näiden muuttujien vaikutusta myyntitodennäköisyyteen ei tarvinnut vakioida. Kuvatulla tavalla laskettu myyntitodennäköisyys sai merkitsevän negatiivisen kertoimen. Myyntien useuden ja myyntimäärien välillä näyttäisi siis olevan käänteinen riippuvuus (Taulukko 10, malli 3), kun metsäala on vakioitu.

Selittävien muuttujien jakaumat saattavat eri metsäalaluokissa poiketa toisistaan. Esimerkiksi metsätaloudellista koulutusta saaneita metsänomistajia saattaa suurissa metsäalaluokissa olla suhteellisesti enemmän kuin pienissä metsäalaluokissa. Tässä tapauksessa metsäalaluokittaiset myyntitodennäköisyydet tulevat erilaisiksi, jos niiden laskemisessa käytetään koko aineiston muuttujaluokittaisia keskiarvoja, kuin jos käytettäisiin kunkin muuttujan muuttujaluokittaisia keskiarvoja kussakin metsäalaluokassa. Mallin 4 todennäköisyysmuuttujaa laskettaessa on selittävien muuttujien eri metsäalaluokissa saamien erilaisten jakaumien vaikutus pyritty eliminoimaan. Todennäköisyysmuuttuja on laskettu samalla periaatteella kuin mallissa 4. Metsäalaluokittaiset todennäköisyydet on kuitenkin laskettu käyttämällä kunkin muuttujan keskiarvona sen metsäalaluokassa muuttujaluokittain saamaa keskiarvoa. Näin saatu todennäköisyysmuuttuja (suhteellinen todennäköisyys 2) ei saanut merkitsevää kerrointa (taulukko 10, malli 4).

Mallissa 5 on estimointitulosten perusteella lasketun todennäköisyysmuuttujan sijasta käytetty metsänomistajien ilmoittaman keskimääräisen puunmyyntivälin käänteislukua. Muuttuja saa itseisarvoltaan samansuuruisen negatiivisen kertoimen kuin logitmallista laskettu myyntitodennäköisyys mallissa 3. Kerroin ei kuitenkaan ole 5 %:n riskitasolla tilastollisesti merkitsevä.

Lopuksi estimoitiin vielä malli, jossa selittäjinä olivat metsäala, metsäalan neliö ja suhteellinen myyntitodennäköisyys 1. Tässä tapauksessa kaksi viimeksi mainittua muuttujaa eivät saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa 5 %:n riskitasolla. Kaikkien kuuden lineaarisen määrämällin selityksasteet ovat lähes samoja ja metsäalan ja metsäalan neliön kertoimien suuruusluokat pysyvät samoina.

Omistajaryhmittäin estimoiduissa edellisten kaltaisissa malleissa todennäköisyysmuuttuja ei saanut merkitseviä kertoimia. Tämä merkitsee siis sitä, että jos omistajaryhmä vakioidaan, myyntimäärien ja myyntitodennäköisyyden välinen negatiivinen riippuvuus heikkenee tai katoaa kokonaan.

5.3. Lineaarisen regressiomallin logitmuunnos

Kappaleessa 3.3. esitettiin kuinka metsänomistajien myyntiväliä koskevaa vastausta hyväksikäyttäen voidaan estimoida pienimmän neliösumman menetelmällä lineaarisia logistisia regressiomalleja, joita voidaan verrata logitmallin tuloksiin. Koska logitmallin tulokset perustuvat lamavuoden tilanteeseen, kun taas myyntivälitiedot kuvaavat keskimääräistä käyttäytymistä yli ajan, on mielenkiintoista nähdä miten tulokset mahdollisesti poikkeavat.

Ennen regressiomallin tulosten esittämistä todettakoon, että keskimääräinen myyntiväli asiaa koskeneeseen kysymykseen vastanneiden osalta oli 4.5 vuotta. Järveläinen (1981, s. 13) raportoi lukumäärillä painotetuksi myyntiväliksi 5.6 ja metsäpinta-alalla painotetuksi myyntiväliksi 4.3 vuotta. Painottamaton keskimääräinen myyntiväli siis asettuu näiden välille, kuitenkin hyvin lähelle pinta-alapainotuksen antamaa arvoa. Tämä johtuu siitä, että lukumäärillä painotetussa aineistossa harvoin myyvät pienet tilat saavat suuren painon. Toisaalta logit-myyntitodennäköisyysmallin havaintokohtaisten myyntitodennäköisyysennusteiden keskiarvo 0.33 antaa keskimääräiseksi myyntiväliksi 3.0 vuotta. Näyttääkin siltä, että metsänomistajilla on taipumus arvioida oma keskimääräinen myyntivälinsä todellista pidemmäksi, joten tältä osin esitettyihin tuloksiin on syytä suhtautua varauksella. On kuitenkin mielenkiintoista verrata, miten metsänomistajien oma myyntiväliarvio käyttäytyy logitmalleissa käytettyyn dummy-muuttujaan verrattuna.

Määritellen havaintokohtainen myyntitodennäköisyys (P^i) myyntivälin (MV^i) käänteislukuna estimoitiin kappaleen 3.3. yhtälö (29) pienimmän neliösumman menetelmällä käyttäen aineistona kaikkia myyntivälikysymykseen vastanneita metsänomistajia. Selitettävät muuttujat ovat samat kuin koko aineistolle estimoidussa logitmallissa (ks. taulukko 2, s. 50), joten näitä kahta mallia voi verrata keskenään. Lineaarisen logistisen mallin tulokset koko aineistolle ilme-

TAULUKKO 11. Logit ja lineaarisen todennäköisyysmallin vertailu: kaikki

SELITTÄJÄ	LOGIT-	LIN. TN.	LOGIT-	LIN. TN.
	MALLI	MALLI	MALLI	MALLI
	$Y = \left(\frac{O}{I}\right)$	$Y = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$	$Y = \left(\frac{O}{I}\right)$	$Y = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$
	KERROIN	KERROIN	t-ARVOT	t-ARVOT
VAKIO	-0.906	-0.020	2.810	
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	0.408	0.123	3.456	1.563
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	0.484	0.484	3.242	5.248
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUEDELLINEN KOULUTUS				
- on	0.290	0.114	2.867	1.726
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	1.314	0.948	9.125	10.239
- Länsi-Suomi	1.316	0.406	9.695	4.628
- Keski- ja Itä-Suomi	1.106	0.497	9.425	6.568
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	0.636	0.321	4.343	3.356
- 40-49 vuotta	0.662	0.262	5.127	3.121
- 50-60 vuotta	0.440	0.251	3.753	3.318
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	-0.048	0.360	-0.365	4.138
- 10-25 vuotta	-0.216	0.104	-1.945	1.475
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- alle 25 ha	-1.348	-1.088	-9.296	-11.696
- 25-49 ha	-0.794	-0.644	-5.900	-7.573
- 50-100 ha	-0.238	-0.179	-1.885	-2.222
- yli 100 ha (0-tapaus)				
OMISTAJATYYPPI				
1) metsätilanomistaja	-0.760	-0.494	-5.167	-5.174
2) maanviljelijä, jonka peltoala				
- alle 5 ha	-0.302	-0.127	-1.760	-1.133
- 5-11 ha	0.070	0.028	0.484	0.303
- 12-17 ha	0.098	0.170	0.564	1.537
- yli 17 ha (0-tapaus)				
R^2		0.191		
Havaintojen lukumäärä	2717	2363		

nevät taulukosta 11. Niiden rinnalle on kirjoitettu vastaavat logitmallin tulokset (kertoimet ja t-arvot).

Kahden eri mallin tulosten perusteella nähdään, että lineaarisen logistisen mallin kertoimet ovat pääsääntöisesti samat kuin logitmallissa. Vain hallinta-aikamuuttujan (kaikki luokat) ja peltopinta-alamuuttujan yhdessä luokassa etumerkit poikkeavat. Toisaalta vain yksi ko. kertoimista on merkitsevä lineaarisessa logistisessa mallissa, logitmallissa vastaavasti ei yksikään. Hallinta-aikamuuttujasta todettakoon edelleen, että myyntiväliin perustuvassa logistisessa mallissa kertoimien etumerkit ja suuruussuhteet käyttäytyvät ennako-odotusten mukaisesti (ks s. 48), joskin vain yhden luokan kerroin on tilastollisesti merkitsevä.

Edellä mainittujen erojen ohella vertailtavissa kahdessa mallissa on muitakin mielenkiintoisia eroja. Toisin kuin logitmallissa, omistus ja metsätaloudellinen koulutusmuuttuja eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Tämä viittaa siihen, että mainitut tekijät vaikuttavat myyntien ajoittumiseen suhdannetilanteittain siten, että perhepiirissä oleva omistus ja metsätaloudellinen koulutus lisäävät myyntitodennäköisyyttä lamassa ja vähentävät sitä korkeasuhteessa, koska pitkän aikavälin vaikutuksia niillä ei ole.

