

**VATT-TUTKIMUKSIA**  
14  
**VATT-RESEARCH REPORTS**

**Mika Kuismanen**

**PROGRESSIIVISEN TULOVEROTUKSEN  
VAIKUTUS MIESTEN TYÖN TARJONTAAN**

**VALTION TALOUDELLINEN TUTKIMUSKESKUS**

**Government Institute for Economic Research**

**Helsinki 1993**

**ISBN 951-561-062-1**

**ISSN 0788-5008**

**Valtion taloudellinen tutkimuskeskus**

**Government Institute for Economic Research**

**Hämeentie 3, 00530 Helsinki, Finland**

**J-Paino Ky**

**Helsinki**

**Mika Kuismanen:** Progressiivisen tuloverotuksen vaikutus miesten työn tarjontaan. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 1993 (B, ISSN 0788-5008; No 14), ISBN 951-561-062-1.

**TIIVISTELMÄ:** Tutkimuksessa käsitellään progressiivisen tuloverotuksen vaikutusta työn tarjontaan. Tutkimuksen teoreettisessa osassa esitetään työn tarjontateorian perusmalli verottomassa sekä lineaarisen (proportionaalisen) veron tapauksessa. Tämän jälkeen teoria laajennetaan koskemaan myös progressiivista tuloverotusta. Olettamalla vapaa-aika normaalihyödykkeeksi voidaan progressiivisen verojärjestelmän tapauksessa veroparametreja muuttamalla yleensä ennustaa työn tarjonnan muutossuunta. Työn empiirinen osa perustuu yksilötason aineistoon ja sovelluskohteena on 25-55-vuotiaat miehet. Työn tarjontayhtälöiden estimoinneissa otetaan yksilön kohtaaman budjettirajoitteen epälineaarisuus huomioon. Mallit estimoidaan s.u.-estimointimenetelmällä sekä yhden että kahden satunnaistermin tapauksessa. Estimointituloksia käytetään hyväksi alustavissa tehokkuustappiolaskelmissa.

**ASIASANAT:** työn tarjonta, progressiivinen verotus, paloittain lineaarinen budjetti-rajoite, s.u. -estimointimenetelmä.

**Mika Kuismanen:** Progressiivisen tuloverotuksen vaikutus miesten työn tarjontaan. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 1993 (B, ISSN 0788-5008; No 14), ISBN 951-561-062-1.

**ABSTRACT:** The study deals with the effects of progressive income tax on labor supply. The theoretical part is divided into two different sections. In the first part the basic model of labor supply, without taxes and with linear (proportional) taxes, is examined. The second part extends the model by taking into account progressive income tax. Assuming that leisure time is a normal good we can predict changes in labor supply when the tax parameters are changed one at a time. The empirical part of the study is based on individual level data. The sample used consists of men aged 25-55 years. In this study we take into account nonlinearities of the budget constraints when labor supply functions are estimated. Models are estimated using maximum likelihood method. The results are used to evaluate the deadweight-loss effect.

**KEYWORDS:** labor supply, progressive income tax, piecewise linear budget constraint, maximum likelihood method.

## **SAATTEEKSI**

Tutkimus on hyväksytty toukokuussa 1993 Helsingin yliopiston kansantaloustieteen laitoksen opinnäytetyöksi.

Työtä ohjanneet professori Erkki Koskela ja dosentti, tutkimusjohtaja Heikki A. Loikkanen ansaitsevat suuret kiitokset työn etenemistä kohtaan osoittamastaan mielenkiinnosta ja kannustuksesta.

Haluan myös kiittää erikoistutkija Seija Ilmakunnasta kärsivällisyydestä kysymyksiäni kohtaan. Seija auttoi myös suuresti estimointeja varten kirjoitettujen ohjelmien laadinnassa. Erikoistutkija Ilpo Suoniemi ja valtiot. yo Marjo Pyy ansaitsevat erityiset kiitokset useista arvokkaista kommentista työtäni kohtaan.

Valtion taloudellista tutkimuskeskusta kiitän erinomaisista työolosuhteista ja tutkimuksen julkaisemisesta.

**Mika Kuismanen**

## ESIPUHE

Tuloverotuksen vaikutus yksilöiden työn tarjontaan on ollut kansainvälisesti vuosikymmeniä eräs julkistalouden keskeisistä tutkimuskohteista. Suomessa aiheesta on julkaistu kuitenkin tutkimuksia varsin vähän. Kansainvälisesti tutkimus on ollut erityisen vilkasta viimeisen 10 - 15 vuoden aikana. Yhtenä virikkeenä ovat olleet verouudistukset. Tutkimusmetodiikka on myös kehittynyt sekä ekonometristen menetelmien että tietokoneiden kehittymisen vuoksi niin, että nyt puhutaan uuden sukupolven tutkimustraditiosta. Ongelma on keskeisesti kiinnostava julkisen talouden tutkimuksessa, koska valtion verokertymästä tuloveron osuus on huomattava. Verotuksen vaikutuksia käsittelevä tutkimus onkin eräs Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen painopistealueista.

Tutkimuksessa käsitellään sekä teoreettisesti että empiirisesti progressiivisen tuloverotuksen vaikutusta yksilöiden työn tarjontapäätöksiin. Tässä käytetään hyväksi systemaattisesti sekä talousteorian että ekonometrisia menetelmiä. Empiirisenä sovelluskohteena tutkimuksessa on 25 - 55-vuotiaat suomalaiset miehet. Tutkimuksen teoriaosassa esitetään työn tarjontateorian perusmalli sekä verottomassa että proportionaalisen veron tapauksessa. Teoriaosa on työssä laajennettu koskemaan myös progressiivista tuloverotusta. Työn empiirisessä osassa estimoidaan ekonometrisin menetelmin työn tarjontafunktioita, joissa yksilön kohtaama epälineaarinen budjettirajoite on pyritty ottamaan mahdollisimman realistisella tavalla huomioon. Työssä on erityisesti kiinnitetty huomiota budjettirajoitteiden konstruointiin. Saatuja tuloksia on käytetty alustavissa tehokkuustappiolaskelmissa.

Tutkimuksen on tehnyt valtiot. yo Mika Kuismanen, joka on työskennellyt VATT:ssa harjoittelijana. Se perustuu Helsingin yliopistossa toukokuussa 1993 hyväksytyyn opinnäytetyöhön. Työ ansaitsee tulla kuitenkin myös laajemman lukijakunnan tietoon.

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että työvoiman aktiivisimman osan, 25 - 55-vuotiaiden miesten, joiden työhönsallistumisaste syksyllä 1989 oli noin 90 prosenttia, marginaalinettopalkan nousu aiheuttaa selvästi havaittavan työpanoksen lisäyksen. Korkea marginaalivero aiheuttaa myös tulosten mukaan tuntuvan tehokkuustappion tässä ryhmässä. Tulokset ovat taloustieteen perushypoteesien mukaisia, vaikkakin muualla tehdyt empiiriset tutkimukset ovatkin antaneet tuloksia, joiden mukaan verotuksen progressiivisuudella ei olisi sanottavia vaikutuksia työn tarjontaan. Nämä ovat tuloksia, joilla voi olla merkitystä verojärjestelmän suunnittelun kannalta. Verotuksen vaikutus voi kuitenkin olla erilainen erilaisissa kohdejoukoissa (miehet, naiset, eri ikäryhmät jne.). Lisäksi sosiaaliturvajärjestelmällä voi olla merkittäviäkin vaikutuksia. Siksi on erityisen tärkeää jatkaa empiiristä työtä tällä alueella.

Helsingissä 17.6.1993

Reino Hjerppe



# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Työn tarjontateorian perusmalli ja proportionaalinen verotus</b>	<b>6</b>
2.1	Mallin komparatiivinen statiikka . . . . .	7
2.2	Proportionaalisen verotuksen vaikutus työn tarjontaan . . . . .	11
2.2.1	Proportionaalisen verotuksen komparatiivinen statiikka . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Progressiivisen verotuksen vaikutus työn tarjontaan</b>	<b>13</b>
3.1	Budjettirajoitteen muodosta seuraavia tuloksia . . . . .	16
3.1.1	Verotuksen vaikutus työn tarjontaan kun yksilön optimiasema on tiedossa . . . . .	18
3.2	Veroparametrien muutosten vaikutukset työn tarjontaan paloittain lineaarisessa verojärjestelmässä . . . . .	21
3.2.1	Muutos könttäsummaverossa . . . . .	22
3.2.2	Muutos verokynnyksessä . . . . .	22
3.2.3	Muutos veroluokassa . . . . .	24
3.2.4	Marginaaliveroasteen lokaali muutos . . . . .	26
3.2.5	Bruttotuntipalkan muutos . . . . .	28
3.3	Ei-progressiivinen verojärjestelmä . . . . .	29
3.3.1	Työhön osallistumisen kiinteät kustannukset ja työhön osallistuminen . . . . .	31
3.3.2	Muita näkökohtia . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Yksilön optimiaseman määrittäminen ja ekonometriset mallit</b>	<b>35</b>
4.1	Lineaarista työn tarjontafunktiota vastaavien suoran ja epäsuoran hyötyfunktion johtaminen . . . . .	36
4.2	Työn tarjonnan optimi ja paloittain lineaarinen verojärjestelmä . . . . .	39
4.3	Ekonometriset mallit . . . . .	42
4.3.1	Budjettirajoitteen linearisointimenetelmä . . . . .	43
4.3.2	Hausmanin metodi (s.u. - estimointimenetelmä) . . . . .	45
4.3.3	Yhden satunnaisterman malli (kiinteiden preferenssien malli) . . . . .	45
4.3.4	Kahden satunnaisterman malli (vaihtelevien preferenssien malli) . . . . .	48

<b>5</b>	<b>Katsaus viimeaikaiseen empiiriseen työn tarjontatutkimukseen</b>	<b>52</b>
5.1	Miesten työvoiman tarjontaa koskevia tuloksia . . . . .	53
5.2	Naisten työvoiman tarjontaa koskevia tuloksia . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Tutkimusaineisto ja käytettyjen muuttujien kuvaus</b>	<b>60</b>
6.1	Lopullisessa estimoinnissa käytettävän aineiston muodostaminen ko- ko otoksesta . . . . .	63
6.2	Vuosittaiset työtunnit . . . . .	64
6.3	Tuntipalkka . . . . .	67
6.3.1	Verojärjestelmä ja verovähennysten käsittely mallissa . . . . .	69
6.4	Eksogeeninen tulo . . . . .	72
6.4.1	Esimerkki yksilön kohtaamasta budjettirajoitteesta . . . . .	75
<b>7</b>	<b>Estimointitulokset</b>	<b>77</b>
7.1	Yhden satunnaistermin mallin tulokset koko otokselle . . . . .	79
7.2	Estimointitulokset toimihenkilöille ja työntekijöille . . . . .	85
7.3	Estimointitulokset kahden satunnaistermin mallista . . . . .	89
7.4	Alustavia laskelmia tehokkuustappioista . . . . .	91
<b>8</b>	<b>Yhteenveto ja johtopäätökset</b>	<b>96</b>
<b>9</b>	<b>Lähteet</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	<b>Liitteet</b>	<b>104</b>
A	. . . . .	104
B	. . . . .	106
C	. . . . .	107
D	. . . . .	110
E	. . . . .	111
F	. . . . .	113
G	. . . . .	117



# Luku 1

## Johdanto

Verotuksen vaikutus talouden toimijoihin on ollut vuosikymmeniä kansantaloustieteen keskeinen tutkimuskohde. Pitkästä tutkimustraditiosta huolimatta (tai siitä johtuen) ekonomistien näkemykset verotuksen vaikutuksista poikkeavat huomattavasti. Tähän on varmasti monia syitä, mutta eräs keskeisimmistä on verotuksesta johtuva suhteellisten hintojen muutos, joka johtaa tulojaon muuttumiseen eri talousyksiköiden välillä. Tämä taas yleensä johtaa poliittiseen vastakkainasetteluun eri intressiryhmien välillä. Veropolitiikan yleisesti hyväksytyjä tavoitteita ovat tehokkuus ja tasa-arvoisuus. Poliitiikka, joka edistää molempia olisi toivottavaa. Ongelmana on se, että yleisessä keskustelussa tehokkuus ja tasa-arvoisuus asetetaan usein vastakkaisiksi; tehokkuuden lisääntyminen johtaa epäoikeudenmukaiseen verokohteluun ja siten eriarvoisuuden lisääntymiseen yhteiskunnassa tai päinvastoin. Tässä tutkimuksessa ei ole tarkoitus ottaa kantaa siihen, millainen optimaalisen verojärjestelmän tulisi olla. Tarkoituksena on tutkia, kuinka tuloverotuksen muutokset vaikuttavat työn tarjonnan muutokseen. Tutkimuksen empiirisenä sovelluskohteenä on 25 - 55-vuotiaat perheelliset miehet, ja tutkimuksen mukaan tuloverotuksen muutokset vaikuttavat kyseisen ryhmän työn tarjontaan. Ongelma on kiinnostava talousteorian, ekonometrian ja julkisen talouden kannalta, koska valtion verokertymästä tuloveron osuus on huomattava.

Talousteorian mukaan tuloverotuksella on työn tarjontaan negatiivinen vaikutus vapaa-ajan suhteellisen hinnan muutoksen kautta (substituutiovaikutus) ja positiivinen vaikutus tulojen pienentymisen kautta (tulovaikutus), olettaen vapaa-aika normaalihyödykkeeksi (ks. sivu 10). Siitä, kumpi vaikutuksista dominoi ei taloustieteilijöiden keskuudessa vallitse yksimielisyyttä. Koska talousteoria ei tuota ennustetta tuloveron vaikutuksesta työn tarjontaan, on tärkeää yrittää etsiä empiirisesti vastausta kysymykseen.

1970-luvun alusta lähtien työn tarjonnan empiirinen tutkimus on ollut varsin vilkasta. Varhaisemmat tutkimukset eivät ottaneet verotusta malleissa huomioon lainkaan tai sitten tuloverojärjestelmää käsiteltiin proportionaalisena (lineaarisenä). Seuraavassa vaiheessa (esim. Hall (1973)) malleissa otettiin progressiivinen verotus huomioon, mutta empiirisissä sovelluksissa yksilön kohtaama budjettirajoite linearisoitiin. Näistä 1970-luvulla tehdyistä tutkimuksista saadut palkkajoustot (varsinkin miehille) olivat hyvin alhaiset ja tulojoustot olivat usein teorian kannalta vääränmerkkiset (ks. esim. Pencavel (1984)). Osittain seurauksena tutkimuksista saaduista tuloksista oltiin 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa yleisesti sitä mieltä, että tuloverotuksen muutoksilla ei ole vaikutusta varsinkaan miesten työn tarjontaan.