Muista muuttujista metsänhoitosuunnitelman, alueen, päämiehen iän, metsäalan ja omistajatyypin (metsätilanomistaja vs. maanviljelijämetsänomistaja) kertoimet ovat molemmissa malleissa samansuuntaiset ja liki poikkeuksetta myös tilastollisesti merkitsevät. Niillä näyttää siis olevan suhdannetilanteesta riippumatta samansuuntainen vaikutus puunmyyntitodennäköisyyteen.

Taulukossa 12 esitetään lineaarisen logistisen mallin tulokset erikseen maanviljelijöille ja metsätilanomistajille. Tulokset ovat samansuuntaiset kuin edellä koko aineiston mallissa lukuunottamatta metsänomistajien koulutusmuuttujaa, joka saa merkitsevän kertoimen.

TAULUKKO 12. Lineaarinen todennäköisyysmalli, maanviljelijät ja metsätilanomistajat

SELITTÄJÄ	MAANVILJELIJÄT		METSÄT. OMISTAJAT	
	KERROIN	t-ARVOT	KERROIN	t-ARVOT
VAKIO	-0.090		-0.474	
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	0.081	0.785	0.191	1.734
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	0.440	4.007	0.696	4.125
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS				
- on	0.059	0.711	0.267	2.606
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	1.146	9.659	0.518	3.681
- Länsi-Suomi	0.470	4.235	0.396	2.821
- Keski- ja Itä-Suomi	0.640	6.764	0.232	1.924
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	0.395	3.295	0.143	0.978
- 40-49 vuotta	0.390	3.814	-0.077	-0.572
- 50-60 vuotta	0.345	3.810	-0.035	-0.269
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	0.391	3.602	0.327	2.352
- 10-25 vuotta	0.134	1.581	0.008	0.068
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- alle 25 ha	-1.278	-10.728	-0.731	-5.324
- 25-49 ha	-0.723	-6.797	-0.528	-3.916
- 50-100 ha	-0.182	-1.826	-0.257	-1.986
- yli 100 ha (0-tapaus)				
MAANVILJELIJÄN PELTOPINTA-ALA				
- alle 10 ha	0.035	0.303		
- 10-20 ha	0.017	0.151		
- yli 20 ha (0-tapaus)				
METSÄTILANOMISTAJA ASUU				
- vakinaisesti metsätilallaan			0.266	2.888
- osan aikaa tai ei lainkaan (0-tapaus)				
R ²	0.181		0.171	
Havaintojen lukumäärä	1737		625	

5.4. Kokonaistarjontamallit

Myyntimäärien ja myyntitodennäköisyyksien erillinen tarkastelu ei vielä anna riittävää kuvaa kokonaistarjonnasta (ks. s. 40). Tässä luvussa tarkastellaankin myyntitodennäköisyyksien P ja tutkimusvuonna myytyjen määrien Q yhteisvaikutuksena (tulona $P \times Q$) syntyvään "kokonaistarjontaan" vaikuttavia tekijöitä. Käytettävissä olevan aineiston puitteissa tarkasteluun liittyy kuitenkin joukko ongelmia (siksi kokonaistarjonta ainoastaan lainausmerkeissä). Kokonaistarjonnalla tarkoitetaan tässä sitä puumäärää, joka pitkällä aikavälillä vuosittain keskimäärin tulee markkinoille. Kysymyksen kattava tarkastelu edellyttäisi, että tässä käytetyn poikkileikkausaineiston kaltaista, mutta myös kysyntätilanetta kuvaavia muuttujia sisältävää aineistoa olisi käytettävissä aikasarjoina, vähintään yhden suhdannekierron ajalta. Tyydyttäviin tuloksiin voitaisiin kuitenkin jo päästä, jos poikkileikkausaineistoa olisi käytettävissä "keskimääräisen" korkeasuhdanteen ja "keskimääräisen" laman ajalta. Näin pystyttäisiin selvittämään metsänomistajaryhmien käyttäytymiseroja eri suhdannevaiheissa.

Tämän raportin puitteissa joudutaan kuitenkin tyytymään "kokonaistarjonnan" tarkasteluun lamatilannetta kuvaavien havaintojen avulla. Mallit estimoidaan koko aineistolle ja omistajaryhmille käyttäen kokonaistarjonnan kuvaajana ensin logit-myyntitodennäköisyysmallin (taulukko 2.) ennustamien havaintokohtaisten myyntitodennäköisyyksien avulla laskettua ns. "lamatarjontaa" (merkitään $P \times Q$). Toista selitettävää muuttujaa laskettaessa käytetään myyntitodennäköisyytenä metsänomistajien ilmoittaman keskimääräisen myyntivälin käänteislukua (merkitään $(1/MV) \times Q$). (vrt luku 5.3.).

TAULUKKO 13. Tarjontamallit estimoituna koko aineistosta:
 tarjontamallin 1 selitettävä muuttuja (PxQ)
 tarjontamallin 2 selitettävä muuttuja (1/MV)xQ .

SELITTÄJÄ	TARJONTA- MALLI 1		TARJONTA- MALLI 2	
	KERROIN	t-ARVOT	KERROIN	t-ARVOT
VAKIO	-96.783		-166.838	
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	51.187	2.738	90.358	4.115
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	55.926	3.161	45.110	2.171
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUEDELLINEN KOULUTUS				
- on	33.031	2.420	17.562	1.095
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	78.403	4.033	88.730	3.886
- Länsi-Suomi	56.299	3.010	41.891	1.907
- Keski- ja Itä-Suomi	87.700	5.109	64.558	3.202
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	11.389	0.533	-5.711	-0.228
- 40-49 vuotta	23.458	1.249	-7.672	-0.348
- 50-60 vuotta	20.663	1.200	-4.606	-0.228
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	32.166	1.686	67.559	3.014
- 10-25 vuotta	-14.224	-0.896	10.062	0.539
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- hehtaaria (jatkuva muuttuja)	1.523	23.619	1.930	25.478
OMISTAJATYYPPI				
1) metsätilan omistaja	-7.011	-0.357	26.355	1.143
2) maanviljelijä, jonka peltoala				
-alle 5 ha	-5.431	-0.227	52.515	1.865
-5-11 ha	-17.184	-0.959	8.114	0.386
-12-17 ha	-27.213	-1.297	-16.808	-0.682
-yli 18 ha (0-tapaus)				
R ²	0.385		0.403	
F-testisuure	47.115		50.769	
Havaintojen lukumäärä	1219		1219	

Aineiston sisältämä metsänomistajien omaan ilmoitukseen perustuva keskimääräinen myyntivälitieto kuvaa periaatteessa logitmallien antamaa havaintokohtaista myyntiväliennustetta paremmin "suhdannevaihteluista puhdistettua keskimääräistä myyntitiheyttä". Tämän muuttujan ongelmana on kuitenkin, että metsänomistajat ilmeisesti arvioivat keskimääräisen myyntivälinsä systemaattisesti liian pitkäksi (ks. s. 70). Vertailun vuoksi on "kokonaistarjontamallit" kuitenkin estimoitu myös tämän muuttujan avulla laskettua kokonaistarjontaa selitettävänä muuttujana käyttäen.

Koko aineistolle estimoidut mallit on esitetty taulukossa 13 rinnakkain molemmille selitettäville muuttujille. "Lamatarjontamallissa" merkitseviksi selittäjiksi tulevat omistusperhepiiriissä, metsäala, metsätaloussuunnitelman olemassaolo, metsätaloudellinen koulutus sekä alue (verrattuna Pohjois-Suomeen), jotka kaikki vaikuttavat positiivisesti tarjontaan. Lisäksi hallinta-ajan alin luokka saa 10 %:n riskitasolla positiivisen merkitsevän kertoimen. Metsänomistajien ilmoittamaan myyntiväliin perustuvassa mallissa metsätaloudellisen koulutuksen kerroin ei ole merkitsevä ja alue muuttujan luokista Länsi-Suomi on merkitsevä ainoastaan 10 %:n riskitasolla. Sen sijaan hallinta-aikamuuttujan alin luokka tulee tässä mallissa selvästi merkitseväksi ja yhdistetyn ammatti- ja peltopinta-alamuuttujan alin peltopinta-alue luokka on merkitsevä 10 %:n riskillä. Yhteenvetona näiden kahden mallin tuloksista voidaan todeta, että metsänomistajan iällä ja omistajan ammatilla (metsätilanomistaja vs. maatilametsänomistaja) ei ole vaikutusta kokonaistarjontaan, muiden muuttujien vaikutussuunnat sen sijaan ovat ennakkohypoteesien mukaisia ja pääosin myös merkitseviä (vrt. taulukko 1, s. 48).

Taulukossa 14 verrataan maanviljelijämetsänomistajien ja metsätilanomistajien käyttäytymistä "lamatarjontamallien" avulla. Maanviljelijöiden mallissa lamatarjontaa selittävät merkitsevästi ja positiivisesti omistusperhepiirissä, metsäala, alue (verrattuna Pohjois-Suomeen). Maanviljelijämet-

TAULUKKO 14. Kokonaistarjontamalli: maanviljelijät ja metsätilan-
omistajat erikseen; selitettävä muuttuja PxQ

SELITTÄJÄ	MAANVILJELIJÄT		METSÄTILAN- OMISTAJAT	
	KERROIN	t-ARVOT	KERROIN	t-ARVOT
VAKIO	-92.088		-89.126	
OMISTUS				
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	50.060	2.533	42.068	1.014
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	22.908	1.335	170.321	3.150
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS				
- on	21.222	1.527	65.064	1.879
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	87.959	4.223	71.336	1.552
- Länsi-Suomi	63.201	3.201	51.020	1.083
- Keski- ja Itä-Suomi	94.652	5.384	35.430	0.801
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	11.613	0.550	36.716	0.641
- 40-49 vuotta	21.991	1.209	64.466	1.224
- 50-60 vuotta	13.607	0.823	38.275	0.751
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	29.069	1.520	1.886	0.036
- 10-25 vuotta	-51.762	-3.395	-35.301	-0.720
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
-hehtaaria (jatkuva muuttuja)	1.561	15.998	1.489	14.535
MAANVILJELIJÄN PELTOPINTA-ALA				
- alle 10 ha	-12.160	-0.643		
- 10-20 ha	-26.889	-1.501		
- yli 20 ha (0-tapaus)				
METSÄTILANOMISTAJA ASUU				
- vakinaisesti metsätilallaan			-24.709	-0.719
- osan aikaa tai ei lainkaan (0-tapaus)				
R ²	0.305		0.581	
F-testisuure	30.183		24.403	
Havaintojen lukumäärä	976		243	

sänomistajien tarjontaa pienentää omistajan kuuluminen keskimmaiseen hallinta-aikaluokkaan (hallinta-aika 10-25 v.). Sen sijaan metsätaloussuunnitelman olemassaololla, metsätaloudellisella koulutuksella, metsänomistajan iällä ja peltopinta-alalla ei ole merkitsevää vaikutusta maatilametsänomistajien kokonaistarjontaan tässä mallissa.

Verrattaessa tuloksia metsätilanomistajien mallin tuloksiin todetaan, että metsätilanomistajilla ainoastaan metsäala sekä metsätaloussuunnitelman olemassaolo vaikuttavat 5 %:n riskitasolla merkitsevästi ja positiivisesti kokonaistarjontaan ("lamamallissa"). Metsätaloudellisen koulutuksen kerroin on merkitsevä 10 %:n riskitasolla.

Metsänomistajien omaan myyntiväli-ilmoitukseen perustuvien omistajaryhmittäisten mallien (taulukko 15) kertoimien merkitsevyydet poikkeavat sekä maanviljelijöiden että metsätilanomistajien kohdalla jonkin verran "lamamallin" tuloksista. Kummassakin mallityypissä 5 %:n riskitasolla merkitsevien kertoimien etumerkit kuitenkin ovat samoja ja ennakkohypoteesien mukaisia.

Mallien selitysasteet ovat edellä esitettyihin määrämalleihin verrattuna melko korkeita. Korkeimmat selitysasteet ovat jälleen metsätilanomistajien malleissa, vaikka merkitseviä selittäviä muuttujia metsäalan ohella onkin "lamamallissa" vain yksi ja toisessa mallissa kaksi. Tämän perusteella metsätilanomistajat muodostavat puunmyyntikäyttäytymisen suhteen melko homogeenisen joukon, toisin kuin usein on arveltu. Eri mallien kertoimien suuruusluokkien vertailu jätetään tässä vaiheessa lukijan mielenkiinnon varaan.

TAULUKKO 15. Kokonaistarjontamalli: maanviljelijät ja metsätilanomistajat erikseen; mallityyppi 2, selitettävä muuttuja (1/MV)xQ.

SELITTÄJÄ	MAANVILJELIJÄT		METSÄTILAN- OMISTAJAT	
	KERROIN	t-ARVOT	KERROIN	t-ARVOT
VAKIO OMISTUS	-69.135		-213.240	
- omistaa yksin tai perh.jäs. kanssa	54.172	2.190	158.301	3.368
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)				
METSÄNHOITOSUUNNITELMA				
- on	1.010	0.047	235.695	3.847
- ei ole (0-tapaus)				
METSÄTALOUELLINEN KOULUTUS				
- on	11.480	0.660	63.663	1.623
- ei ole (0-tapaus)				
ALUE				
- Etelä-Suomi	78.398	3.008	39.497	0.758
- Länsi-Suomi	24.593	0.996	53.980	1.012
- Keski- ja Itä-Suomi	59.712	2.715	47.670	0.952
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)				
PÄÄMIEHEN IKÄ				
- alle 40 vuotta	-24.605	-0.931	21.879	0.337
- 40-49 vuotta	-2.401	-0.105	-34.587	-0.580
- 50-60 vuotta	3.019	0.146	-52.248	-0.905
- yli 60 vuotta (0-tapaus)				
HALLINTA-AIKA				
- alle 10 vuotta	59.928	2.504	100.579	1.694
- 10-25 vuotta	9.937	0.521	39.250	0.707
- yli 25 vuotta (0-tapaus)				
METSÄALA				
- hehtaaria (jatkuva muuttuja)	1.686	13.809	2.002	17.249
MAANVILJELIJÄN PELTOPINTA-ALA				
- alle 10 ha	-14.634	-0.618		
- 10-20 ha	-39.026	-1.741		
- yli 20 ha (0-tapaus)				
METSÄTILANOMISTAJA ASUU				
- akinaisesti metsätilallaan			-45.025	-1.156
- osan aikaa tai ei lainkaan (0-tapaus)				
R ²	0.226		0.659	
F-testisuure	20.024		34.017	
Havaintojen lukumäärä	976		243	

Verrattaessa esitettyjä kolmea mallityyppiä, logit-puunmyyntitodennäköisyysmalleja, lineaarisia regressiomalleja myyntimäärille tutkimusvuonna ja tässä luvussa raportoituja kokonaistarjontamalleja havaitaan, että lähes kaikki selittävät muuttujat vaikuttavat merkitsevästi puunmyyntitodennäköisyyteen (-useuteen). Tutkimusvuonna myytyjä määriä sen sijaan selittää merkitsevästi lähes yksinomaan tilan metsäpinta-ala. Kokonaistarjontaa tarkasteltaessa merkitsevien selittäjien määrä jälleen kasvaa. Näin metsänomistajan sosioekonomisilla taustatekijöillä on selvästi vaikutusta siihen kuinka usein markkinoille tullaan. Kerralla myydyt määrät sen sijaan riippuvat ilmeisesti pääasiassa kunkin hetken hakkuupotentiaalista ja mahdollisesti myyntiajan kohdan tulotarpeesta. Hakkuupotentiaalin korvikemuuttujana on tässä työssä käytetty metsäalaa.

Siirryttäessä kokonaistarjonnan tarkasteluun voidaan saatujen empiiristen tulosten perusteella erottaa erityyppisiä selittäviä muuttujia. Selittäjistä osan vaikutus puunmyyntitodennäköisyyksiin on siksi voimakas (ja usein samansuuntainen kuin määriin), että kertoimet pysyvät merkitsevinä kokonaistarjontamallissa, vaikka vaikutus tutkimusvuonna haktuihin määriin ei olisikaan merkitsevä. Joissakin tapauksissa (esim. metsänhoitosuunnitelman olemassaolo metsätilanomistajilla) muuttujan kerroin ei todennäköisyyttä eikä määrää selitettäessä ole merkitsevä, mutta muuttuu merkitseväksi kokonaistarjontaa tarkasteltaessa. Kolmannessa tapauksessa huolimatta muuttujan samansuuntaisesta vaikutuksesta myyntiuseuteen ja määriin ei-merkitsevä vaikutus määriin dominoi ja vaikutus kokonaistarjontaan jää ei-merkitseväksi. Esimerkkinä tällaisesta muuttujasta mainittakoon omistajan ikä. Neljännessä tapauksessa muuttujien merkitsevät vastakkaissuuntaiset kertoimet kumoavat kokonaistarjontaa tarkasteltaessa toistensa vaikutuksen ja kerroin kokonaistarjontamallissa tulee ei-merkitseväksi. Tällainen muuttuja on esimerkiksi omistajatyypin (maatilametsänomistaja vs. metsätilanomistaja).

6. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tämän edelleen jatkuvan tutkimusprojektin ensimmäisten tulosten perusteella voidaan tehdä alustavia johtopäätöksiä yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymiseen vaikuttavista sosioekonomisista tekijöistä. Poikkileikkausaineistoa käyttäen tässä tutkimuksessa estimoitiin neljänlaisia malleja. Ensinnäkin konstruointiin logit-myyntitodennäköisyysmalleja koskien diskreettiä valintaa: myydäkö vai ei tarkasteluvuonna, joka maan eteläpuoliskolla oli hakkuvuosi 1974/75 ja pohjoispuoliskolla hakkuvuosi 1975/76. Koska mainittu ajankohta osui puumarkkinoiden lamatilanteeseen, suhdannetilanne voi vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Tästä syystä estimoitiin myös lineaarisia logistisia todennäköisyysmalleja, joissa selitettävänä muuttujana on metsänomistajan ilmoittaman keskimääräisen myyntivälin käänteislukuna laskettu metsänomistajakohtaisen myyntitodennäköisyyden (P) avulla saatu transformoitu muuttuja ($\ln(P/(1-P))$). Tämän mallin avulla saadut tulokset ovat vastausajankohdasta ja suhdannetilanteesta riippumattomia. Kolmanneksi estimoitiin tutkimusvuonna myytyjä kiintokuutiometrimääriä selittäviä regressiomalleja. Lopuksi estimoitiin vielä "kokonaistarjonta"-malleja, joiden selitettävä muuttuja on logitmalleista laskettu havaintokohtainen myyntitodennäköisyyden ennuste (metsänomistajien ilmoittaman myyntivälin käänteisluku) kerrottuna tutkimusvuonna myydyllä havaintokohtaisella myyntimäärällä.

Vuosien 1975-76 (lama-) tilanteeseen perustuvien, koko aineistolla (metsätilanomistajat ja maanviljelijämetsänomistajat yhdessä) ajettujen logitmallien tulosten perusteella monet sosioekonomiset tekijät vaikuttivat yksityismetsänomistajien myyntitodennäköisyyteen. Tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus oli omistusrakenteella (omistusperhepiirissä), metsänhoitosuunnitelman olemassaololla, metsätaloudellisella koulutuksella ja metsäalalla. Päämiehen iän perusteella vanhimpien metsänomistajien myyntitodennä-

köisyydet olivat nuorimpia pienemmät. Maan sisällä alueittain myyntitodennäköisyydet olivat suurimmat Etelä- ja Länsi-Suomessa ja pienimmät Pohjois-Suomessa. Hallinta-aika ja maanviljelijämetsänomistajien peltoalan koko-muuttujille ei saatu tilastollisesti merkitseviä kertoimia. Toisaalta ko. kertoimet olivat pääosin ennako-odotusten vastaisia. Vaikka maanviljelijöiden kesken ei saatu koko aineistoa käytettäessä eroja peltoalan perusteella, maanviljelijät poikkesivat metsätilanomistajista niin, että heidän puunmyyntitodennäköisyytensä (-myyntiuseutensa) oli jälkimmäisiä suurempi.

Kun omistustyyppimuuttujaa lukuunottamatta edellä kuvatun kanssa sama logitmalli ajettiin maanviljelijämetsänomistajien ja metsätilanomistajien aineistoille päädyttiin eräin poikkeuksin samoihin tuloksiin. Eri muuttujien vaikutussuunnat olivat molemmissa samat, mutta omistus- ja metsänhoitosuunnitelmuuttujat olivat tilastollisesti merkitseviä vain maanviljelijöiden mallissa. Toisaalta metsätaloudellinen koulutus sai merkitsevän kertoimen vain metsätilanomistajien mallissa. Viimeksi mainittuun oli lisätty myös asuinpaikkamuuttuja. Osoittautui, että metsätilalla asuminen lisää merkitsevästi myyntitodennäköisyyttä muualla asumiseen nähden.

Maanviljelijöille estimoitiin vielä edellisten kaltainen malli, joka poikkesi aiemmista vain siten, että metsä- ja peltopinta-alaluokat muodostettiin kaksisuuntaisina yhteensä 12 luokkana. Näistä kahdestatoista luokasta sai 7 luokkaa tilastollisesti merkitsevän ennako-odotusten mukaisen kertoimen. Tulosten mukaan metsäalan kasvu vakioidulla peltopinta-alalla kasvattaa myynnin todennäköisyyttä. Peltopinta-alan kasvu puolestaan vakioidulla metsäalalla pienentää sitä.

Yllä esitettyjä "lamatilanteen" myyntikäyttäytymiseen perustuvia malleja haluttiin verrata metsänomistajien oman ilmoituksen mukaisiin myyntivälitietoihin perustuvan lineaarisen

logistisen myyntitodennäköisyysmallin tuloksiin. Koko aineistolle estimoidussa mallissa hallinta-aikamuuttujaa ja tilastollisesti merkityksettömäksi osoittautunutta maanviljelijöiden peltopinta-alamuuttujan yhtä luokkaa lukuunottamatta kaikkien tekijöiden vaikutussuunta oli kahdessa eri mallityypissä sama. Sitä vastoin merkitsevyydet poikkesivat niin, että omistus ja metsätaloudellinen koulutus-muuttuja olivat merkitseviä vain logitmallissa, mutteivät keskimääräiseen myyntiväliin perustuvassa lineaarisessa logistisessa mallissa. Metsänhoitosuunnitelma-, alue-, päämiehen ikä-, metsäala- ja omistustyyppimuuttujien kertoimet olivat molemmissa malleissa liki poikkeuksetta kaikissa luokissa samansuuntaisia ja merkitseviä. Metsänomistajien ilmoittama myyntiväli voidaan tulkita suhdannetilanteesta riippumattomaksi. Aineiston perusteella näyttää kuitenkin siltä, että metsänomistajat arvioivat keskimääräisen myyntivälinsä liian pitkäksi. Jos virhe on systemaattinen, aiheuttaa tämä mallien tuloksiin tasoeron, mutta ei vaikuta eri kertoimien etumerkkeihin. Olettaen, että arviointivirhe on systemaattinen, viittaavat erot kahdessa mallityypissä siihen, että eri tekijöiden vaikutukset saattavat suhdannevaiheittain poiketa. Toisaalta, mikäli merkitsevät kertoimet poikkeavat kooltaan (tai todennäköisyysvaikutuksiltaan) toisistaan ko. mallityypeissä, tämäkin heijastanee käyttäytymiseroja suhdannevaiheittain. Päätelmiin on kuitenkin syytä suhtautua varauksella, sillä esimerkiksi harvoin puuta myyvien metsänomistajien arvio keskimääräisestä myyntivälistä saattaa olla epäluotettavampi kuin usein puuta myyvien.

Kolmantena mallityyppinä selitettiin puuta tutkimusvuonna myyneiden metsänomistajien myyntimääriä (kiintokuutiometreinä). Puunmyyntimalleissa omistusrakennemuuttuja oli ainoa, joka metsälön koon (mitattuna hehtaareissa) ja omistajatyypimuuttujan ohella vaikutti puunmyyntimääriin. Myyntimäärämalleissa metsätilanomistajien myyntimäärät olivat maanviljelijämetsänomistajia suuremmat. Näin ollen metsätilanomistajat myyvät harvemmin, mutta enemmän kuin maanviljelijät. Etelä-, Länsi- sekä Keski- ja Itä-Suomessa

myyntimäärät saatujen tulosten mukaan kasvavat vähenevästi tilakoon kasvaessa. Epälineaarisuus on kuitenkin siksi heikko, että metsälön koon hehtaariohtaisia hakkuumääriä pienentävä vaikutus tuntuu käytännössä vasta hyvin suurilla metsälöillä.

Edellä esitettyjä mallityyppisiä ajattelun mielenkiintoinen havainto on myös se, että logit-puunmyyntitodennäköisyysmalleissa metsätilanomistajien mallit mitattuna oikein ennustettujen valintojen osuudella olivat maanviljelijöiden malleja parempia. Lineaarisisa myyntimalleissa myös metsätilanomistajien malli osoittautui selitysasteeltaan maanviljelijöiden mallia paremmaksi, vaikka metsätilanomistajilla ainostaan metsälön koko osoittautui merkitseväksi selittäjäksi.

Myyntimäärien ja myyntitodennäköisyyksien erillinen tarkastelu jättää avoimeksi kysymyksen kokonaistarjontaan vaikuttavista tekijöistä. Jotta tästä puolesta saataisiin alustava käsitys estimoitiin lopuksi lineaariset regressiomallit, joissa selitettävänä muuttujana oli metsänomistajakohtaisen myyntitodennäköisyyden ja tutkimusvuonna myydyin puumäärän tulo. Kokonaistarjonnan tyydyttävä tarkastelu olisi edellyttänyt aineistoa vähintään korkea- ja matalasuhteeseen ajalta. Tässä jouduttiin kuitenkin tyytymään asian tarkasteluun lähinnä "lamakauden" tilanteen valossa (hakkuuvuodet 1974/75 ja 1975/76).