1970-luvun loppuun mennessä duaaliteoria oli kehittynyt varsin voimakkaaksi työkaluksi mikrotalousteoriassa ja sen myötä työn tarjontatutkimuskin sai uutta pontta. Työn tarjontamalleja alettiin johtamaan hyödyn maksimoinnin lähestymistavasta. Ensimmäisinä nk. uuden sukupolven tutkimuksina voidaan pitää Burtlesin ja Hausmanin (1978) ja Hausmanin (1980) tutkimuksia. Vuonna 1981 julkaistussa Hausmanin tutkimuksessa "Labor supply" ensimmäisen kerran saatiin vahvoja tuloksia sen puolesta, että tuloverotus vaikuttaisi työn tarjontaan. Näissä uusissa tutkimuksissa progressiivisen tuloveron aiheuttama budjettirajoitteen epälineaarisuus pyrittiin ottamaan mahdollisimman realistisella tavalla huomioon.

Progressiivisen verotuksen huomioiminen merkitsi huomattavaa lisähaastetta talousteorialle ja ennenkaikkea empiiriselle työlle. Progressiivisen verotuksen tapauksessa yksilön kohtaamasta budjettirajoitteesta tulee paloittain lineaarinen. Tällöin nettopalkan ja työn tarjonnan välinen yhteys muodostuu kaksisuuntaiseksi: nettopalkka määrää työn tarjontaa, ja toisaalta tehdyt työtunnit vaikuttavat siihen, missä tulo luokassa yksilö sijaitsee eli mitkä ovat hänen marginaaliveroasteensa ja nettopalkkansa. Talousteorian puolella progressiivisen verotuksen vaikutusta työn tarjontaan ovat tutkineet esim. Hausman (1985a) ja Blomquist (1985a ja 1988). Ekonometrian puolella merkittäviä artikkeleita ovat esim. Hausman (1985b) ja Moffit (1986 ja 1990).

Monissa uudemman sukupolven tutkimuksissa saatiin tuloksia jotka tukivat Hausmanin (1981) esittämiä näkökohtia verotuksen vaikutuksesta taloudelliseen aktiiviteettiin. Samoihin aikoihin 1980-luvun alkupuoliskolla alettiin esittää nk. tarjontapuolen ekonomistien toimesta vaatimuksia verouudistusten toteuttamiseksi. 1980-luvun jälkipuoliskolla useissa Länsi-Euroopan maissa sekä Yhdysvalloissa toteutettiin melko radikaaleja verouudistuksia. Myös Suomessa toteutettiin 1980-luvun loppussa verouudistus. Liitteessä A on esitetty muutamia esimerkkejä tuloverouudistuksista. Atkinsonin (1990) mukaan verouudistukset noudattivat pitkälti taloustieteilijöiden esittämiä näkemyksiä.

Tämän vuosikymmenen vaihteessa ilmestyi runsaasti kansainvälisiä tutkimuksia,

joissa pohdittiin toteutettujen verouudistusten vaikutuksia työn tarjontaan. Suomalaisissa työn tarjontatutkimuksissa, joissa tuloverotus on otettu huomioon, on tutkittu etupäässä naisia. Tutkimusten empiirisissä osissa ollaan (pl. Ilmakunnas (1992)) käytetty linearisointimenetelmää ja tutkimuksissa käytetty aineisto on ollut vuodelta 1980. Tämä tutkimus on ensimmäinen suomalaisella aineistolla (vuodelta 1989) tehty tutkimus, jossa tarkastellaan tuloverotuksen vaikutusta miesten työn tarjontaan uudemman sukupolven ekonometrisin menetelmin. Pulli (1985) on tutkinut myös tuloverotuksen vaikutusta suomalaisten miesten työn tarjontaan, mutta hänen käyttämänsä ekonometrinen lähestymistapa poikkeaa tässä työssä käytetystä.

Tutkimus koostuu teoreettisesta ja empiirisestä osasta. Teorian läpikäyminen ennen siirtymistä empiiriseen työhön on välttämätöntä. Teoriaa rakentamalla pala palalta eteenpäin saadaan käsitys siitä, kuinka progressiivinen tuloverotus tulisi ekonometrisessa mallissa ottaa huomioon. Luvussa 2 esitetään työn tarjontateorian veroton perusmalli. Perusmallissa palkan muutoksen vaikutus työn tarjontaan voidaan jakaa substituutio- ja tulovaikutukseen. Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke substituutio- ja tulovaikutus ovat erimerkkiset ja *a priori* kokonaisvaikutusta ei voida määrittää. Kappaleessa 2.2 malliin lisätään proportionaalinen (lineaarinen) tulovero. Komparatiivis-staattisten tarkastelujen jälkeen havaitaan, että lineaarisella verolla on vain työn tarjontaa vaimentava vaikutus ja työn tarjonnan muutossuuntaa ei tässääkään tapauksessa pystytä ennustamaan.

Luvussa 3 siirrytään tarkastelemaan teoreettisesti, kuinka progressiivinen tuloverotus muuttaa asetelmaa. Kappaleissa 3.1 ja 3.1.1 määritellään ja todistetaan budjettirajoitteen muodosta ja yksilön optimiasemasta seuraavia tuloksia, joiden avulla voidaan kappaleessa 3.2 käsitellä veroparametrien muutosten vaikutuksia työn tarjontaan. Veroparametreja ovat könttäsummavero, verokynnys, veroluokka, marginaaliveroaste ja työtuloina saatu bruttotuntipalkka. Tarkasteluissa oletetaan, että vapaa-aika on normaalihyödyke. Yllättävää on se, että paloittain lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa voidaan johtaa ennusteita työn tarjonnan muutossuunnista veroparametreja muutettaessa. Luvun lopussa tarkastellaan vielä työn tarjontaa ei-konveksin budjettirajoitteen tapauksessa.

Lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa yksilön optimaalisen työn tarjonnan tason määrääminen on suoraviivaista. Paloittain lineaarisen<sup>1</sup> budjettirajoitteen tapauksessa nettopalkkoja on useita, jolloin optimin määrääminen vaikeutuu. Luvussa 4 johdetaan duaaliteorian avulla lineaarista työn tarjontafunktiota vastaava suora ja epäsuora hyötyfunktio. Suorasta hyötyfunktioista ratkaistaan indifferenssi-käyrän kulmakerroin, jota hyväksikäyttäen konstruoidaan etsintäalgoritmi optimaalisen työn tarjonnan tason määräämiseksi. Optimi voi progressiivisen veron tapauk-

<sup>1</sup>Paloittain lineaarisuus on ongelma myös monissa muissakin empiirisissä sovelluksissa. Esi-merkkinä mainittakoon rahoitusteorian puolelta säästön määrään sidottu korko ja kysyntäteorian puolelta ostettuun määrään sidottu yksikköhinta.

nessa sijaita jollain segmentillä tai jossain kulmapisteessä. Kappaleessa 4.3 siirrytään tarkastelemaan aiemmissa tutkimuksissa käytettyjä ekonometrisia malleja. Kappaleessa 4.3.1 käsitellään budjettirajoitteen linearisointimenetelmää ja perustellaan, miksi sen käyttö johtaa useissa tapauksissa harhaisiin estimaatteihin. Seuraavissa kahdessa kappaleessa käsitellään menetelmiä, jotka ottavat huomioon estimoinnissa yksilön kohtamaan rajoitteen kokonaisuudessaan. Menetelmät perustuvat uskotavuusfunktion maksimointiin. Yhden satunnaistermin mallin estimoinnissa tarvitaan kappaleessa 4.2 johdettua etsintäalgoritmia. Kahden satunnaistermin mallissa sallitaan, että samat havaitut ominaisuudet omaavat yksilöt voivat tehdä erilaisia valintoja. Kappaleessa johdetaan myös etsintäalgoritmi työn tarjonnan optimin määräämiseksi kahden satunnaistermin mallin tapauksessa.

Progressiivista verotusta mallinnettaessa on syytä pitää mielessä seuraavat seikat. Ensinnäkin, budjettirajoitteen monimutkaisuudesta johtuen yksilön optimaalisen käyttäytymisen karakterisointi on varsin monimutkaista, ja siten käyttäytymismallin rakentaminen ja estimointi on hankalaa. Toiseksi monien yksilöiden kohdalla budjettirajoitteen konstruointi realistisella tavalla voi olla mahdotonta. Esimerkiksi yksilölle, jolla on alhaiset tulot ja hän saa erinäisiä tulosidonnaisia avustuksia julkiselta sektorilta, budjettirajoite voi olla epäjatkuva ja ei-konvekssi. Pudneyn (1989) mukaan yksilöillä on harvoin täydellistä tietämystä esim. kaikista sosiaaliturvajärjestelmän yksityiskohdista, jolloin he eivät ehkä kykene valitsemaan optimaalisinta toimintastrategiaa. Epätäydellisen informaation huomioonottaminen tässä tutkimuksessa olisi liian monimutkaista, eikä sitä ole käsitelty muissakaan vastaavissa tutkimuksissa. Kolmanneksi on muistettava, että mallissa ei pystytä ottamaan kysyntäpuolen tekijöitä (esim. tuntirajoitteita) huomioon, joten optimaalinen ja havaittu käyttäytyminen voivat erota myös tästä syystä.

Aivan olennaista tämän työn kannalta on se, mitä työn tarjonnan muutoksella tarkoitetaan. Tässä työssä oletetaan (sekä teoreettisessa että empiirisessä osassa), että työntekijät voivat tehdä työtuntivalintoja nykyisessä työpaikassaan. Työpaikan vaihtoa ja siitä seuraavaa työajan muutosta ei tässä tutkimuksessa pystytä huomioimaan. Tätä seikkaa ei muissa tutkimuksissa ole korostettu, vaikka niiden lähestymistapa on vastaava kuin tässä tutkimuksessa.

Luvussa 5 tehdään katsaus koti- ja ulkomaisiin tutkimuksiin, joissa on käytetty samanlaista ekonometrista lähestymistapaa. Luvussa 6 kuvataan huolellisesti käytettyä aineistoa ja esitetään kuinka mallin tärkeimmät muuttujat ovat laskettu. Luvussa esitetään myös tärkeimpien muuttujien jakaumat ja niiden tunnusluvut.

Luku 7 sisältää estimointitulokset progressiivisen tuloverotuksen vaikutuksesta työn tarjonnan muutokseen. Ensin esitetään tulokset koko aineistolle kahdella eri tavalla lasketun verovähennyksen tapauksessa. Ensimmäisessä tapauksessa verovähennykset on laskettu erikseen jokaiselle yksilölle konstruoitujen verofunktioiden avulla.

Tässä tutkimuksessa on ensimmäistä kertaa luovuttu oletuksesta, että verovähennys olisi kaikille yksilöille sama. Jälkimmäisessä tapauksessa verovähennysten oletetaan olevan samat tuloveroluokittain. Seuraavassa vaiheessa otos jaetaan toimihenkilöihin ja työntekijöihin ja tarkastellaan kuinka palkka- ja tulojoustot eroavat ryhmien välillä. Kappaleessa 7.3 esitetään estimointitulokset kahden satunnaisterman mallista. Tässä mallissa siis oletetaan, että samat mitatut ominaisuudet omaavat yksilöt voivat tehdä erilaisia valintoja. Luvun lopuksi raportoidaan vielä alustavia laskelmia siitä, kuinka suuria tehokkuustappioita aiheutuu siirryttäessä könttäsommaverosta progressiiviseen tuloverotukseen. Luvussa 8 esitetään johtopäätökset ja pohditaan lyhyesti mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita.

## Luku 2

# Työn tarjontateorian perusmalli ja proportionaalinen verotus

Neoklassisessa työn tarjontateoriassa yksilön valinta nähdään hyödyn maksimointiongelmaksi, eli yksilö maksimoi hyötyfunktiota huomioiden valintaa säätelevät rajoitteet. Työn tarjontateorian perusmallissa yksilön hyöty riippuu markkinahyödykkeiden  $c$  ja vapaa-ajan  $l$  määrästä. Kuluttajan valintaa rajoittavat budjettirajoite ja aikarajoite. Budjettirajoitteen mukaan markkinahyödykkeisiin kulutetun rahamäärän  $pc$ , jossa  $p$  on kulutuksen hinta, tulee vastata työtulojen määrää  $wh$ , jossa  $w$  on vapaa-ajan vaihtoehtoiskustannus eli menetetty tuntipalkka (jatkossa palkalla tarkoitetaan aina tuntipalkkaa) ja  $h$  on tehdyt työtunnit, ja muiden kuin työtulojen määrää  $y$ . Muut tulot voivat olla esim. omaisuustuloja (muiden tulojen määrittelyyn palataan työn empiirisessä osassa, jossa pohditaan, kuinka  $y$  tulisi laskea käytetystä aineistosta).<sup>1</sup> Aikarajoitteen vallitessa kokonaisaika  $T$ , joka kuluttajalla on käytössä yhdellä periodilla (esim. päivä, viikko, vuosi) on kiinteä ja se jakaantuu työtuntien ja vapaa-ajan välille. Näiden täsmennysten jälkeen yksilön valintaongelma voidaan esittää seuraavasti:

$$MAX u = u(l, c) \tag{2.1}$$

Rajoitteina

$$(1) \quad wh + y = pc$$

$$(2) \quad h + l = T.$$

---

<sup>1</sup>Muiden tulojen  $y$  vaikutusta yksilön työn tarjontapäätökseen on käsitelty M. Killingsworthin (1983) kirjan sivuilla 7 – 15. Idea on lyhyesti seuraavanlainen: muiden tulojen  $y$  muutos vaikuttaa kokonaistuloihin, mutta se ei vaikuta budjettisuoran  $-(w/p)$  kulmakertoimeen. Muiden tulojen muutoksella on siten vain tulovaikutus.

Yhtälössä  $c$  on yhdistetty hyödyke (Hicksian composite commodity).<sup>2</sup> Epäsuora hyötyfunktio antaa yksilölle maksimihyödyn  $l$ :n ja  $c$ :n funktiona. Budjettirajoitteesta on lisäksi huomattava, että kulutuksen määrä ei voi olla negatiivinen ja aikarajoitteesta huomataan, että vapaa-ajan ja työajan määrä ei voi ylittää kokonaisajan määrää. Yksilön optimaalinen allokaatio kulutuksen ja vapaa-ajan välillä löytyy pisteestä, jossa hänen kulutuksesta ja vapaa-ajasta saamiensa rajahyötyjen suhde on yhtä suuri kuin vastaavien hyödykkeiden hintasuhde, eli kun

$$\frac{\partial u / \partial l}{\partial u / \partial c} = \frac{w}{p}. \quad (2.2)$$

Optimipiste on siis indifferenssikäyrän ja budjettirajoitteen sivuamisipiste. Yhtälöä 2.1 maksimoitaessa on rajoite mukaan lukien kolme yhtälöä ja kolme tuntematonta termiä  $l$ ,  $c$  ja  $\lambda$ .<sup>3</sup> Nämä voidaan ratkaista yhtälöstä eksogeenisten muuttujien  $w$ ,  $y$  ja  $p$  suhteen. Maksimointiongelman ratkaisuna saadaan marshallilaiset kysyntä-funktiot vapaa-ajalle ja kulutukselle implisiittimuodossa:

$$l = l(w, y, p) \quad (2.3)$$

$$c = c(w, y, p). \quad (2.4)$$

Kun aikarajoite ratkaistaan  $h$ :n suhteen ja sijoitetaan budjettirajoitteeseen, voidaan budjettirajoite kirjoittaa muodossa, jossa vapaa-aika ja kulutus ovat yhtälön vasemalla puolella:

$$pc + wl = y + wT. \quad (2.5)$$

Nyt nähdään, että vapaa-ajan hinta  $w$  on myös yhtälön oikealla puolella, eli  $(y + wT)$  vastaa tuloa, kun kaikki käytettävissä oleva aika käytetään työntekoon. Yhtälön oikeaa puolta kutsutaan täysimääräiseksi tuloksi (full income). Se on siis kokonaisostovoima, joka kuluttajalla on käytettävissä hyödykkeisiin ja vapaa-aikaan.<sup>4</sup> Merkitään täysimääräistä tuloa  $X$ :llä ( $X = y + wT$ ). Yhtälön 2.5 vasen puoli on täysimääräistä tuloa vastaava kulutus.