Merkitsevien selittäjien määrä "kokonaistarjontamalleissa" oli selvästi suurempi kuin määrämalleissa, mutta pienempi kuin logit-myyntitodennäköisyysmalleissa. Kun selitettävä muuttuja oli logit-myyntitodennäköisyysmallin antama havaintokohtainen myyntitodennäköisyysennuste kerrottuna tutkimusvuonna myydyillä havaintokohtaisella myyntimäärällä, saatiin koko aineistosta merkitsevät positiiviset kertoimet seuraaville muuttujille: omistus perhepiirissä, metsänhoitosuunnitelman olemassaolo, metsätaloudellinen koulutus, alue, hallinta-aika ja metsäpinta-ala. Merkillepantavaa on, että

päämiehen iällä, omistajatyypillä (metsätilanomistaja vs maatilametsänomistaja) ja maanviljelijöiden peltopinta-alalla ei ole merkittävää vaikutusta "kokonaistarjontaan".

Maanviljelijöiden mallissa metsänhoitosuunnitelman olemassaololla ja metsätaloudellisella koulutuksella ei näytä olevan merkittävää vaikutusta "kokonaistarjontaan". Hallinta-aika vaikuttaa siten, että "kokonaistarjonta" on suurimmillaan pienimmässä ja suurimmassa hallinta-aikaluokassa.

Metsätilanomistajien "kokonaistarjontaa" selittävät merkittävästi ainoastaan metsänhoitosuunnitelman olemassaolo ja metsäpinta-ala sekä 10 %:n riskitasolla myös metsätaloudellinen koulutus.

Esitettyihin malleihin liittyvien estimointiongelmien tarkastelu on raportissa sivuutettu. Liitteenä oleva korrelaatiomatriisi kuitenkin osoittaa, että multikollineaarisuus ei luokiteltujen selittäjien kohdalla ilmeisestikään aiheuta mainittavia ongelmia. Esimerkiksi luokiteltujen metsä- ja peltopinta-alamuuttujien väliset korrelaatiot ovat suhteellisen pieniä. Joissakin tapauksissa selittäjien väliset korkeat korrelaatiot saattavat kuitenkin vaikuttaa tuloksiin. Tällaisia keskenään korreloituneita selittäjiä ovat esimerkiksi metsätaloussuunnitelman olemassaolo ja metsätaloudellinen koulutus sekä metsäpinta-ala ja eräät aluemuuttujien luokat.

Näiden ja tehtyjen jäännösvirhetarkastelujen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että tulosten pahimmat puutteet ja mallien eräissä tapauksissa alhaiset selitysasteet eivät johdu selittäjien multikollineaarisuudesta tai mallien virheellisestä muodosta vaan keskeisten selittävien muuttujien puuttumisesta. Tästä syystä nyt esitettyjen mallien parantamisyrittäykset käytetyn aineiston puitteissa tuskin johtavat merkittäviin muutoksiin tuloksissa.

Sen sijaan kuva puunmyyntikäyttäytymisestä saattaa huomatta-

vasti selkiytyä ja tarkentua, jos tutkimuksen seuraavassa vaiheessa saadaan aineistoa eri suhdannevaiheista. Myös erilaisten hinta ja tulomuuttujien sekä hakkuupotentiaalia ja raakapuun kysyntätilannetta kuvaavien muuttujien saaminen tarkasteluun mukaan on tärkeää. Nämä kysymykset jäävät projektin jatkotutkimusten tehtäväksi.

VIITTEET:

¹ Aluejako on seuraava:

Etelä-Suomi: Ahvenanmaa sekä Helsingin, Lounais-Suomen, Uudenmaan-Hämeen, Itä-Hämeen ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakuntien alueet

Länsi-Suomi: Satakunnan, Pirkka-Hämeen, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan piirimetsälautakuntien alueet

Keski- ja Itä-Suomi: Etelä-Savon, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen piirimetsälautakuntien alueet

Pohjois-Suomi: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin piirimetsälautakuntien alueet

² Tässä esiteltävistä logit- ja probitmalleista on tulossa standardisisältöä ekonometrian kirjoihin. Niitä koskeva esittely sisältyy mm. seuraaviin kirjoihin: Goldberger (1964), Theil (1971), Goldfeldt ja Quandt (1972), Maddala (1977) ja Pindyk ja Rubinfeld (1981). Erinomainen katsaus kvalitatiivisten valintojen ekonometrisiin menetelmiin sisältyy Amemiyan (1981) artikkeliin.

³ Mikäli a priori tietoa jonkun jatkuvan selittävän muuttujan vaikutuksen monotonisuudesta ei ole, niin asian testaamiseksi se voidaan esim. hajottaa useammaksi luokaksi ja mallittaa dummy-muuttujien avulla. Vaihtoehtoisesti x_j on jonkun "alkuperäisen" muuttujan x_k epälineaarinen transformatio siten, että P^i on $x_j:n$, muttei välttämättä $x_k:n$ monotoninen funktio.

⁴ Seuraavan esityksen tarkoituksena on tuoda esille tarkasteltavien mallien perusajatus mahdollisimman yksinkertai-

nessa ja yleisessä muodossa. Toinen, erityisesti taloustieteilijöille luonteva tapa olisi käyttää ns. stokastisesta hyötyfunktioista lähtevää formulointia. Tässä esityksessä se sivuutetaan päätekstissä ja otetaan esille vain viitteessä 7.

⁵ Jos muuttuja X_j on relevantti vain yhden valintavaihtoehdon tapauksessa, niin se saa arvon nolla niiden havaintojen tapauksessa, joissa on valittu toinen vaihtoehto.

⁶ Probitmallin maximum likelihood menetelmällä estimoiva ohjelma sisältyy ainakin SHAZAM ja GLIM ohjelmopakkausiin. Logitmallin estimoiva ohjelma on em. pakkausten lisäksi esim. BMDP:lla.

⁷ Tässä esityksessä logitmalli on johdettu käyttäen ärsytystaso ja ärsytyskynnys käsitteitä, joiden avulla on päädytty kaavaan (18). Seuraavassa todetaan lyhyesti kuinka ja millaiseen lopputulokseen päädytään ns. stokastisesta hyötyfunktioista käsin edettäessä. Yksilön i valintavaihtoehdosta k seuraava hyöty kirjoitetaan

$$(1) U_i^k = V_i^k + e_i^k$$

missä V_i^k on deterministinen komponentti ja e_i^k satunnaiskomponentti, joka oletetaan riippumattomasti ja identtisesti jakautuneeksi kaikkien yksilöiden kesken. Hyötyfunktion deterministisen komponentin oletetaan riippuvan lineaarisesti ja additiivisesti valintavaihtoehtojen ominaisuuksista eli

$$(2) V_i^k = b_1 x_{i1}^k + b_2 x_{i2}^k + \dots + b_m x_{im}^k$$

Yllä x_{ij}^k :t ovat ominaisuuden j määriä vaihtoehdossa k tai yksilön i antamia pistearvoja (scores) ominaisuudelle j vaihtoehdossa k ja vastaavasti b_j :t ovat hyötypainoja. Oletetaan, että yksilö valitsee sen vaihtoehdon, joka tuottaa korkeimman hyödyn. Tarkastellaan yksinkertaisuuden vuoksi

kahta vaihtoehtoa (1 ja 0). Tällöin vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyys (P) voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$\begin{aligned}(3) P_i &= \text{Tn}(U_i^1 > U_i^0) = \text{Tn}(V_i^1 + e_i^1 > V_i^0 + e_i^0) \\ &= \text{Tn}(V_i^1 - V_i^0 > e_i^0 - e_i^1).\end{aligned}$$

Olettamalla satunnaiskomponentit (e) riippumattomiksi ja identtisesti kaikkien yksilöiden kesken Weibull jakautuneiksi satunnaismuuttujiksi voidaan yhtälöstä (3) lähtien johtaa liitteessä 1 esitetyllä tavalla vaihtoehdon 1 valintatodennäköisyydeksi (X)

$$\begin{aligned}(4) P_i &= 1/(1 + \exp(V_i^1 - V_i^0)) \\ &= 1/(1 + \exp(b_1(x_{i1}^1 - x_{i1}^0) + \dots + b_m(x_{im}^1 - x_{im}^0))).\end{aligned}$$

Kaavassa (4) esiintyvät hyötypainot (b:t) ovat estimoitavia parametreja. Jos valintaongelma on matkustaako töihin omalla autolla (x) tai julkisella kulkuvälineellä, niin selittävät muuttujat ovat tyyppiä "matka-aikojen erotus, matkakustannusten erotus" jne ko. vaihtoehdoissa (vrt. kaavaan (18) sivulla 29).

⁸ Hyvä katsaus optimikiertoajan malleista on esim. teoksessa William F. Hyde, 1980. Timber Supply, Land Allocation, and Economic Efficiency, ks. myös Samuelson 1976 ja Löfgren ja Johanson 1982.

⁹ Metsänomistajan hyödynmaksimointi-lähestymistapaa on käyttänyt mm. Binkley 1981.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ADAMS, DARIUS M. and HAYNES, RICHARD W. 1980. The 1980 Softwood Timber Assessment Market Model: Structure, Projections and Policy Simulations. Forest Science. Monograph 22.
- AMEMIYA, T. 1981. Qualitative Response Models: A Survey. Journal of Economic Literature, Vol. XIX, No. 4, Dec.
- BINKLEY, CLARK S. 1981. Timber Supply from Private Forests. Bulletin No. 92. Yale University: School of Forestry and Environmental Studies. New Haven.
- DOMENCICH, T.A. and MCFADDEN, D. 1975: Urban travel demand. Amsterdam: North-Holland.
- GOLDBERGER, A.S. 1964. Econometric theory. New York: Wiley.
- GOLDFELD, S.M. and QUANDT, R.E. 1972. Nonlinear methods in econometrics. Amsterdam: North-Holland.
- HENSHER, D.A. and JOHNSON, L.W. 1981. Applied discrete-choice modelling, Croom Helm, London.
- HYDE, W.F. 1980. Timber Supply, Land Allocation, and Economic Efficiency. Baltimore and London: The John Hopkins University Press.
- INTRILIGATOR, M.D. 1978. Econometric Models, Techniques, and Applications. Amsterdam: North-Holland.
- JÄRVELÄINEN, V-P. 1974. Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen. Summary: Forestry behaviour of private forest owners in Finland. Folia For. 222: 1-190.
- JÄRVELÄINEN, V-P. 1981. Hakkuukäyttäytyminen yksityismetsälöillä. Summary: Cutting behaviour in Finnish private woodlots. Folia For. 499: 1-54.
- JÄRVELÄINEN, V-P. 1983a. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö, yksityismetsälöillä Itä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 82. 1-59.
- JÄRVELÄINEN, V-P. 1983b. Yksityismetsien hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö, Satakunnan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. Moniste. 1-32.
- KNAPP, G. 1981. The Supply of Timber from Nonindustrial Private Forests. A Dissertation presented to the Faculty of Graduate School of Yale University. May 1981.

- KORPINEN, P. 1981. Raakapuemarkkinoiden hinnanmuodostuksesta Suomessa. Esitelmä Taloustieteellisen Seuran kokouksessa 29.1.1981. Taloustieteellisen Seuran Vuosikirja 1980/1981. pp. 250-257.
- KUUSELA, K. 1978. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1971-1976. Summary: Forest Resources and Ownership in Finland 1971-1976. Commun. Inst. For. Fenn. 93 (6): 1-107.
- LÖFGREN, K-G. and JOHANSSON, P-O. 1982. Forest economics and the economics of natural resources. Arbetsrapport 17. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsekonomi. (Working paper 17. College of Forestry, Department of Forest Economics). Umeå. pp. 1-262.
- MADDALA, G.S. 1977. Econometrics. New York: McGraw-Hill.
- MCFADDEN, D. 1973. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour. An article in P. Zarembka (ed.): Frontiers in econometrics. New York: Academic Press.
- PINDYCK, R.S. and RUBINFELD, D.L. 1981. Econometric models and economic forecasts. Second edition. New York: McGraw-Hill.
- PISKUNOV, N. 1974. Differential and Integral Calculus. Mir Publishers. Moscow.
- REUNALA, A. 1974. Structural change of private forest ownership in Finland. Seloste: Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos. Commun. Inst. For. Fenn. 82 (2): 1-79.
- RIIHINEN, P. 1981. Puunmyyntihalukkuus, sen kehitys ja säätely. Metsäteho. 1-17.
- RIIHINEN, P. 1982. Roundwood market: A Source of Stagnation of the Forest Industries. Silva Fennica 1982, vol 16, n:o 4, 335-342
- SAMUELSON, P. 1976. Economics of Forestry in an Evolving Society. Ec. Inquiry, vol. XIV.
- SEPPÄLÄ, H. - KUULUVAINEN, J. - SEPPÄLÄ, R. 1980. Suomen Metsäsektori Tienhaarassa. Abstract: The Finnish forest sector at a cross road. Folia For. 434: 1-122.
- SEPPÄLÄ, R. 1974. Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa. Summary: Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. Folia For. 189: 1-38.

- TERVO, M. 1981. Raakapuun kysyntä ja metsänomistajaryhmittäinen tarjonta. Puumarkkinatieteen lisensiaattitutkielma. Helsingin Yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Syyskuu 1981, 140 p.
- THEIL, H. 1971. Principles of econometrics. New York: Wiley.
- VESIKALLIO, H. 1981. Metsäteollisuusyritysten puunhankinta muuttuvassa yhteiskunnassa. Summary: The timber procurement of forest industry companies in the changing society. Metsäteho. 1-62.
- VIRTA, J. 1971. Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970. Summary: Timber-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. Folia For. 114: 1-57.

SUMMARY

THE TIMBER SUPPLY BEHAVIOUR OF THE PRIVATE NONINDUSTRIAL FOREST OWNERS IN FINLAND.

Aim and the method of the investigation

The aim of this study is to consider the timber supply behaviour of private forest owners in Finland. Our data is based on the interviews of 2899 forest owners in the cutting year 1974/75 in Southern Finland and 1975/76 in Northern Finland. We estimate different types of econometric supply models in which the dependent variables and the model types vary but the independent socio-economic variables remain the same. In our logit models we model the "timber sales - no sales" dichotomy in the interview year in order to find out the determinants of the probability of selling timber. Next, the determinants of the volume of cuttings for sale in the interview year are studied by using linear regression models and those who sold as the data. Thereafter, we estimate "total supply models" in which the dependent variable is the product of the volume of cuttings for sale and the probability of selling as predicted by the logit model. The results of these models are affected by the fact that there was a marked recession in the forest industries during the interview years.

In addition to these models, we estimate linear logistic regression models in which the dependent variable $\ln(P/1-P)$ ($P = 1/MV$) is based on the average sales interval (MV) which was asked in the interview. This model can be used to predict average annual sales probabilities (P). The results of this model are independent of the economic situation in the interview years as the question refers to the average sales interval. "Total supply models" in which the latter probabilities are multiplied by the volume of cuttings in the interview year are also estimated. Note that in all of our models continuous explanatory variables are also classified and modeled by dummy-variables.

Sales probability and volume of cuttings

According to the results of our logit models several socio-economic factors have statistically significant effects on the probability of selling in the interview year. The probability of selling timber increases in the interview year when ownership of the forest holding is within the family, a forest plan exists, the owner has had education in forestry and when the size of the holding increases. Young owners sell more probably than old ones. The sales probabilities are highest in Southern and Western Finland, at intermediate levels in Eastern Finland and smallest in Northern Finland. Duration of ownership and the farm size of farmer-forest owners do not obtain significant coefficients. The farmers differ, however, from non-farmers

in that the former had a higher sales probability than the latter.

When the above logit model is estimated separately for farmers and non-farmers we end up with similar results, with a few exceptions. The signs of all variables are the same in both models, but the ownership structure and forest plan variables are significant only in farmers model. On the other hand, the education in forestry variable becomes significant only in the non-farmers model. In the latter model we also have a location of residence variable according to which living near the forestry holding increases the probability of selling.

In addition to the previous model we estimate a variant for farmers in which four forest holding size classes and three farm size classes are fully interacted into 12 cells. Seven of these dummy cells obtain both expected signs and statistically significant coefficients. According to the results, the probability of selling increases with the forest holding size, given the farm size. The respective probability decreases with the farm size, given the forest holding size.

As our second set of models we estimate linear regression models with the volume of timber cuttings (in cubic meters) as the dependent variable. Now, only ownership structure, holding size and owner type variables obtain significant coefficients. The volume of sales increases besides with the holding size, also if the ownership is within the family or the owner is a non-farmer instead of a farmer.

"Total supply" and average sales probability

Next, we construct a "total supply" (or average annual supply) dependent variable by multiplying the probability predictions of the above logit model and the volumes of sales for those owners who had sold during the interview year (sales or volume information for other years were not available). In our linear "total supply" regression model the signs of variables are the same as in our logit model. Also the same variables become significant except the age and owner type variables which now turn out to be insignificant. Referring to the latter variable the evidence this far suggests that farmers sell more often but less at a time than non-farmers. There is no difference, however, in their "total supply".

To reiterate, the above results are based on data concerning the interview years, i.e. years during which a recession prevailed. To get some results which are independent of the economic conditions of the interview year we utilize the answer to a question concerning the average sales interval (MV). Now, average annual sales probability (P) for each replying forest owner is $1/MV$. Note that the formula of the logit model, which was applied above to model the discrete choice (sale - no sale dummy), can be transformed to a

linear logistic equation with $\ln(P/(1-P))$ as the dependent variable. Then, we can use the individuals' probabilities ($P = 1/MV$) to specify the dependent variable for each observation and estimate the model by ordinary least squares and compare the coefficients directly to those of our previous logit models.

The coefficients of the logistic regression model for the whole data set have the same signs as those of our logit model except duration of ownership and farm size variables which, however, are statistically insignificant. As for the variables with the same signs, the two models differ in that ownership structure and education in forestry are significant in the logit model but not in the logistic regression model. Other variables (forest plan, regional location, age of owner, holding size and owner type) have both the same signs and were also significant in almost all classes of each variable, too. Accordingly, these factors seem to have an effect on sales probabilities throughout the trade cycle.