## 2.1 Mallin komparatiivinen statiikka

Työn tarjontateoria on eräs traditionaalisen kysyntäteorian sovellusalueista. Normaalissa kysyntäteoriassa mallin komparatiivista statiikkaa kuvataan usein Slutskyn yhtälön avulla. Työn tarjontateoriassa vapaa-aika on kysytty hyödyke, joka aiheuttaa sen, että tavanomaiset tulo- ja hintakäsitteet eivät ole suoraan sovellettavissa

<sup>2</sup>ks. esim. Varian(1984) s. 146 - 147.

<sup>3</sup>Symboli  $\lambda$  on budjettirajoitteen Lagrangen kerroin. Lagrangen kertoimen tulkinnasta ks. esim. Chiang(1984) s. 376-377.

<sup>4</sup>Kokonaisostovoima on hypoteettinen käsite.

Slutskyn yhtälöön. Verrataan esim. palkan nousun vaikutusta työn tarjontateoriassa tavallisen kulutushyödykkeen hinnan nousuun kysyntäteoriassa. Yksittäisen hyödykkeen hinnan nousulla ei välittömästi ole vaikutusta yksilön resursseihin, mutta palkan nousu lisää niitä välittömästi (ks. seuraava sivu). Tästä seuraa, että työn tarjontaongelmassa eksogeeninen tulo ei ole eksogeeninen Slutskyn yhtälön mielessä. Jotta yhtälöä voitaisiin soveltaa, on se määriteltävä siten, että työtulot ovat mukana (ks. yhtälö 2.5).

Slutsky-yhtälö, eli tässä tapauksessa työn tarjonnan tulo- ja substituutiovaikutukset voidaan johtaa monella tavalla. Seuraavassa mallin komparatiivinen statiikka johdetaan käyttäen duaaliteoriaa apuna.<sup>5</sup> Määritellään menofunktio ja epäsuora hyötyfunktio seuraavasti:

$$e(u, w, p) = \text{MIN}[pc + wl; u(l, c) \geq u] \quad (2.6)$$

$$v(X, w, p) = \text{MAX}[u(l, c); pc + wl \leq y + wt]. \quad (2.7)$$

Kompensoitu (hicksiläinen) kysyntäfunktio vapaa-ajalle voidaan johtaa menofunktiosta Shephardin lemman avulla (ks. esim. Varian 1984, s. 54) eli differentioimalla menofunktio palkan suhteen.

$$l = h(u, w, p) = \frac{\partial e(u, w, p)}{\partial w}. \quad (2.8)$$

Markkinakysyntäfunktio (marshallilainen) vapaa-ajalle saadaan Royn identiteetin avulla (ks. esim. Varian 1984 s. 126 – 127 tai W. E. Diewert 1982 s. 549).

$$l = g(y + wT, w, p) = g(X, w, p) = -\frac{\partial v / \partial w}{\partial v / \partial X}. \quad (2.9)$$

Marshallilaisesta kysyntäfunktiosta voidaan nyt johtaa Slutsky-yhtälö eli dekomponoidaan palkanmuutoksen kokonaisvaikutus tulo- ja substituutiovaikutukseen. Palkan muutoksen vaikutus vapaa-ajan kysyntään johdetaan yhtälöstä 2.9.

$$\left. \frac{\partial l}{\partial w} \right|_y = \left. \frac{\partial g}{\partial w} \right|_X + \frac{\partial g}{\partial X} * T. \quad (2.10)$$

Yhtälössä 2.10 termi  $(\partial g / \partial w)|_X$  kuvaa palkan muutoksen vaikutusta yksilön resursseihin tulojen pysyessä ennallaan. Normaalissa kysyntäanalyyseissä se siten vastaa hyödykkeen hinnan muutoksen vaikutusta. Yhtälön toinen termi  $(\partial g / \partial X) * T$  kuvaa käytettävissä olevan ajan arvon muutosta palkkatason muuttuessa. Teorian mukaan yksilön hyöty maksimoituu täysimääräisen tulon tasolla, joten voidaan

<sup>5</sup>Duaaliteoriaa mikrotaloustieteessä on kattavasti käsitellyt W. E. Diewert (1982) kirjassa "Handbook of mathematical economics", vol. 2 kappale 12 sekä Deaton ja Muellbauer (1980) kirjassaan "Economics and Consumer Behavior".



kirjoittaa  $e(u, w, p) = X$ . Kun menofunktio sijoitetaan yhtälöön 2.9, saadaan kompensoitu kysyntäfunktio.

$$l = g[e(u, w, p), w, p] = h(u, w, p). \quad (2.11)$$

Yhtälöstä 2.11 voidaan substituutiovaikutus johtaa differentioimalla se tuntipalkan ( $w$ ) suhteen.

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial w} \Big|_u &= \frac{\partial h}{\partial w} = \frac{\partial g}{\partial X} * \frac{\partial e}{\partial w} + \frac{\partial g}{\partial w} \Big|_X \\ &= \frac{\partial g}{\partial X} * l + \frac{\partial g}{\partial w} \Big|_X. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Sijoittamalla yhtälö 2.12. yhtälöön 2.10, saadaan (huom.  $(\partial e / \partial w = l)$ ),

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial w} \Big|_y &= \frac{\partial l}{\partial w} \Big|_u - \frac{\partial g}{\partial X} * l + \frac{\partial g}{\partial X} * T \\ &= \frac{\partial l}{\partial w} \Big|_u + \frac{\partial g}{\partial X} * h, \end{aligned} \quad (2.13)$$

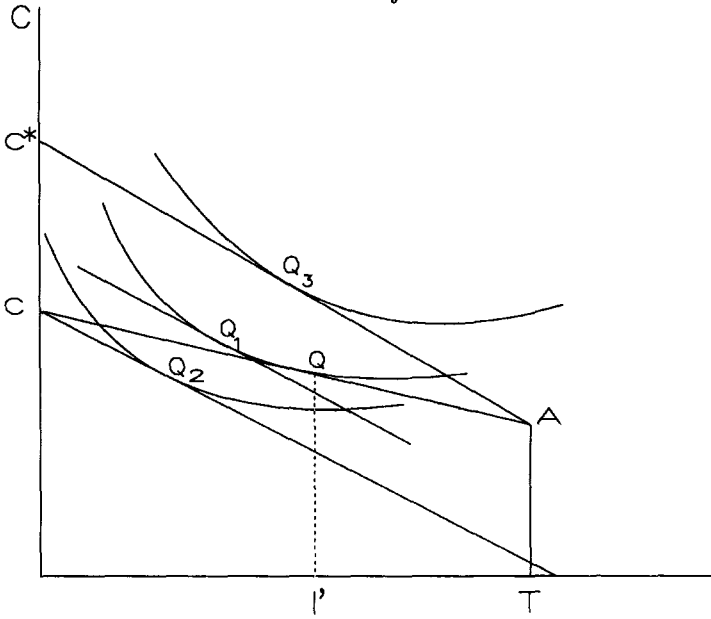
joka on Slutsky-yhtälö. Se dekomponoi palkan muutoksesta aiheutuneen työn tarjonnan muutoksen tulo- ja substituutiovaikutukseksi. Yhtälössä ensimmäinen termi kuvaa substituutiovaikutusta, toinen termi "tavallista" tulovaikutusta ja kolmas termi on täysimääräisen tulon muutoksen vaikutus (revaluation-of-time endowment effect). Muiden kuin työtulojen  $y$  muutoksen vaikutus työn tarjontaan saadaan suoraan yhtälöstä 2.9.

$$\frac{\partial l}{\partial y} = \frac{\partial g}{\partial X}. \quad (2.14)$$

Yhtälöstä 2.14 nähdään, että vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke, vähentää muiden tulojen nousu työn tarjontaa.

Edellä johdetut tulo- ja substituutiovaikutukset esitetään graafisesti kuvassa 2.1.

Kuva 2.1 Palkan muutoksen tulo- ja substituutiovaikutukset.



Alkuperäisellä palkkatasolla  $w_1$  yksilön kohtaama budjettirajoite on  $TAC$  ja optimi löytyy pisteestä  $Q$ . Pisteessä  $Q$  työn tarjonta on  $T - l'$ . Palkan  $w$  noustessa budjettisuoran kulmakerroin jyrkkenee, ja uudeksi budjettisuoraksi saadaan  $TAC^*$ . Palkkataso muutoksen vaikutus työn tarjontaan voidaan nyt jakaa kolmeen eri vaikutukseen: substituutiovaikutukseen ( $Q \rightarrow Q_1$ ), tulovaikutukseen eli vapaa-ajan hinnan muutokseen ( $Q_1 \rightarrow Q_2$ ) ja ”ylimääräiseen” tulovaikutukseen eli yksilön käytettävissä olevien resurssien kasvuun ( $Q_2 \rightarrow Q_3$ ).

Palkan noususta johtuva kokonaistulovaikutus ( $Q_1 \rightarrow Q_3$ ) on positiivinen vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke. Slutsky-yhtälöstä ja kuvasta 2.1 nähdään, että tulo- ja substituutiovaikutukset ovat eri merkkiä. Palkan muutoksen kokonaisvaikutusta työn tarjontaan ei siten voida *a priori* määrittää. Empiirisen työn tavoitteena voidaankin pitää sekä kompensoimattoman että kompensoidun palkkajoustopäätösten tulojoustopäätösten ja etumerkkien selvittämistä, sillä verotus vaikuttaa nettotuntipalkkaan ja tätä kautta mahdollisesti työn tarjonnan tason muuttumiseen.

Slutsky-yhtälön mukaan empiiriset tulokset tulisivat olla seuraavanlaiset. Ensinnäkin, substituutiovaikutus työn tarjontaan on aina positiivinen. Tämän vuoksi palkan nousun tulokompensoitu vaikutus työn tarjontaan on positiivinen. Toiseksi, vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke tavallinen tulovaikutus  $(\partial g / \partial X) * l$  on työn tarjontaan aina negatiivinen. Siten myös yhdistetyllä tulovaikutuksella  $(\partial g / \partial X) * (T - l)$  on negatiivinen vaikutus työn tarjontaan. Tulokompensoimaton palkan nousu  $(\partial g / \partial X)$

voi olla kumpaa merkkiä tahansa. Jos se on negatiivinen, tulee työn tarjontafunktiosta taaksepäin kaartuva. Jatkossa puhuttaessa tulovaikutuksesta on resurssien kasvun vaikutus määritelmässä mukana.

## 2.2 Proportionaalisen verotuksen vaikutus työn tarjontaan

Edellisessä kappaleessa tarkasteltiin työn tarjontapäätöstä ilman verotuksen vaikutusta. Proportionaalisen verotuksen mukaan ottaminen malliin ei olennaisesti muuta mallista saatavia tuloksia. Proportionaalisen veron vaikutus voidaan jakaa kahteen komponenttiin. Ensiksi, muiden tulojen  $y$  verotus siirtää budjettirajoitetta kulmakerrointa muuttamatta alaspäin. Työn tarjonta kasvaa vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke. Toiseksi, lineaarinen tuloverotus kiertää budjettirajoitetta alaspäin samalla tavalla kuin palkan alentaminen.

### 2.2.1 Proportionaalisen verotuksen komparatiivinen staattikka

Proportionaalisen verotuksen vaikutusta työn tarjontaan voidaan jälleen tarkastella muunnetun Slutsky-yhtälön avulla. Tulo- ja substituutiovaikutusten johtamiseksi täytyy budjettirajoite muotoilla siten, että täysimääräinen tulo on mukana. Lisäksi täytyy eksplisiittisesti määritellä vapaa-ajan hinta, koska se on tulon lisäksi toinen muuttuja johon verotus vaikuttaa.

Täysimääräisen tulon sisältävä budjettirajoite lineaarisen (proportionaalisen) veron tapauksessa on

$$pc = (1 - t)[(T - l)w + y] \implies pc + (1 - t)wl = (1 - t)(wT + y) = X \quad (2.15)$$

Vapaa-ajan hinta saadaan derivoimalla budjettirajoite  $l$ :n suhteen.

$$p_l = (1 - t)w. \quad (2.16)$$

Täysimääräistä tuloa ja vapaa-ajan hintaa  $p_l$  vastaavaksi vapaa-ajan kysyntäfunktionksi saadaan

$$l = l(X, p_l, p) = l(y, w, t, p). \quad (2.17)$$

Proportionaalisen veron kokonaisvaikutus vapaa-ajan kysyntään saadaan seuraavasti (ks. myös Atkinson ja Stiglitz 1980, s. 34).

$$\frac{\partial l}{\partial t} = \frac{\partial l}{\partial p_l} * \frac{\partial p_l}{\partial t} + \frac{\partial l}{\partial X} * \frac{\partial X}{\partial t}. \quad (2.18)$$

Termi  $(\partial l / \partial p_l)$  voidaan osittaa Slutskyn yhtälön avulla. Osituksen ja differentioinnin jälkeen yllä oleva yhtälö voidaan esittää muodossa

$$\begin{aligned}\frac{\partial l}{\partial t} &= -w \left[ \frac{\partial l}{\partial p_l} \Big|_u - l * \frac{\partial l}{\partial X} \right] + \frac{\partial l}{\partial X} (-wT - y) \\ &= -ws - [w(T - l) + y] \frac{\partial l}{\partial X},\end{aligned}\tag{2.19}$$

jossa  $(\partial l / \partial p_l|_u) = s$  (substituutiovaikutus). Yhtälön jälkimmäinen termi eli tulo-vaikutus on negatiivinen vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke.<sup>6</sup> Ensimmäinen termi on positiivinen, koska substituutiovaikutus on negatiivinen. *A priori* ei voida sanoa mikä on proportionaalisen verotuksen vaikutus yksilön työn tarjontaan.