Finally, we construct "total supply" models in which the dependent variable is the product of the inverse on the sales interval ($1/MV = P$) and the volume of sales during the interview year. Out of statistically significant variables ownership structure, forest plan, regional location and owner type and holding size have the same signs as they have in our previous "total supply" model in which the sales probabilities were predicted by the logit model. Education in forestry has now a significant positive effect only in the first model whereas duration of ownership now has a significant effect only in the second variant. The average annual volume supplied (total supply) is greatest for those whose duration of ownership is the shortest. The owner type variable does not become significant in either model implying that there is no difference in the total supply of farmers and non-farmers.

Despite the fact that most of our results are in concord with our expectations they must be regarded to be somewhat tentative due to the nature of our data. Instead of information concerning supply behaviour in a given year only, we would like to have time series data on individual forest owners. Furthermore, information on price of timber and some other additional socio-economic variables related to owners and their forest holdings would evidently enable the construction of better models. The testing of present results with new data sets is left for later work.

LIITE 1. Logitmallin kaavan (yhtälö 18, s. 29) johtaminen

Vaihtoehdon $Y^i = 1$ valintatodennäköisyys P^i voidaan yhtälön (12) mukaan kirjoittaa yläindeksit i pois jättäen

$$(1') P = T_n [t + w \geq v]$$

missä t on reaaliarvoinen vakio ja w sekä v satunnaismuuttujia. Ns. konvoluutiokaavaa (ks. esim. Piskunov (1974), osa II, ss. 429-431) soveltaen yhtälön (1') oikean puolen määrittämä todennäköisyys voidaan kirjoittaa

$$(2') T_n [t + w \geq v] = \int_{-\infty}^{\infty} f_w(n) F_v(t+n) dn ,$$

missä f_w on w :n todennäköisyystiheysfunktio ja F_v on v :n kumulatiivinen todennäköisyysfunktio.

Oletetaan satunnaismuuttujat w ja v riippumattomiksi ja identtisesti parametrin arvolla $\alpha = a$ Weibull jakautuneiksi muuttujiksi. Soveltamalla kaavoja (16) ja (17) yhtälön (2') asettaen $\alpha = a$ päädytään vaiheittain seuraaviin lausekkeisiin

$$\begin{aligned} (3') \quad T_n [t + w \geq v] &= \int_{-\infty}^{\infty} [\exp(-(n+a)) \exp(-e)^{-(n+a)} \exp(-e)^{-(n+t+a)}] dn \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \{ \exp(-(n+a)) [\exp(-e)^{-n} (\exp(-a) + \exp(-(t+a)))] \} dn \end{aligned}$$

Lausekkeiden lyhentämiseksi merkitään yhtälön vasenta puolta P :llä ja merkitään

$$(4') \quad C = \exp(-a) + \exp(-(t+a)) ,$$

jolloin (3') saadaan ottamalla lisäksi termi e^{-a} integraalin eteen seuraavaan muotoon

$$(5') \quad P = \exp(-a) \int_{-\infty}^{\infty} \{ \exp(-n) \exp[(-e)^{-n} C] \} dn .$$

Kun nyt huomataan, että yhtälössä (5') integroitava funktio on itse asiassa funktion

$$(6') \quad H(n) = (1/C) \exp(-e)^{-n} C$$

derivaatta n:n suhteen, niin yhtälö (5') saadaan muotoon

$$(7') \quad P = \left[\exp(-a)/C \right] \int_{-\infty}^{\infty} \left[\exp((-e)^{-n} C) \right] = \left[\exp(-a) / C \right] (1-0) \\ = (\exp(-a)) / \exp(-a) + \exp(-(t+a)) \\ = 1 / (1 + e^{-t}).$$

Näin yllä on päädytty lausekkeeseen, joka on sama kuin yhtälön (18) oikea puoli.

LIITE 2. Muuttujien koodaus, keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluväli

	havaintojen lukumäärä	keski-arvo	keskihajonta	minimi	maksimi
Omistajan ikä, vuotta	2775	51.90	13.55	9.0	97.0
Omistajan ammatti	2815	1.30	0.46	1.0	2.0
1 maanviljelijä					
2 metsätilanomistaja					
Tilalla asuminen	2883	0.77	0.42	0.0	1.0
0 ei lainkaan tai tilapäisesti					
1 vakinaisesti					
Hallinta-aika, vuotta	2883	17.84	12.59	0.0	75.0
Tilan omistussuhde	2893	0.79	0.41	0.0	1.0
0 perikunta, yhtymä ym.					
1 omistaa yksin tai perh. jäsenen kanssa					
Peltoa ja/tai puutarhaa, ha	2899	10.48	14.25	0.0	260.8
Metsämaata, ha	2899	73.64	125.54	5.1	3472.5
Onko suunnitelma	2890	0.10	0.30	0.0	1.0
0 ei suunnitelmaa					
1 on metsälö- tai metsätaloussuunnitelma					
Keskimääräinen myyntiväli hallinta-aikana, vuotta	2492	4.49	4.57	1.0	43.0
Metsätaloudellinen koulutus	2884	0.26	0.44	0.0	1.0
0 ei ole saanut					
1 on saanut					
Suuralue	2899	2.78	1.09	1.0	4.0
1 Etelä-Suomi					
2 Länsi-Suomi					
3 Keski- ja Itä-Suomi					
4 Pohjois-Suomi					
(ks. myös viiteluettelo)					
Onko myynyt tukki- tai ainespuuta tutkimusvuonna	2899	0.46	0.50	0.0	1.0
0 ei ole myynyt					
1 on myynyt					
Myyntitukkipuu ja -ainespuu tutkimusvuonna, k-m ³	2899	135.01	443.68	0.0	11074.0
Myyntitukkipuu ja -ainespuu tutkimusvuonna, k-m ³ /ha	2899	1.86	4.36	0.0	78.6

LIITE 3. Muuttujen korrelaatiomatriisi

Onko myynyt puuta tuok.vuonna	1	1.00	-0.29	0.38	0.45	0.09	0.16	0.12	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15
Myyntimäärä hallinta-ajaksena	2	-0.29	1.00	-0.13	-0.48	-0.08	-0.12	-0.14	-0.05	0.06	-0.18	-0.21	-0.14	0.07	-0.01	-0.12
Myyntimäärä tuok.vuonna k-m ³	3	0.45	-0.13	1.00	0.46	0.15	0.11	0.14	0.05	0.06	0.05	0.14	0.14	0.02	0.01	-0.04
Myyntimäärä tuok.vuonna k-m ³ /ha	4	0.45	-0.08	0.46	1.00	0.08	0.15	0.06	0.01	0.06	0.07	-0.11	0.06	0.01	-0.01	-0.06
Tilan omistussuhde	5	0.09	-0.08	0.03	0.08	1.00	0.05	0.01	0.06	0.07	0.13	-0.24	0.06	0.01	0.02	0.02
Onko suunnitelmassa	6	0.12	-0.15	0.15	0.05	0.05	1.00	0.16	0.06	0.00	0.05	-0.10	0.20	0.02	0.02	-0.01
Metätaloudellinen koulutus	7	0.12	-0.14	0.11	0.06	0.01	0.16	1.00	0.09	0.01	0.02	-0.10	0.20	-0.01	-0.06	-0.11
Etelä-Suomi	8	0.07	-0.05	0.04	0.03	0.06	0.06	0.09	1.00	-0.24	-0.30	-0.31	0.01	-0.02	-0.01	0.02
Länsi-Suomi	9	0.08	0.06	-0.05	-0.01	0.07	0.00	0.01	-0.24	1.00	0.34	-0.35	0.03	0.03	0.04	-0.04
Keskij- ja itk-Suomi	10	0.08	-0.14	0.05	-0.19	0.13	0.05	0.10	0.30	0.34	1.00	-0.46	0.01	0.00	0.00	0.03
Pohjois-Suomi	11	0.07	-0.14	0.04	0.06	-0.06	0.02	0.12	0.01	-0.30	-0.46	1.00	-0.02	0.00	0.00	0.03
IKK, alle 40 v.	12	0.07	-0.14	0.04	0.06	-0.06	0.02	0.20	0.01	-0.03	0.03	-0.01	1.00	-0.28	-0.29	-0.32
" " 40-49 v.	13	0.07	-0.07	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	-0.02	0.03	0.00	-0.01	-0.28	1.00	-0.34	-0.37
" " 50-60 v.	14	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.02	0.02	0.06	-0.06	0.04	0.00	-0.02	-0.29	-0.34	1.00	-0.39
Hallinta-ajaksen alle 10 v.	15	-0.12	0.17	-0.04	-0.06	0.02	-0.01	0.11	0.02	-0.04	0.03	0.05	0.32	0.42	0.36	1.00
" " 10-25 v.	16	0.09	-0.17	0.09	0.11	-0.11	0.01	0.09	0.00	-0.07	0.04	0.03	0.42	0.42	0.36	-0.17
" " yli 25 v.	17	-0.04	-0.04	-0.06	-0.05	0.03	0.01	-0.12	0.01	0.02	0.01	0.02	-0.38	0.39	0.09	-0.47
Metägaala, ha	18	0.09	-0.14	0.41	-0.03	-0.10	0.19	0.13	-0.02	-0.13	-0.01	0.14	0.02	0.01	-0.04	0.01
" " alle 25 ha	19	-0.12	0.24	-0.17	0.03	0.09	-0.13	0.12	0.15	0.19	-0.05	-0.24	0.03	0.03	0.01	0.04
" " 25-49 ha	20	-0.02	-0.02	-0.11	0.00	0.04	-0.03	0.02	-0.01	0.05	0.08	-0.12	0.00	0.01	-0.01	-0.02
" " 50-100 ha	21	0.07	-0.11	0.03	0.00	-0.03	0.05	0.03	-0.07	-0.11	-0.01	0.17	0.00	0.01	-0.01	0.00
Yli 100 ha	22	0.07	-0.11	0.27	-0.03	-0.11	0.12	0.12	0.07	-0.11	-0.02	0.20	0.02	0.02	-0.01	-0.02
Metätalonomistaja	23	-0.15	0.13	0.03	0.01	-0.13	0.04	0.02	-0.01	-0.07	-0.07	0.14	0.05	0.05	-0.01	-0.08
Peltoala, ha	24	-0.19	-0.16	0.27	0.05	0.06	0.25	0.22	0.05	-0.09	0.07	0.64	0.09	0.12	-0.03	0.16
Maanvilj., peltoala 5-11 ha	25	0.03	-0.07	-0.07	-0.03	0.02	-0.04	-0.13	-0.10	-0.03	0.03	0.08	-0.05	-0.01	0.04	0.01
" " 12-17 ha	26	0.10	-0.07	0.00	0.01	0.07	0.02	0.06	0.03	0.03	0.08	-0.13	0.03	0.03	-0.02	-0.04
" " yli 17 ha	27	-0.15	-0.10	0.09	0.02	0.07	0.14	0.13	0.18	0.13	-0.05	-0.21	0.06	0.03	-0.03	-0.05

Onko myynyt puuta tuok.vuonna	1	1.00	-0.04	-0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29
Myyntimäärä hallinta-ajaksena	2	-0.07	1.00	-0.04	-0.09	-0.12	-0.02	-0.02	0.17	-0.07	-0.15	0.19	0.09	-0.07	0.00
Myyntimäärä tuok.vuonna k-m ³	3	0.09	-0.06	-0.02	0.41	-0.17	-0.11	0.03	0.21	0.03	0.27	0.04	-0.07	0.00	0.09
Myyntimäärä tuok.vuonna k-m ³ /ha	4	0.11	-0.05	-0.05	-0.03	0.03	0.00	-0.03	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	-0.03	0.01
Tilan omistussuhde	5	-0.11	0.03	0.07	-0.10	0.09	0.04	-0.03	-0.11	-0.13	0.06	0.01	0.02	0.07	0.07
Onko suunnitelmassa	6	0.01	0.01	-0.02	0.19	-0.13	-0.03	0.05	0.12	-0.04	0.25	-0.07	-0.04	0.02	0.14
Metätaloudellinen koulutus	7	0.09	0.02	-0.11	0.13	-0.12	0.02	0.03	0.12	0.02	0.22	-0.10	-0.13	0.06	0.19
Etelä-Suomi	8	-0.01	0.01	0.01	-0.12	0.15	0.01	-0.11	-0.17	-0.01	0.05	-0.03	0.03	0.03	0.16
Länsi-Suomi	9	0.00	0.01	0.01	-0.02	-0.05	0.08	-0.01	-0.02	-0.07	0.07	-0.03	0.03	0.08	-0.05
Keskij- ja itk-Suomi	10	0.04	0.01	-0.05	-0.01	-0.05	0.08	0.01	0.17	0.20	0.14	-0.21	0.06	0.08	-0.13
Pohjois-Suomi	11	0.03	-0.02	0.00	0.14	-0.24	0.02	0.00	0.02	0.05	0.02	0.05	-0.09	-0.05	0.03
IKK, alle 40 v.	12	0.42	-0.11	-0.28	0.02	-0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	-0.11	0.01	0.03
" " 40-49 v.	13	0.06	0.19	-0.26	0.01	-0.04	0.01	0.01	-0.01	-0.03	0.01	-0.03	0.01	0.04	-0.02
" " 50-60 v.	14	-0.25	-0.17	0.41	0.01	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.08	-0.04	0.18	0.01	0.04	-0.05
Hallinta-ajaksen alle 10 v.	15	1.00	-0.51	-0.41	0.04	-0.05	0.00	0.03	0.02	0.08	0.00	-0.05	0.03	0.03	0.01
" " 10-25 v.	16	-0.04	-0.06	-0.06	0.00	0.02	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.10	0.01	0.06	-0.03	0.01
" " yli 25 v.	17	0.41	-0.59	0.06	0.00	0.00	0.23	0.01	0.01	0.62	0.07	0.41	-0.08	0.06	-0.03
Metägaala, ha	18	0.04	-0.04	0.00	1.00	-0.35	-0.23	0.00	0.62	0.29	0.07	0.10	0.11	0.01	0.10
" " alle 25 ha	19	0.05	0.03	0.02	0.35	1.00	-0.34	-0.36	-0.29	0.07	-0.14	0.11	-0.01	-0.05	-0.13
" " 25-49 ha	20	0.00	0.01	0.01	-0.23	-0.34	1.00	0.38	-0.30	-0.06	0.04	0.01	0.04	0.03	-0.01
" " 50-100 ha	21	0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.36	-0.38	1.00	-0.32	-0.05	0.00	-0.05	0.04	0.00	0.05
Yli 100 ha	22	0.02	0.00	-0.01	0.62	-0.29	-0.30	-0.32	1.00	0.05	0.19	-0.07	0.07	0.02	0.09
Metätalonomistaja	23	0.08	0.03	-0.10	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	1.00	-0.19	-0.24	-0.42	-0.21	-0.25
Peltoala, ha	24	-0.05	-0.04	0.09	-0.08	0.11	-0.01	0.05	-0.07	-0.24	0.25	1.00	-0.28	-0.14	-0.17
Maanvilj., peltoala alle 5 ha	25	-0.05	0.01	0.06	-0.08	-0.01	0.04	0.04	-0.07	-0.42	-0.14	-0.28	1.00	-0.25	-0.30
" " 5-11 ha	26	0.03	0.00	-0.03	-0.01	-0.05	0.03	0.00	0.02	-0.21	0.09	-0.14	-0.25	1.00	-0.15
" " 12-17 ha	27	-0.01	0.02	-0.01	0.10	-0.13	-0.01	0.05	0.09	-0.25	0.58	-0.17	-0.30	-0.15	1.00
" " yli 17 ha	28	-0.01	0.02	-0.01	0.10	-0.13	-0.01	0.05	0.09	-0.25	0.58	-0.17	-0.30	-0.15	1.00

Havaintojen lukumäärä 2363

LIITE 4. Lineaarinen regressiomalli hehtaarikohtaisille myyntimäärille: kaikki

SELITTÄJÄ	KERTOIMET	t-ARVOT
VAKIO	1.014	
OMISTUS		
- omistaa yksin tai perh. jäs. kanssa	1.625	3.362
- perikunta, henkilöyhtymä tms. (0-tapaus)		
METSÄNHÖITOSUUNNITELMA		
- on	-0.066	-0.146
- ei ole (0-tapaus)		
METSÄTALOUDELLINEN KOULUTUS		
- on	-0.014	-0.038
- ei ole (0-tapaus)		
ALUE		
- Etelä-Suomi	0.389	0.770
- Länsi-Suomi	0.069	0.145
- Keski- ja Itä-Suomi	1.104	2.476
- Pohjois-Suomi (0-tapaus)		
PÄÄMIEHEN IKÄ		
- alle 40 vuotta	0.146	0.260
- 40-49 vuotta	-0.311	-0.632
- 50-60 vuotta	0.245	0.541
- yli 60 vuotta (0-tapaus)		
HALLINTA-AIKA		
- alle 10 vuotta	1.319	2.641
- 10-25 vuotta	0.135	0.324
- yli 25 vuotta (0-tapaus)		
OMISTAJATYYPI		
1) metsätilanomistaja	2.171	4.237
2) maanviljelijä, jonka peltoala		
- alle 5 ha	1.970	3.166
- 5-11 ha	0.149	0.321
- 12-17 ha	-0.342	-0.623
- yli 17 ha (0-tapaus)		
R^2	0.055	
F-testisuure	4.73	
Havaintojen (puuta myyneiden) lkm	1238	

ISBN 951-40-0995-9

ISSN 0358-4283