Tuntipalkan muutoksen vaikutus työn tarjontaan proportionaalisen veron tapauksessa voidaan johtaa kuten edellä

$$\begin{aligned}\frac{\partial l}{\partial w} &= \frac{\partial l}{\partial p_l} \frac{\partial p_l}{\partial w} + \frac{\partial l}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial w} \\ &= \frac{\partial p_l}{\partial w} (s - l \frac{\partial l}{\partial X}) + \frac{\partial l}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial w}.\end{aligned}\tag{2.20}$$

Käyttämällä yhtälöitä 2.15 ja 2.16 apuna voidaan yllä oleva yhtälö esittää muodossa

$$\frac{\partial l}{\partial w} = (1 - t) \left[ s + (T - l) \frac{\partial l}{\partial X} \right].\tag{2.21}$$

Yhtälöstä huomataan, että proportionaalaisella verolla on vain skaalatekijän vaikutus eli vero vaimentaa palkan muutoksesta aiheituneita tulo- ja substituutiovaikutuksia verrattuna verottomaan järjestelmään. Tämä on looginen seuraus siitä tosiasiasta, että vain veron jälkeisen palkan muutos vaikuttaa yksilön työn tarjontapäätökseen (ks. myös Lahdenperä 1991 s. 24).<sup>7</sup>

Lineaarisen verotuksen tapauksessa traditionaalinen lähestymistapa on oikea, mutta vain proportionaalisen verojärjestelmän vallitessa analyysi on näin yksinkertainen. Kun verotuksen vaikutuksia tutkitaan, täytyy palkanmuutoksesta johtuvien tulo- ja substituutiovaikutusten lisäksi ottaa huomioon myös muiden kuin työtulojen muutos. Progressiivisen verotuksen tapauksessa komparatiivis-staattinen analysointi ei ole yhtä suoraviivaista kuin lineaarisen verojärjestelmän yhteydessä. Progressiivisessä verojärjestelmässä vapaa-ajan hinta tulee riippumaan verofunktion muodosta. Tässä tutkielmassa tullaan tarkastelemaan vain sellaista verojärjestelmää, jossa marginaaliveroaste on vakio tietyissä tuloluokissa.

<sup>6</sup>Proportionaalisen tuloveron tapauksessa tulo- ja substituutiovaikutukselle voidaan antaa samanlainen geometrinen tulkinta kuin kuvassa 2.1.

<sup>7</sup>Eksogeenisen tulon muutoksen vaikutus voidaan johtaa käyttämällä samaa logiikka kuin edellä. Eksogeenisen tulon muutos eroaa verottoman mallin tulovaikutuksesta vain skaalatekijällä.

## Luku 3

# Progressiivisen verotuksen vaikutus työn tarjontaan

Suurin osa maailman verojärjestelmistä on progressiivisia eli yksilön kohtaama budjettirajoite on epälineaarinen. Progressiivisella verojärjestelmällä tarkoitetaan (yleensä) järjestelmää, jossa rajaveroaste nousee tulojen noustessa.<sup>1</sup> Progressiivinen verotus muuttaa edellisessä kappaleessa esitettyä mallia siten, että yksilön valitsemat työtunnit määräävät nyt (osittain) nettotuntipalkan. Nettotuntipalkasta tulee endogeeninen muuttuja, koska se riippuu tehdyistä työtunneista. Epälineaarisen verojärjestelmän vallitessa verotukseen liittyy tulo- ja substituutiovaikutuksen lisäksi myös rajaveroasteen muutoksesta seuraava vaikutus (Wales ja Woodland 1979, s. 83).

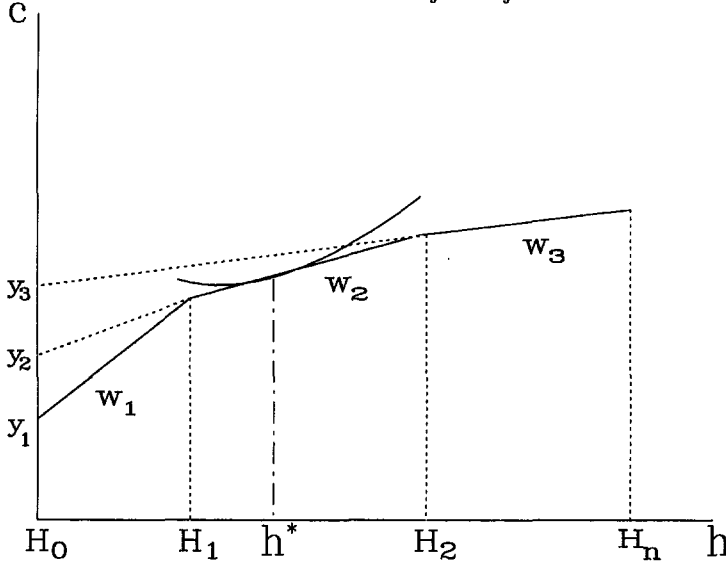
Epälineaarisen verojärjestelmän vaikutuksia yksilön työn tarjontapäätökseen on viime vuosina tutkittu paljon. Sekä empiirisellä että teoreettisella puolella tutkimustyössä on viime vuosina edistytty ratkaisevasti. Empiirisen työn kannalta ratkaisevaa on ollut laskentakapasiteetin kehittyminen sekä laskentakustannusten aleneminen. Talusteoreettisella puolella on progressiivinen verojärjestelmä pystytty kuvaamaan teoreettisesti realistisella tavalla. Teorian kehittymisellä on ollut myös osittain vaikutusta käytännön talouspolitiikan harjoittamiseen. Viime vuosikymmenellä suoritettiin monissa maissa verouudistuksia, jotka noudattivat Atkinsonin (1990) mukaan pitkälti taloustieteilijöiden suosituksia. Eri maiden verouudistuksista ks. liite A. Tässä tutkielmassa teoreettisia tuloksia progressiivisesta verojärjestelmästä esitettäessä seurataan pitkälti Blomquistin artikkeleita vuosilta 1985a ja 1988. Harri Lahdenperän (1991) liseniaattityössä on myös lyhyt teoreettinen

<sup>1</sup>Muista progressiivisen verojärjestelmän määritelmistä ks. esim. Atkinson ja Stiglitz 1980, s. 29. Tarkemmin progressiivista verojärjestelmää Suomen tapauksessa selvitetään tämän työn empiirisessä osassa.

katsaus progressiiviseen verotukseen.

Käsitteiden ja termien selventämiseksi tarkastellaan ensimmäisenä progressiivista verotusta, jossa marginaaliveroaste (rajaveroaste) on nouseva (eli budjettijoukko on konvekssi). Kuvassa 3.1 on kuvattu progressiivinen verojärjestelmä, joka sisältää kolme veroluokkaa. Progressiivisessa verojärjestelmässä marginaaliveroaste (yleensä) nousee porrasmaisesti tulojen noustessa, mutta veroluokan sisällä se on vakio. Yksilöiden kohtaamasta budjettirajoitteesta tulee täten paloittain lineaarinen.

Kuva 3.1. Paloittain lineaarinen budjettirajoite.



Kuvassa c kuvaa yhdistettyä hyödykettä ja  $h$  työtunteja. Ensimmäistä budjettisegmenttiä kuvaa rajaveroastetta  $t_1$ , jota vastaava nettotuntipalkka on  $w_1 = (1 - t_1)w$ . Toinen budjettisegmentti kuvaa rajaveroastetta  $t_2$ , jota vastaava yksilön saama nettotuntipalkka on  $w_2 = (1 - t_2)w$  jne.  $H_1$  ja  $H_2$  vastaavat kulmapisteitä (kink points), joissa veroluokka vaihtuu.  $H_n$  kuvaa työn tarjonnan maksimia. Tärkeä lisä perusmalliin on kuvitteellisen tulon (virtual income) käsite. Kuvitteellinen tulo saadaan, kun laajennetaan kutakin budjettisegmenttiä siten, että se leikkaa vertikaalisen akselin. Kuvassa 3.1 esim. budjettisegmenttiä 2 vastaa kuvitteellinen tulo  $y_2$  jne. Kuvitteellisen tulon käsitettä voidaan selventää myös seuraavasti: oletetaan, että progressiivisen verojärjestelmän tapauksessa yksilön työn tarjonta löytyy segmentiltä 2. Lineaarisen verojärjestelmän vallitessa yksilö olisi valinnut työn tarjontansa määrän samalta segmentiltä, jos hänen kuvitteellinen tulonsa olisi ollut  $y_2$  ja hän olisi ansainnut nettopalkan  $w_2$  riippumatta tehdyistä työtunneista (Hausman 1981a).

Kuva 3.1 esittää myös yksilön maksimointiongelman paloittain lineaarisen budjet-

tirajoitteen tapauksessa. Kuva esittää yksinkertaistettua kolmen veroluokan tuloverojärjestelmää. Tarkastellaan seuraavaksi kuinka nettopalkat, kulmapisteet ja kuvitteelliset tulot voidaan laskea jokaiselle yksilölle.<sup>2</sup> Tuloverojärjestelmä pitää sisällään seuraavat tuloluokat ja marginaaliveroasteet:

Verotettavat tulot (tulot)	Marginaaliveroaste
$0 \leq \text{tulot} < I_1$	$t_1$
$I_1 \leq \text{tulot} < I_2$	$t_2 (t_1 < t_2 < t_3)$
$I_2 \leq \text{tulot}$	$t_3$

Yllä  $I_i$  vastaa veroluokan  $i$  korkeinta mahdollista tulon määrää. Vastaavat nettotuntipalkat ovat siis  $w_1$ ,  $w_2$  ja  $w_3$ . Kulmapisteet  $H_i$ , eli työtuntien määrä jolloin yksilö siirtyy veroluokasta toiseen,<sup>3</sup> voidaan laskea seuraavasti:

$$H_i = (I_i + V)/w, \quad (3.1)$$

jossa  $V$  kuvaa yksilön mahdollisia verovähennyksiä. Verotettavat tulot koostuvat siis työtuloista ( $wh$ ) miinus vähennyksistä ( $V$ ).<sup>4</sup> On myös muistettava, että  $H_n$  ja  $H_0$  (yksilö ei työskentele) ovat kulmapisteitä. Yksilön optimi voi siten sijaita jollakin segmentillä (1–3) tai jossakin kulmapisteessä  $H_i$ . Kuvassa 3.1 yksilön optimi sijaitsee segmentillä 2, ja optimi työtuntien määrä on  $h^*$ . Yksilö olisi valinnut saman työtuntimäärään  $h^*$  myös lineaarisen (budjettirajoitteen kulmakerroin olisi tällöin  $w_2$ , ja kuvitteellisen tulon määrä olisi  $y_2$ ) verojärjestelmän tapauksessa. Kuvitteelliset tulot  $y_i$  voidaan laskea rekursiivisesti, eli<sup>5</sup>

$$y_{i+1} = y_i + (w_i - w_{i+1})H_i. \quad (3.2)$$

Yksilöiden preferenssien oletetaan siis olevan aidosti konveksit. Lineaarisen budjettirajoitteen modifointi ainoastaan progressiivisella verojärjestelmällä tuottaa konveksin budjettijoukon. Nämä ominaisuudet takaavat sen, että lokaali maksimi on aina myös globaali maksimi. Tässä mielessä ongelman luonne ei suuresti eroa vanhemman polven työn tarjontatutkimuksista.

Paloittain lineaarinen budjettirajoite tuo kuitenkin mukanaan ongelmia koskien mallin komparatiivista statiikkaa.<sup>6</sup> Pienet palkan ja tulojen muutokset voivat pitää yksilön edelleen alkuperäisellä budjettisegmentillä jolloin tulo- ja substituutiovai-  
kutukset ovat kuten proportionaalisessa verojärjestelmässä. Toisaalta muutokset

<sup>2</sup>Nettotuntipalkkojen ja kuvitteellisten tulojen laskemiseen aineistosta palataan luvussa 6

<sup>3</sup>Tuntipalkan oletetaan olevan riippumaton tehdyistä työtunneista.

<sup>4</sup>Huom. Eksogeeniset tulot ovat työtunneista riippumattomat, joten niiden verotus ei vaikuta budjettirajoitteen muotoon, vaan eksogeenisen tulon määrään ( $y_1$ ).

<sup>5</sup>Kuvitteelliset tulot voidaan laskea myös seuraavasti:  $y_{i+1} = y_i + [w(1-t_i) - w(1-t_{i+1})](I_i + V) = y_i + [w - t_i - w + t_{i+1}](I_i + V) = y_i + [(t_{i+1} - t_i)w](I_i + V)$ .

<sup>6</sup>N. Sören Blomquist (1985b) on tarkastellut analyttisesti työn tarjontaa kahden periodin mal-

palkassa ja tuloissa voivat aiheuttaa sen, että yksilön budjettisegmentti muuttuu. Yksilön optimaalinen asema voi myös olla ennen ja jälkeen muutosten kulmapisteessä, jolloin tuntipalkka- tai tulovaikutus on nolla (Moffit 1986). Tämä tulos seuraa, koska kulmapisteessä hyödyn maksimointi on mahdollinen monella eri rajasubstitiutiosuhteella.

Seuraavissa kappaleissa 3.1 ja 3.1.1 johdetaan ja todistetaan tuloksia, joita tarvitaan tutkittaessa veroparametrien muutosten vaikutuksia nettopalkkaan ja sen välityksellä yksilöiden työn tarjontaan.

### 3.1 Budjettirajoitteen muodosta seuraavia tuloksia

Seuraavassa oletetaan, että preferenssit voidaan esittää aidosti kvasikonkaavin<sup>7</sup> hyötyfunktion  $u(c, h)$  avulla, joka on nouseva kulutuksen  $c$  suhteen ja laskeva työtuntien  $h$  suhteen. Kun hyötyfunktiota maksimoidaan lineaarisen budjettirajoitteen suhteen, saadaan työn tarjontafunktio  $h(y, w)$ .

**MÄÄRITELMÄ 1:** *Vapaa-aika on normaalihyödyke, kun  $y_1 > y_2$  ja  $h(y_1, w) < h(y_2, w)$ .*

Määritellään nyt kaksi epälineaarista budjettirajoitetta  $g(h) \geq c$  ja  $G(h) \geq c$ , joita esitystavan yksinkertaistamiseksi merkitään  $g(h)$ :lla ja  $G(h)$ :lla. Nämä rajoitteet oletetaan jatkuviksi.

**MÄÄRITELMÄ 2:** *Oletetaan budjettirajoite  $g(h)$ ,  $0 \leq h \leq \bar{H}$ , joka voi olla paloittain lineaarinen tai sileä (smooth)<sup>8</sup>. Korvataan tämä toisella budjettirajoitteella  $G(h)$ ,  $0 \leq h \leq \bar{H}$ , s.e  $G(h) > g(h)$  kaikille  $h$ , ja  $G'(h) \leq g'(h)$  kaikissa derivoituvissa pisteissä. Tällöin  $G(h)$  on ALS<sup>9</sup>-budjettirajoite verrattuan  $g(h)$ :n.*

lissa progressiivisen verojärjestelmän tapauksessa. Lineaarisen veron tapauksessa on yksilöllä taipumus työskennellä enemmän periodilla, jolla palkkataso on korkea. Palkan (odottamaton) nousu yhdellä periodilla alentaa työn tarjontaa toisella periodilla. Epälineaarisen veron tapauksessa yksilöt työskentelevät paljon periodilla, jolla marginaalipalkka on korkea. Riittävän progressiivisen verofunktion tapauksessa tämä implikoi, että töitä tehdään vähemmän periodilla, jolla on korkea palkka ennen veroja ja enemmän töitä periodilla, jolla palkka on alhainen ennen veroja. Palkan (odottamaton) nousu periodilla  $t$  voi, jos verojärjestelmä on epälineaarinen, johtaa työn tarjonnan nousuun toisilla periodeilla ja vähentää työn tarjontaa periodilla  $t$ .

<sup>7</sup>Aidosti kvasikonkaavin funktion ominaisuuksista ks. esim. Chiang 1984 s. 387 – 389.

<sup>8</sup> $\bar{H}$  kuvaa työn tarjonnan fyysistä maksimia, esim. 24 tuntia vuorokaudessa.

<sup>9</sup>Lyhenne ALS tulee sanoista Above Less Slope. Koska suomennos ”yläpuolella, mutta pienempi kulmakertoimen” on hieman jäykkä, on tässä työssä päädytty käyttämään lyhennettä ALS.

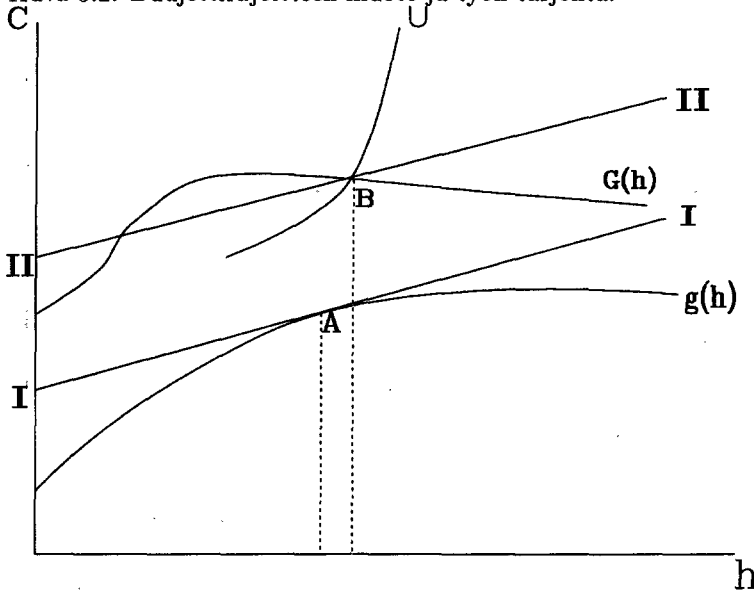


**PROPOSITIO 1:** *Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke, ja kun konvekssi budjettirajoite  $g(h)$  korvataan ALS-budjettirajoitteella (ei tarvitse olla konvekssi eikä sileä), työn tarjonta laskee.*

Budjettirajoitteella  $G(h)$  voi olla useita optimipisteitä, koska sen ei tarvitse olla konvekssi. Kaikki optimit tulevat kuitenkin olemaan vanhan optimin vasemmalla puolella.

Käytetään kuvaa 3.2 apuna tämän väitteen todistamisessa.

Kuva 3.2. Budjettirajoitteen muoto ja työn tarjonta.



**TODISTUS 1:** *Kuvassa 3.2  $g(h)$  on alkuperäinen budjettirajoite.  $G(h)$  on ALS-budjettirajoite.  $A$  on alkuperäinen optimipiste ja  $B$  on piste ( $A$ :n yläpuolella ja oikealla) budjettirajoitteella  $G(h)$ .  $I-I$  on pisteen  $A$  kautta linearisoitu budjettirajoite ja  $II-II$  on samansuuntainen  $B$ :n kautta kulkeva budjettirajoite. Koska vapaa-aika on normaalihyödyke, täytyy  $B$ :n vasemmalla puolella, budjettisuoralla  $II-II$  olla tangenttipiste (oletus vapaa-ajan normaaliudesta, indifferenssikäyrien muoto ja tulovaikutus takaavat tangenttipisteen olemassaolon). Tämä merkitsee, että on olemassa indifferenssikäyrä  $U$ , joka leikkaa budjettirajoitteen  $II-II$  alapuolelta. Pisteen  $B$  oikealla puolella indifferenssikäyrä on budjettisuoran  $II-II$  yläpuolella, joka taas on budjettirajoitteen  $G(h)$  yläpuolella. Tällöin täytyy olla niin, että  $B$ :tä preferoidaan budjettirajoitteella  $G(h)$  kaikkiin siitä oikealla oleviin pisteisiin. Pisteen  $B$  vasemmalla puolella indifferenssikäyrä on budjettirajoitteen  $G(h)$  alapuolella. Tästä*

seuraa, että pisteen  $B$  vasemmalla puolella on yksilölle mahdollisia pisteitä, joita preferoidaan  $B$ :hen nähden. Uuden optimipisteen täytyy tällöin olla pisteen  $B$  ja myös pisteen  $A$  vasemmalla puolella, koska  $G(h)$  on ALS.  $\square$

**PROPOSITIO 2:** Oletetaan vapaa-aika normaalihyödykkeeksi. Kun konvekssi ja paloittain lineaarinen budjettirajoite korvataan ALS-budjettirajoitteella, työn tarjonta ei nouse:

i) jos optimi  $h^*$  budjettirajoitteella  $g(h)$  on kulmapisteessä ja ALS- budjettirajoitteella on myös kulmapiste  $h^*$ :n kohdalla.

ii) Jos kohdan i ehto ei ole voimassa, työn tarjonta laskee.

Proposition 2 todistus on lähes samanlainen proposition 1 todistuksen kanssa.

Voidaan tietenkin myös osoittaa, että propositioiden 1 ja 2 vastakohtat ovat tosia. Oletetaan, että alkuperäinen budjettirajoite  $G(h)$  korvataan budjettirajoitteella  $g(h)$ , jossa  $G(h)$  on ALS-budjettirajoite  $g(h)$ :n nähden. Tällöin työn tarjonta nousee vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke.

Budjettirajoite  $g(h)$  oletettiin yllä olevassa tarkastelussa konveksiksi ja  $G(h)$ :n sallittiin olla ei-konvekssi. Analyytisesti voidaan ajatella  $G(h)$  konveksiksi ja  $g(h)$  ei-konveksiksi. Tärkeää on, että vähintään toinen rajoitteista on konvekssi. ALS- ja konveksisuusoletus takaavat budjettisuoran II-II sijoittumisen  $G(h)$ :n yläpuolelle pisteen  $B$  oikealla puolella (Blomquist 1985a).

### 3.1.1 Verotuksen vaikutus työn tarjontaan kun yksilön optimiasema on tiedossa

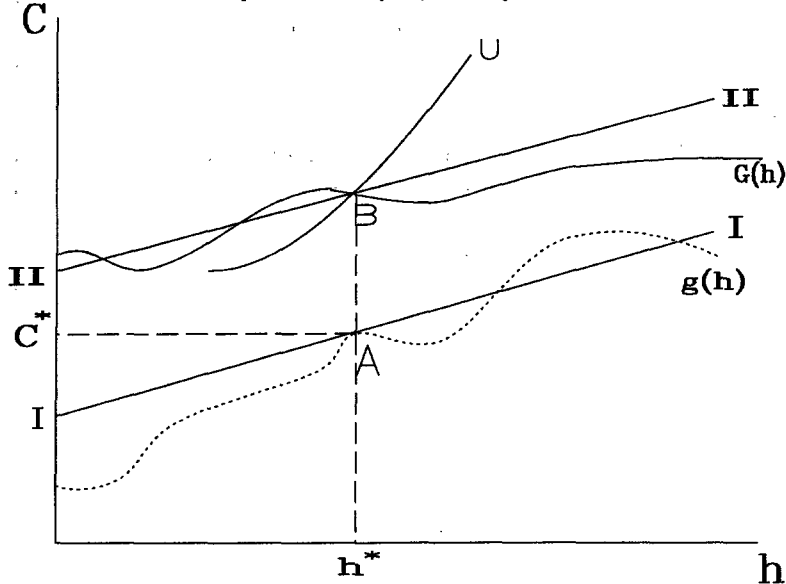
Arvioitaessa verojärjestelmän vaikutuksia työn tarjontaan usein tiedetään tai voidaan suhteellisen helposti saada informaatiota yksilön optimaalisesta asemasta kun nykyinen verojärjestelmä on tiedossa. Seuraavassa tarkastellaan, kuinka tietoa yksilön optimaalisesta asemasta voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa verojärjestelmän muutoksia (ts. veroparametrien muutoksia).

**PROPOSITIO 3:** Olkoon  $g(h)$  jatkuva (muoto vapaa) budjettirajoite. Optimaalinen työn tarjonnan ja kulutuksen määrä budjettirajoitteelta löytyy kohdasta  $(c^*, h^*)$ . Oletetaan, että  $g(h)$  on differentioituva pisteessä  $h^*$ . Olkoon  $G(h)$  toinen jatkuva budjettirajoite. Jos vapaa-aika on normaalihyödyke, ( $G(h^*) > g(h^*)$ ), niin suora jonka kulmakerroin on  $g'(h^*)$ , ja joka kulkee pisteen  $(h^*, G(h^*))$  kautta, ei koskaan ole budjettirajoitteen  $G(h)$  alapuolella, kun  $h > h^*$ . Vastaavasti suora ei ole koskaan

budjettirajoitteen  $G(h)$  yläpuolella pisteen  $h^*$  vasemmanpuoleisessa lähiympäristössä. Tästä seuraa työn tarjonnan aleneminen, kun  $g(h)$  korvataan budjettirajoitteella  $G(h)$ .

Käytetään kuvaa 3.3 apuna proposition 3 todistuksessa.

Kuva 3.3. Yksilön optimiasema ja työn tarjonta.

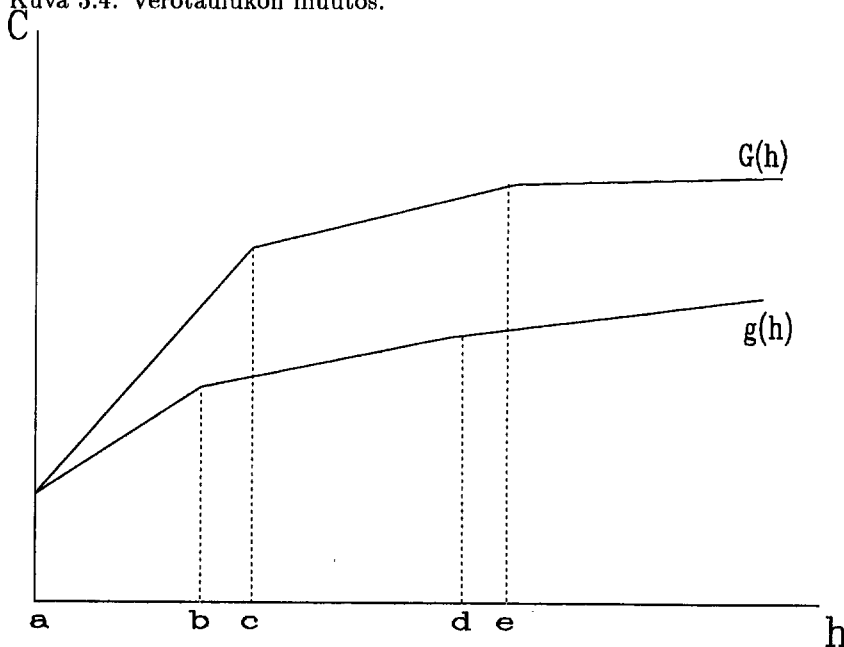


**TODISTUS 2:** Kuvassa 3.3  $g(h)$  on alkuperäinen budjettirajoite. A on optimipiste rajoitteella  $g(h)$ . I-I on suora, joka sivuaa rajoitetta pisteessä  $h^*$ . II-II on samansuuntainen suora, joka leikkaa rajoitteen  $G(h^*)$   $h^*$ :n kohdalla. Vapaa-ajan normaalisuus implikoi tangenttipisteen olemassaolon suoralla II-II pisteen B vasemmalla puolella (ks. todistus 1). Tästä seuraa, että on olemassa indifferenssikäyrä U, joka leikkaa rajoitteen II-II alapuolelta pisteen B kohdalla. Pisteen B oikealla puolella indifferenssikäyrä on rajoitteen II-II yläpuolella. Rajoite II-II on aina  $G(h)$ :n yläpuolella, joten pistettä B preferoidaan budjettirajoitteella  $G(h)$  kaikkiin siitä oikealla puolella oleviin pisteisiin. Pisteen B vasemmalla puolella indifferenssikäyrä on rajoitteen  $G(h)$  alapuolella, joten pisteen B vasemmalla puolella täytyy olla mahdollisia pisteitä, joita preferoidaan pisteeseen B nähden. Tästä seuraa, että uuden optimin täytyy olla  $h^*$ :n vasemmalla puolella.  $\square$

Budjettirajoitteiden  $G(h)$  ja  $g(h)$  korvaaminen paloittain lineaarisilla rajoitteilla<sup>10</sup> ei muuta propositiosta 3 saatavaa tulosta.

Propositioiden 1 ja 3 tulokset mahdollistavat tuloverojärjestelmän muutoksesta johtuvan työn tarjonnan mahdollisen muutoksen analysoinnin. Blomquistin (1985a) mukaan vanha verojärjestelmä voidaan suhteellisen helposti jakaa segmentteihin, joissa proposition 3 oletukset ovat voimassa ja segmentteihin, joissa oletukset eivät ole voimassa. Tällöin saadaan estimaatti niille työntekijöille, jotka vähentävät työn tarjontaa verojärjestelmän muuttumisen johdosta. Esimerkiksi kuvassa 3.4 vanhan verojärjestelmän vallitessa budjettirajoite on  $g(h)$ . Uudessa verojärjestelmässä (budjettirajoite  $G(h)$ ) veroluokkia laajennetaan. Ensimmäisessä veroluokassa (alhaisella tulotasolla) marginaalivero laskee (eli rajoitteen kulmakerroin nousee ensimmäisen segmentin kohdalla) ja seuraavissa veroluokissa (korkemilla tulotasolla) se nousee (eli rajoitteen kulmakerroin laskee). Olettamalla vapaa-aika normaalihyödykkeeksi ja käyttämällä propositiota 3 hyväksi, voidaan osoittaa seuraavaa: yksilöt, joiden työtunnit vanhan verojärjestelmän vallitessa olivat välillä  $c < h < d$  ja  $h > e$ , vähentävät työn tarjontaansa, kun  $g(h)$  korvataan uudella budjettirajoitteella  $G(h)$ .

Kuva 3.4. Verotaulukon muutos.



<sup>10</sup>On huomattava, että paloittain lineaarinen rajoite on vain erikoistapaus yllä esitetystä sileästä rajoitteesta. Yllä esitetyt propositiot ja todistukset pätevät myös paloittain lineaarisen rajoitteen tapauksessa.

Veronmuutoksen vaikututusta työn tarjontaan ei voida spesifioida niiden yksilöiden kohdalla, joiden työn tarjonta oli alkuperäisellä budjettirajoitteella väleillä (b-c) ja (d-e).

### 3.2 Veroparametrien muutosten vaikutukset työn tarjontaan paloittain lineaarisessa verojärjestelmässä

Kuten edellä mainittiin useimmissa maailman maissa tuloverojärjestelmät ovat paloittain lineaarisia. Yleensä verojärjestelmissä marginaalivero on nouseva. Blomquistin (1988) mukaan useimmissa verouudistuksissa yhtä tai useampaa veroparametriä on muutettu samanaikaisesti, joten on kiinnostavaa tarkastella, kuinka veroparametrien muutokset paloittain lineaarisen verojärjestelmän tapauksessa vaikuttavat yksilöiden työn tarjontapäätökseen. Seuraavassa tätä tutkitaan muuttamalla yhtä veroparametriä kerrallaan.

Olkoon  $B_v$  veronalainen muu tulo ja  $B_{ev}$  verotuksen ulkopuolelle jäävä muu tulo. Merkitään verokynnystä (exemption level), eli korkeinta mahdollista veron ulkopuolelle jäävää tulotasoa,  $E$ :llä. Verotettava tulo  $x$  voidaan nyt määrittellä seuraavasti:  $x = wh + B_v - E$ .  $T$  kuvaa könttäsommaveroa ja  $A$  veroluokkaa. Olkoon kokonaisverokertymää kuvaava verofunktio muotoa

$$Tax(x) = T + \int_0^x t(z) dz, \quad (3.3)$$

jossa  $t$  on nouseva porraskäyrä s.e  $t(z) = t_i \forall A_{i-1} < z \leq A_i, i = 1, \dots$ . Kuvassa 3.1 kuvattiin budjettirajoite, jonka yllä kuvattu verofunktio tuottaa. Innnen segmentin kulmakerroin on  $w_i = (1 - t_i)w$  ja vastaavan veroluokan yläraja on  $H_i = (A_i + E - B_v)/w$ . C-akselin leikkauspiste eli jokaista segmenttiä vastaava kuvitteellisen tulon määrä  $y_i$  voidaan laskea rekursiivisesti (vrt. kaava 3.2),  $y_i = y_{i-1} + (w_{i-1} - w_i)H_{i-1} = y_{i-1} + (t_i - t_{i-1})(A_{i-1} + E - B_v), i = 2, \dots$ . Jos  $B_v > E$ , mutta  $B_v - E < A_i$ , niin  $y_1 = B_{ev} + E + (1 - t_1)(B_v - E) - T$ .

Jokaiselle budjettisegmentille ( $H_{i-1}, H_i$ ) voidaan nyt määrittää epäsuora hyötyfunktio<sup>11</sup> seuraavasti

$$v_i(y_i, w_i, p) = MAX[u(c, l); pc + w_i \leq y_i + w_i T]. \quad (3.4)$$

Tarkastellaan seuraavaksi kuinka veroparametrien  $T$  (könttäsommavero),  $E$  (verokynnys),  $A_i$  (veroluokka),  $t_i$  (marginaaliveroaste) ja  $w$  (bruttopalkka) muutokset

<sup>11</sup>Epäsuoran hyötyfunktion ominaisuuksista ja niiden todistuksista ks. esim. Varian (1984) s. 121 - 122 tai Lahdenperä (1991) s. 26 - 27.

vaikuttavat yksilön työn tarjontaan.

### 3.2.1 Muutos könttäsummaverossa

Könttäsummaveron muutoksella ja verotuksen ulkopuolella olevan muiden kuin työtulojen muutoksella  $-B_{ev}$  on täysin sama vaikutus yksilön työn tarjontaan. Könttäsummaveron alentaminen siirtää budjettirajoitetta kulmakerrointa muuttamatta ylöspäin.

**PROPOSITIO 4:** *Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke  $T$ :n alentaminen vähentää niiden yksilöiden työn tarjontaa, joiden optimi ei ole kulmapisteessä. Uusi optimi voi olla samalla tai alemmalla segmentillä. Yksilön optimin ollessa kulmapisteessä hän joko vähentää tai ei muuta työn tarjontaansa.*

Proposition 4 todistus on ilmeinen.

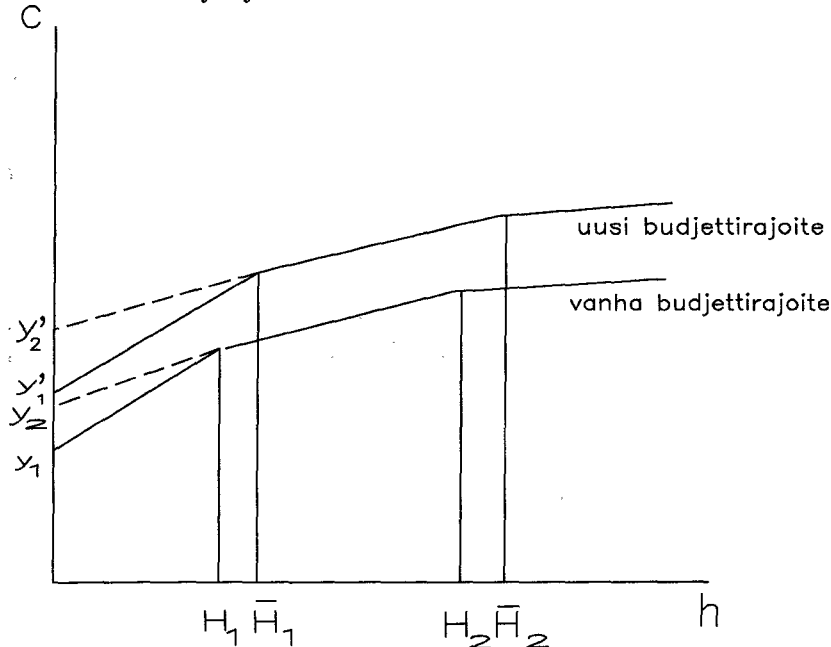
### 3.2.2 Muutos verokynnyksessä

Verokynnyksen  $E$  nostaminen vaikuttaa seuraavasti:

- i)  $y_i$  nousee  $\forall i = 1, \dots$
- ii) ei vaikuta  $w_i$ :hin  $\forall i = 1, \dots$
- iii)  $H_i$  nousee  $\forall i = 1, \dots$

Kuvassa 3.5 on esitetty verokynnyksen muutoksen vaikutus työn tarjontaan.

Kuva 3.5. Verokynnyksen muutos.



Kuvassa 3.5 verokynnyksen nostaminen vaikuttaa jokaista segmenttiä vastaavaan kuvitteelliseen tuloon, esim.  $y_1 \rightarrow y_1'$  ja  $y_2 \rightarrow y_2'$ . Verokynnyksen muutos ei vaikuta budjettisegmenttien kulmakertoimiin, koska marginaaliveroaste ei muutu. Jokaisen budjettisegmentin yläraja nousee.

**PROPOSITIO 5:** *Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke on verokynnyksen muutoksella seuraavat vaikutukset työn tarjontaan:*

- 1) *Yksilöt, joiden alkuperäinen optimi on välillä  $(0, H_i)$  ja  $(\bar{H}_i, H_{i+1})$   $i = 1, \dots$  vähentävät työn tarjontaansa.*
- 2) *Yksilöt, joiden alkuperäinen optimi on välillä  $(H_i, \bar{H}_i)$ ,  $i = 1, \dots$ , voivat joko vähentää tai lisätä työn tarjontaansa. Työn tarjonta voi nousta korkeintaan ylärajalle  $\bar{H}_i$ . Välillä  $(H_i, \bar{H}_i)$  uudella budjettirajoitteella marginaaliveroaste on alempi ja eksogeeninen tulo korkeampi kuin vanhalla budjettirajoitteella välillä  $(H_i, \bar{H}_i)$ . Silloin kun palkkavaikutus dominoi tulovaikutusta työn tarjonta nousee tai päinvastoin. Työn tarjonta voi myös pysyä ennallaan. Työn tarjonta ei voi kuitenkaan nousta tason  $\bar{H}_i$  yläpuolelle uudella budjettirajoitteella, koska samojen marginaaliveroasteiden vallitessa (uudella budjettirajoitteella tason  $\bar{H}_i$  yläpuolella marginaaliveroaste on sama kuin vanhalla budjettirajoitteella välillä  $(H_i, \bar{H}_i)$ ) tulovaikutus ei voi lisätä työn tarjontaa vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke.*

Kohdan 1 todistus on ilmeinen. Kohta 2 voidaan todistaa seuraavasti.

**TODISTUS 3:** *Olkoon alkuperäinen optimi segmentillä  $i$  välillä  $(H_i, \bar{H}_i)$ . Oletetaan (väärin), että uusi optimi on uudella budjettirajoitteella segmentillä  $i+1$ . Koska vapaa-aika on normaalihyödyke, on alkuperäisen optimin tällöin täytynyt olla vanhalla budjettirajoitteella segmentillä  $i+1$  tai sen oikealla puolella. Tästä seuraa ristiriita, joten huomataan, että uuden optimin täytyy olla pienempi tai yhtä suuri kuin  $\bar{H}_i$ .  $\square$*

Proposition 5 mukaan jotkut yksilöt voivat lisätä työn tarjontansa hieman kun verokynnystä nostetaan. Blomquistin (1985a) mukaan on kuitenkin vahva tendensi työn tarjonnan alenemiseen.<sup>12</sup>

### 3.2.3 Muutos veroluokassa

Veroluokan ylärajan  $A_j$  nostaminen:

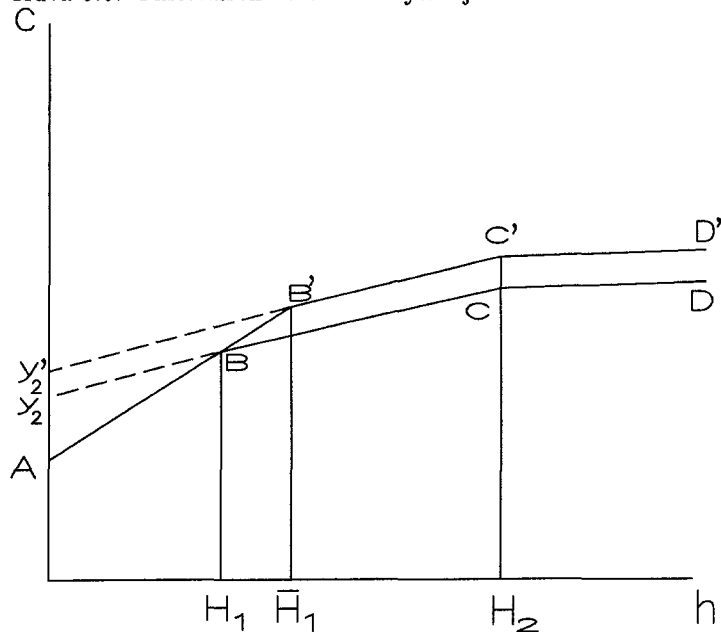
- i) ei vaikuta  $A_j$ :tä alempiin segmentteihin.
- ii)  $H_j$  nousee määrällä  $dA_j/w$ .
- iii) kuvitteellinen tulo  $y_i$  nousee  $\forall i = j+1, j+2, \dots$

---

<sup>12</sup>Kun verokynnystä nostetaan määrällä  $dE$ , nousee veroluokan  $i$  kuvitteellinen tulo määrällä  $t_i dE$ . Käytettäessä lineaarista työn tarjontafunktiota negatiivinen tulovaikutus verokynnyksen nostamisesta on voimakkainta korkeimmissa veroluokissa (Lahdenperä 1991 s. 28).



Kuva 3.6. Yksittäisen veroluokan ylärajan muutos.



Kuva 3.6 esittää ensimmäisen veroluokan ylärajan nostoa. ABCD kuvaa alkuperäistä budjettirajoitetta ja AB'C'D' uutta budjettirajoitetta. Kuvasta nähdään, että vain kyseisen veroluokan kulmapiste muuttuu ( $H_1 \rightarrow \bar{H}_1$ ) muiden veroluokkien kulmapisteiden pysyessä ennallaan. Kuvitteellinen tulo nousee vain muutosta korkeampien veroluokkien yhteydessä (esim.  $y_2 \rightarrow y_2'$ ).

**PROPOSITIO 6:** *Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke vaikuttaa veroluokan ylärajan  $A_j$  nostaminen työn tarjontaan seuraavasti:*

- 1) *Ei muuta yksilön optimia, jos hänen alkuperäinen optiminsa oli millä tahansa segmentillä  $i = 1, \dots, j - 1$ .*
- 2) *Alkuperäisen optimin ollessa välillä  $(H_j, \bar{H}_j)$  yksilön työn tarjonta voi nousta tai laskea. Se voi nousta kuitenkin vain tasolle  $\bar{H}_j$ . Ks. prop. 5 kohta 2.*
- 3) *Yksilön työn tarjonta laskee alkuperäisen optimin ollessa  $\bar{H}_j$ :n yläpuolella.*

Kohdat 1 ja 3 voidaan todistaa käyttämällä propositiota 3 apuna. Kohta 2 voidaan todistaa samalla tavalla kuin proposition 5 kohta 2.<sup>13</sup>

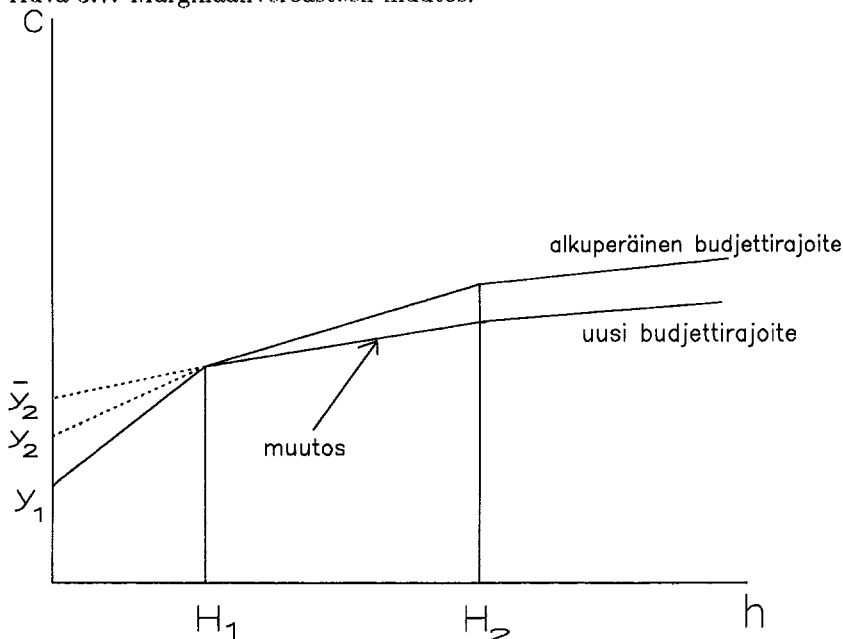
<sup>13</sup>Vain ensimmäisen veroluokan ylärajan  $A_1$  nostaminen lisää kuvitteellisen tulon määrää kaikissa veroluokissa yhtä paljon,  $(t_2 - t_1)A_1$ . Nostettaessa kaikkien veroluokkien ylärajoja saman verran, kuvitteellisen tulon muutos on suurempi korkeammassa veroluokassa (Lahdenperä 1991 s. 29).

### 3.2.4 Marginaaliveroasteen lokaali muutos

Marginaaliveroasteen  $t_j$  nousu<sup>14</sup> veroluokassa  $j$

- i) ei vaikuta segmentteihin  $i = 1, \dots, j - 1$
- ii) laskee segmentin  $j$  kulmakerrointa ja nostaa vastaavan segmentin  $j$  kuvitteellista tuloa
- iii) laskee segmenttien  $i = j + 1, j + 2, \dots$  kuvitteellista tuloa.

Kuva 3.7. Marginaaliveroasteen muutos.



Kuvassa 3.7 toisen veroluokan marginaaliveroprosentti  $t_2$  nousee eli kyseisen segmentin kulmakerroin laskee ja kuvitteellinen tulo nousee ( $y_2 \rightarrow \bar{y}_2$ ). Ensimmäiseen segmenttiin  $t_2$ :n muutoksella ei ole vaikutusta, mutta kolmannesta segmentistä ylöspäin kuvitteellinen tulo laskee. Marginaaliveroprosentin lokaali muutos ei vaikuta veroluokkien sijaintiin eli kulmapisteet pysyvät samoina yli verotaulukon.

**PROPOSITIO 7:** Marginaaliveroasteen  $t_j$  nostaminen, joka jättää budjettirajoitteen konveksiksi, vaikuttaa työn tarjontaan seuraavasti:

- 1) Ei muuta työn tarjontaa, jos yksilön alkuperäinen optimi on segmentillä  $i =$

<sup>14</sup>Marginaaliveroasteen alentamisella on päinvastainen vaikutus kuin yllä.

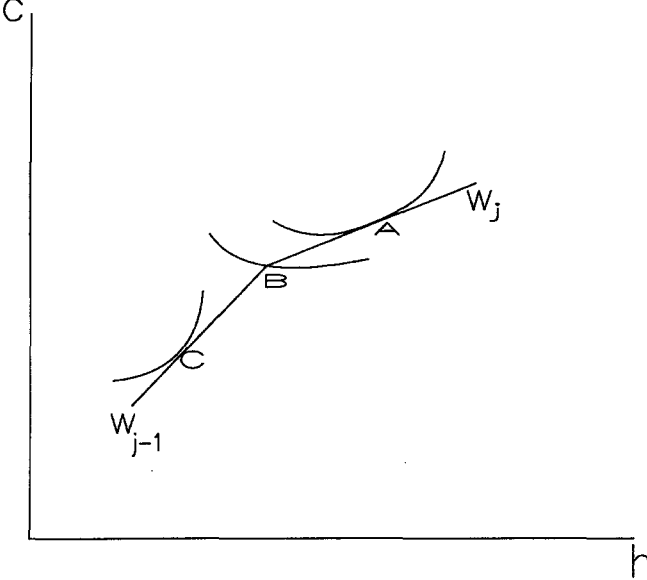
$1, \dots, j-1$ .

2) Alkuperäisen optimin ollessa segmentillä  $j$  voi työn tarjonta nousta tai laskea. Työn tarjonta ei voi kuitenkaan laskea tason  $H_{j-1}$  alapuolelle.

3) Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke ja alkuperäisen optimin ollessa suurempi kuin  $H_j$  työn tarjonta nousee.

Kohdan 1 todistus on ilmeinen ja kohta 3 voidaan todistaa käyttämällä proposition 3 todistusta apuna. Proposition 7 kohta 2 voidaan todistaa seuraavasti:

Kuva 3.8. Kohdan 2 todistus.



**TODISTUS 4:** Olkoon alkuperäinen optimi kuvassa 3.8 pisteessä  $A$ . Pisteessä  $A$  indifferenssikäyrän kulmakerroin on  $w_j$ . Pisteessä  $A$  vasemmalla puolella indifferenssikäyrä leikkaa rajoitteen ylhäältä. Pisteessä  $B$  kautta kulkevan indifferenssikäyrän kulmakerroin on  $I_B < w_j$ . Oletetaan (väärin), että uusi optimi on segmentillä  $j-1$  pisteessä  $C$ . Indifferenssikäyrän kulmakerroin pisteessä  $C$  on  $w_{j-1}$ . Pisteessä  $C$  oikealla puolella indifferenssikäyrä leikkaa rajoitteen alhaalta. Tästä seuraa ristiriita, koska indifferenssikäyrällä, joka leikkaa pisteen  $B$ , on kulmakerroin  $I_B > w_{j-1} > w_j < I_B$ , joten uusi optimi ei voi olla pisteen  $B$  vasemmalla puolella.

□

Nettotuntipalkan ja kuvitteellisen tulon muutos jokaisessa veroluokassa on sama, kun marginaaliveroastetta  $t_j$  muutetaan samalla prosenttimäärällä. Jos kuitenkin

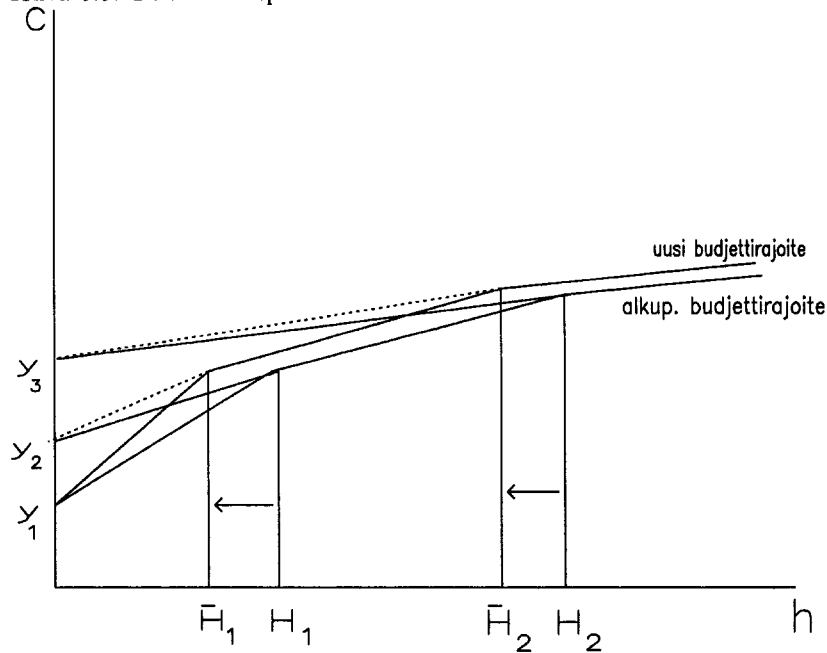
esim. marginaaliveroastetta lasketaan enemmän korkeammissa veroluokissa kuin alhaisissa veroluokissa, ovat nettotuntipalkkojen nousu ja kuvitteellisen tulo lasku suurempia korkeammissa veroluokissa (Lahdenperä 1991 s. 31).

### 3.2.5 Bruttotuntipalkan muutos

Bruttotuntipalkan nousulla on seuraavat vaikutukset:

- i) kaikkien segmenttien kulmakertoimet nousevat
- ii) laskee jokaisen segmentin  $H_i$  ylärajaa
- iii) ei vaikuta kuvitteelliseen tuloon.

Kuva 3.9. Bruttotuntipalkan muutos.



Kuvassa 3.9 jokaisen veroluokan yläraja laskee bruttotuntipalkan noustessa, koska pienemmällä työpanoksella voidaan saavuttaa aikaisempi tulotaso. Laajentamalla jokaista segmenttiä huomataan, että bruttotuntipalkan nousu (tai lasku) ei vaikuta kuvitteellisen tulo määrään.

Olkoon vanhan budjettirajoitteen aikainen nettotuntipalkka  $W_i^v$  ja uutta budjetti-

rajoitetta vastaava nettotuntipalkka  $w_i^y$ . Tällöin voidaan päätellä seuraavaa:

**PROPOSITIO 8:** *Bruttotuntipalkan  $w$  nousulla on seuraavat vaikutukset työn tarjontaan:*

- 1) *Vapaa-ajan ollessa normaalihyödyke ja alkuperäisen optimin ollessa välillä  $(\bar{H}_i, H_i)$  ja  $w_{i+1}^y < w_i^y$ , laskee työn tarjonta.*
- 2) *Työn tarjonta voi laskea tai nousta, jos ehto 1 ei toteudu.*

Kohta 1 voidaan jälleen todistaa proposition 3 avulla. Kohdan 2 todistus on ilmeinen.

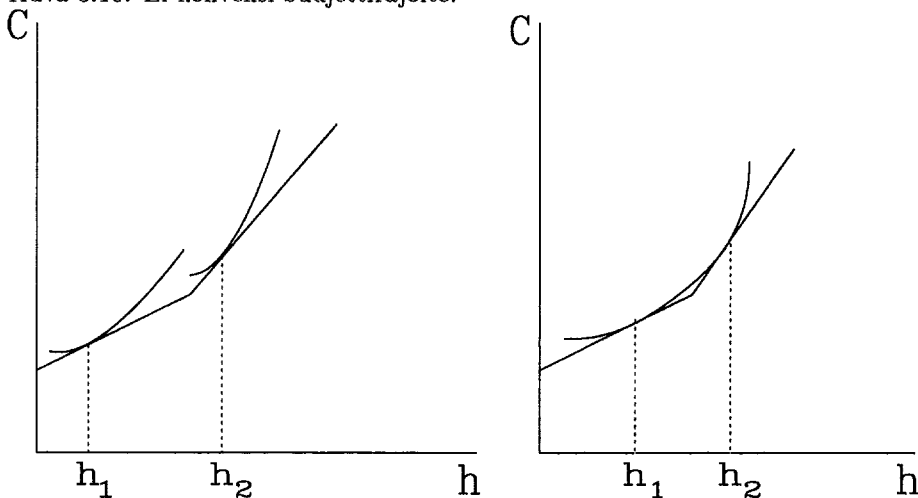
Edellä esitetty analyysi osoittaa, että paloittain lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa on mahdollista suhteellisen tarkkaan analysoida työn tarjonnan muutoksen suunta veroparametrejä muutettaessa.<sup>15</sup> Veroparametrien muutoksen kvantitatiivisten tulosten selville saamiseksi tarvitaan estimoitua työn tarjontafunktiota. Edellä esitetty analyysi antaa suunnan sille, kuinka empiirinen työ tulisi tehdä ja kuinka saatuja tuloksia tulisi tulkita. Analyysissä on tähän asti oletettu verojärjestelmä, joka tuottaa konveksin budjettirajoitteen eli lokaali ratkaisu on myös globaali ratkaisu yksilön hyödyn maksimointiongelmiaan. Seuraavaksi siirrytään tarkastelemaan tilannetta, jossa konveksisuusoletus ei ole voimassa.

### 3.3 Ei-progressiivinen verojärjestelmä

Jos marginaaliveroaste ei ole kauttaaltaan nouseva, muodostuu yksilön kohtaama budjettirajoite ei-konveksiksi. Tällöin analyysi työn tarjonnasta vaikeutuu huomattavasti. Budjettirajoitteen ei-konveksisuus voi johtaa tilanteeseen, jossa on kaksi (tai useampia) indifferenssikäyrän ja budjettirajoitteen tangentialipistettä. Esim. kuvassa 3.10 työn tarjonnan määrillä  $h_1$  ja  $h_2$ .

<sup>15</sup>Ratkaisevaa on oletus vapaa-ajan normaalisuudesta. Proportionaalisen tuloverojärjestelmän vallitessa täytyy aina estimoida työn tarjontafunktio, kun halutaan tutkia verotuksen käyttäytymisvaikutuksia.

Kuva 3.10. Ei-konvekssi budjettirajoite.



Koska aina jotain tangenttipistettä preferoidaan muihin pisteisiin, ongelmaksi muodostuu tämän tangenttipisteen määrääminen. Hausmanin (1981a) mukaan ei ole olemassa metodia, jolla pystyttäisiin yksikäsitteisesti määräämään mikä lokaaleista optimipisteistä on paras. Empiirisessä työssä joudutaan budjettirajoite usein konveksoimaan.

Eräitä epäkonveksisuuden aiheuttajia voivat olla esim. valtion tulonsiirtojärjestelmät. Tällaisia tulonsiirtojärjestelmiä Suomessa ovat mm. tulosidonnainen lasten kotihoidon tuki, tulosidonnainen vanhempainraha, könttösomma kotihoidontuki ja tulosidonnaiset sosiaaliturvajärjestelmät, josta mainittakoon esim. asumistuki.

Otetaan esimerkki hypoteettisesta sosiaaliturvajärjestelmän osasta, joka aiheuttaa epäkonveksin budjettirajoitteen. Oletetaan esim. että yksilön ollessa vapaaehtoisesti työvoiman ulkopuolella, hänen saamansa avustus takaa tulotason  $a$ . Työskennellessään tuntimäärää  $h_x$  vähemmän hänen tulotasonsa olisi  $b$ , joka on tulotaso  $a$  pienempi, koska hän menettää saamansa tulonsiirron siirryttyään työlliseksi. Tuntimäärää  $h_x$  korkeammalla työn tarjonnalla hänen tulotasonsa  $c$  on jälleen tulotaso  $a$  korkeampi. Toinen mahdollinen epäkonveksisuuden aiheuttaja voi olla verovähennysten erilainen kohtelu eri tuloluokissa.<sup>16</sup>

*A priori* epäkonveksin budjettirajoitteen (kuva 3.10) tapauksessa voidaan sanoa hyvin vähän yksilöiden työn tarjontapäätöksestä. Globaalim optimin määräämiseksi täytyisi tietää yksilön hyötyfunktio. Pieni muutos verojärjestelmässä tai tulonsiir-

<sup>16</sup>Verolainsäädännön monimutkaisuuden takia kaikkien erikoistapausten huomioon ottaminen olisi erittäin hankalaa.

roissa voi aiheuttaa suuria ja epäjatkuvia muutoksia työn tarjonnassa ei-konveksin budjettirajoitteen tapauksessa (Hausman 1985a).

### 3.3.1 Työhön osallistumisen kiinteät kustannukset ja työhön osallistuminen

Työhön osallistumisesta aiheutuu useimmissa tapauksissa kiinteitä kustannuksia, jotka voivat vaihdella eri ammattiryhmien välillä huomattavasti.<sup>17</sup> Kiinteitä kustannuksia voivat olla esim. työmatkakustannukset, lasten päivähoitokustannukset jne.<sup>18</sup> Näillä kustannuksilla on havaittu olevan enemmän vaikutusta naisten työn tarjontaan. Useinhan naiset kantavat suurimman vastuun lasten kasvatuksesta ja usein myös heidän palkkatasonsa on alhaisempi kuin miesten. Lisäksi ehkä juuri edellisten seikkojen johdosta naisten työhön osallistumisaste vaihtelee ajan suhteen miehiä enemmän.

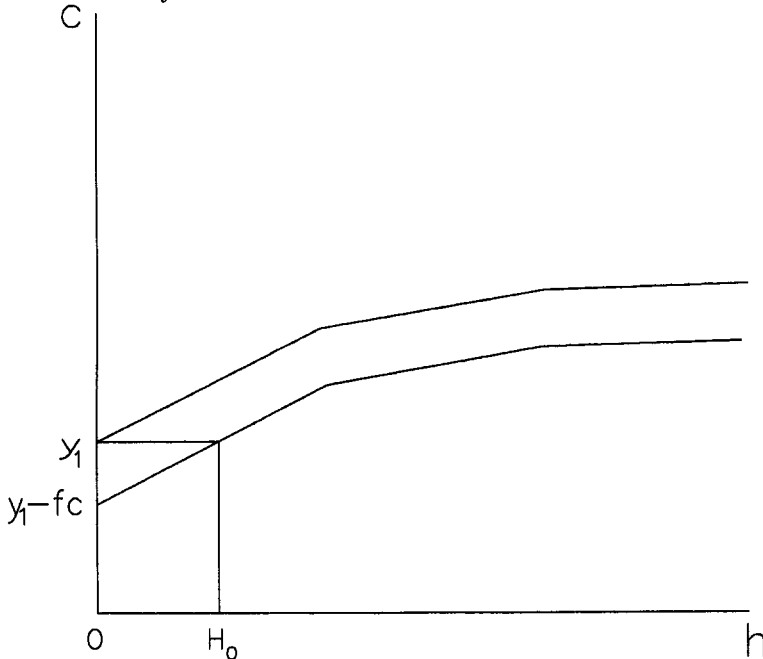
Kuvassa 3.11 osoitetaan, kuinka kiinteät kustannukset voivat vaikuttaa työn tarjontapäätökseen.

---

<sup>17</sup>Kiinteiden kustannusten vaikutusta työn tarjontaan on käsitelty sekä teoreettisesti että empirisesti Hausmanin artikkelissa "The effect of wages, taxes and fixed costs on women's labor force participation" vuodelta 1980.

<sup>18</sup>Työn etsimisestä aiheutuu myös kustannuksia, mutta niitä ei voitane pitää kiinteinä kustannuksina.

Kuva 3.11. Työhönosallistumisen kiinteät kustannukset.



Kiinteät kustannukset  $fc$  alentavat eksogeenista tuloa, jolloin budjettirajoite siirtyy alaspäin. Rationaalinen yksilö ei työskentele välillä  $(0, H_0)$ , koska hänen tulotasonsa ja vapaa-aikansa määrä on tällöin suurempi kuin työllisenä (eli yllä olevassa kuvassa kiinteät kustannukset sisältävä budjettirajoite on välillä  $(0 \rightarrow H_0)$  laatikon sisäpuolella. Toisin sanoen vasta  $H_0$ :n ylittävillä työtunneilla yksilön tulotaso on korkeampi (ylittää  $y_1$ :n) kuin yksilön ollessa työntarjonnan ulkopuolella.<sup>19</sup> Hausmanin (1981a) mukaan kiinteät kustannukset selittävät osittain sen, että ihmiset harvoin työskentelevät alle 10-15 tuntia viikossa.

Kirjallisuudessa on myös tutkimustuloksia siitä, kuinka verotus vaikuttaa työhönosallistumispäätökseen. Konveksissa tapauksessa (esim. kuva 3.1) analyysi on suoraviivainen. Työhön osallistumispäätös riippuu ainoastaan alhaisimman veroluokan nettopalkasta  $w_1$  ja kuvitteellisesta tulosta  $y_1$ . Verojen nostaminen siten, että  $w_1$  laskee ja  $y_1$  ei muutu, laskee työhönosallistumisastetta. Vero, joka laskee kuvitteellista tuloa  $y_1$  (esim. miesten tapauksessa vero, joka kohdistuu puolison työtuloihin), lisää työhönosallistumisen todennäköisyyttä. Veroilla, jotka kohdistuvat muihin kuin ensimmäisen veroluokan tuloihin, ei ole vaikutusta työhönosallistumiseen.

<sup>19</sup>Tässä tutkielmassa ei tulla tarkastelemaan reservaatiopalkkateoriaa. Reservaatiopalkan ja työn tarjonnan välisestä yhteydestä ks. esim Hausman (1980) s. 167-172 tai Killingsworth (1983) luvut 1 ja 2.



Ei-konveksissa tapauksessa (kuva 3.10) muutokset missä tahansa veroluokassa voivat vaikuttaa työhön osallistumiseen, koska budjettirajoitteella ja indifferenssikäyrällä saatta olla useita tangenttipisteitä. Ei-konveksin budjettirajoitteen tapauksessa täytyy siis koko budjettirajoite analysoida.

### 3.3.2 Muita näkökohtia

Useat taloustieteilijät ovat korostaneet, että markkinapalkka voi riippua tehdyistä työtunneista. Esimerkiksi osa-aikatyöstä saatava tuntipalkka saattaa olla kokopäivätyöstä saatavaa tuntipalkkaa pienempi, esim. tuotannon kiinteiden kustannusten vuoksi. Kuvan 3.11 voitaisiin ajatella esittävän tällaista tapausta. Mahdollisuus, että yksilöt eivät voi valita haluamaansa työaika, on empiirisen työn kannalta vakava ongelma, samoin kuin palkkojen riippuvuus tehdyistä työtunneista. Esimerkkeinä työaikarajoitteista voitaisiin mainita työttömyys ja mahdollisuus vain kokopäivätyöskentelyyn.<sup>20</sup> Ekonometrisessä työssä on vaikea ottaa määrärajoitteita huomioon, koska kyselytutkimuksissa ei ole tietoa halutuista työtunneista.<sup>21</sup>

Esitetty työn tarjontateoria ei myöskään ota riittävästi huomioon työpaikkojen välisiä eroja ja työntensiteetin vaihtelua yksilöiden välillä.<sup>22</sup> Verojärjestelmän johdosta useat lisäedut ovat palkansaajille houkuttelevampia palkkioita menetetyistä vapaa-ajasta kuin rahapalkka. Koska ammattiryhmittäin on suuria eroja lisätuusuksien saannissa, voi rahapalkka olla väärä muuttuja menetetyistä vapaa-ajasta. Periaatteessa kaikki lisäedut voitaisiin mallissa ottaa huomioon, jos käytettävä aineisto sisältäisi informaatiota niistä. Käytännössä lisäedut (luontaisedut) eivät välttämättä ole täydellisiä substituutteja rahapalkan kanssa joten myös teoriaa tulisi kehittää siihen suuntaan, että lisäedut voitaisiin huomioida.

Eräs käytetyn mallin puute on sen staattisuus. Tässä tutkielmassa ei ole pystytty ottamaan huomioon, että kaikille yksilöille työnteko ei ole pelkkä vapaa-ajan vastakohta. Luultavasti on monia ammatteja, joissa uran alkuvaiheessa työskennellään hyvin intensiivisesti tulevien palkkioiden ja urakehityksen toivossa. Näissä tapauksissa saatu rahapalkka on puutteellinen tulojen mittari.<sup>23</sup> Luultavasti on myös yksilöitä, jotka pitävät ammatistaan, eivätkä näin ollen pane suurta painoa tehdyille työtunneille. Näitä ongelmia pyritään työn empiirisessä osassa pienentämään rajoit-

<sup>20</sup>Suomessa työaikarajoitteet ovat ongelma varsinkin naisten kohdalla. Monet naiset haluaisivat työskennellä vähemmän kuin 37 - 40 tuntia viikossa.

<sup>21</sup>Deaton ja Muellbauer (1980) s. 283 - 294 esittävät, kuinka työaikarajoite voidaan teoriassa ottaa poikkileikkausaineistossa huomioon. Suurimmassa osassa empiirisistä töistä työaikarajoite oletuksesta on jouduttu luopumaan.

<sup>22</sup>Jossain määrin voidaan väittää, että saatu palkka heijastaa työntensiteettiä.

<sup>23</sup>Yli ajan malleissa pyritään tulevat tulot ottamaan huomioon. Näihin malleihin liittyy kuitenkin monia muita hankaluuksia empiirisen työn kannalta.

tamalla aineisto koskemaan vain palkansaajia sekä tutkimalla eri sosioekonomisia ryhmiä erikseen.

Työn tarjontateoriassa yksilö maksimoi omaa hyötyään. On myös esitetty malleja, joissa esim. aviopuolisot päättävät työn tarjonnastaan yhdessä (nk. perhemalli) tai nainen päättää työntarjonnastaan olettaen puolison tulotaso annetuksi. Periaatteessa näissä malleissa komparatiivinen statiikka voidaan suorittaa kuten luvussa 2 tehtiin. Esim. perhemalliin tulee laajenuksena ristisubstituutiovaikutukset. Näiden mallien empiirinen testaaminen ei kuulu tämän tutkielman aihepiiriin. Yleisesti näistä malleista voidaan todeta, että niihin liittyy käytännön ekonometrisen työn kannalta runsaasti hankaluuksia. Killingsworthin (1983) kirjasta sivuilta 28 – 39 löytyy teoriakatsaus laajennettuihin työn tarjontamalleihin.

Lopuksi on syytä korostaa, että tutkielmassa on keskitytty työn tarjontapuolen analysointiin. Työvoiman kysyntä on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Työmarkkinoiden kokonaisvaltainen tutkiminen edellyttäisi molempien tekijöiden huomioimista.

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan, kuinka yksilön optimaaliset työtunnit voidaan määrätä progressiivisen tuloverotuksen (paloittain lineaarisen budjettirajoitteen) tapauksessa. Seuraavassa luvussa tarkastellaan myös ekonometrisia malleja, joissa progressiivinen verotus on otettu huomioon.

## Luku 4

# Yksilön optimiaseman määrääminen ja ekonometriset mallit

Tässä tutkimuksessa työtuntien tarjontafunktio oletetaan lineaariseksi muuttujien (ja parametrien) suhteen,<sup>1</sup> eli sen oletetaan olevan muotoa

$$h_i(w, y, z; \alpha, \beta, \gamma) = \text{vakio} + \alpha w_i + \beta y_i + \gamma z_i \quad h \geq 0, \quad (4.1)$$

jossa  $i$  viittaa yksilöön  $i$ , ja  $w_i$  on siis palkka aikayksikköä kohti (tuntipalkka) ja  $y_i$  on eksogeeninen tulo. Matriisi  $z_i$  pitää sisällään yksilön ominaisuuksia kuvaavia muuttujia, joilla arvellaan olevan vaikutusta työn tarjontapäätökseen.  $\alpha$ ,  $\beta$  ja  $\gamma$  ovat estimoitavat parametrit.

---

<sup>1</sup>Lähes kaikissa kansainvälisissä tutkimuksissa työn tarjontafunktio on oletettu lineaariseksi. Blomquist ja Hansson-Brusewitz ovat lineaarisen tarjontafunktion ohella käsitelleet kvadraattista työn tarjontafunktiota. Kvadraattisen muodon käsittelyn ongelmana on se, että sitä vastaava hyötyfunktio voidaan johtaa vain numeerisen integroinnin avulla. Lisäksi, käyttäessään kvadraattista työn tarjontafunktiota, he eivät löytäneet **globaalia** uskottavuusfunktion maksimia, vaan kaksi pistettä jotka tuottivat saman uskottavuusfunktion arvon (Blomquist ja Hansson-Brusewitz 1990 s. 331). N. Stern (1986) käsittelee artikkelissaan eri työn tarjontafunktioiden ominaisuuksia.

## 4.1 Lineaarista työn tarjontafunktiota vastaavien suoran ja epäsuoran hyötyfunktion johtaminen

Olkoon lineaarinen työn tarjontafunktio edellä esitetyn kaltainen. Notation yksinkertaistamiseksi merkitään  $s = \gamma z$  ja pudotetaan alaindeksi  $i$  pois. Vakio on sisällytetty matriisiin  $z$ .

Yleisesti epäsuora hyötyfunktio määräytyy lineaarisessa tapauksessa ratkaisuna rajoitetusta hyödyn maksimointiongelma tai epälineaarisen budjettijoukon tapauksessa annetuna jokin lineaarinen budjettisegmentti.

$$c = v(w, y) = \max_{c, h} [u(c, h) : c - wh \leq y], \quad (4.2)$$

jossa  $c$  on yhdistetty hyödyke ja  $h$  on työn tarjonta. Työn tarjontafunktion ja epäsuoran hyötyfunktion välinen suhde seuraa Royn identiteetistä,<sup>2</sup>

$$h = -\frac{dv/dw}{dv/dy} = \alpha w + \beta y + s. \quad (4.3)$$

Yleisessä  $n$ -ulotteisessa tapauksessa Royn identiteetti nostaa esiin integroituvuusongelman, sillä saadun funktion täytyy täyttää Slutsky-matriisille<sup>3</sup> asetetut ehdot: matriisin aste on  $n - 1$ , se on symmetrinen ja negatiivisesti semidefiniitti (ks. esim. Chiang 1984 s. 92, 83 ja 330). Tässä kahden hyödykkeen mallissa integroituvuusongelma on helpompi. Teorian ainoat vaatimukset ovat, että kompensoidun työn tarjonnan derivaatta palkan suhteen on suurempi tai yhtä suuri kuin nolla ja epäsuora hyötyfunktio on monotonisesti nouseva palkan ja eksogeenisen tulon suhteen. Nämä vaatimukset vastaavat epäsuoran hyötyfunktion ominaisuuksia yhtälössä 4.1. Lineaarisen mallin tapauksessa Slutskyn rajoitteeksi saadaan  $\alpha - \beta h > 0$ .<sup>4</sup>

Kaikilla annetuilla indifferenssikäyrillä voidaan  $y$ :tä pitää  $w$ :n funktiona, eli

$$c = c(w, y) = v(w, y(w)). \quad (4.4)$$

<sup>2</sup>Ks. esim. Varian 1984 s. 126 - 127 tai W. E. Diewert 1982 s. 549.

<sup>3</sup>Luvussa 2 osoitettiin, että Slutsky-yhtälö voidaan esittää muodossa

$$\frac{\partial l}{\partial w} \Big|_y = \frac{\partial l}{\partial w} \Big|_u + \frac{\partial g}{\partial X} * h.$$

Matriisi  $K = [\partial l_i / \partial w_j] \Big|_u$  tunnetaan Slutsky- tai substituutiomatriisina. Sen ominaisuuksien todistukset löytyvät kirjasta "Handbook of Mathematical Economics" vol. 2 kappale 9.

<sup>4</sup>Jos työn tarjontafunktio 4 on konsistentti hyödyn maksimointihypoteesin kanssa, sen täytyy täyttää ehto  $\partial h / \partial w \Big|_u = \partial h / \partial w - h(\partial h / \partial y) > 0$ . Koska  $\partial h / \partial w = \alpha$  ja  $\partial h / \partial y = \beta$ , saadaan yllä oleva Slutsky - rajoite.

Kun yo. yhtälö differentioidaan  $w$ :n suhteen, saadaan

$$\frac{dv}{dw} + \frac{dv}{dy} * \frac{dy}{dw} = 0 \quad \text{tai} \quad \frac{dv/dw}{dv/dy} + \frac{dy}{dw} = 0. \quad (4.5)$$

Roy'n identiteetistä ja yhtälöstä 4.5 saadaan

$$\frac{dy}{dw} + \beta y = -(\alpha w + s), \quad (4.6)$$

joka on ensimmäisen asteen lineaarinen differentiaaliyhtälö<sup>5</sup> Kun yo. yhtälö sijoitetaan ratkaisukaavaan, saadaan

$$\begin{aligned} y(w) &= e^{-\int \beta dw} \left[ c + \int -(\alpha w + s) e^{\int \beta dw} dw \right] \\ &= e^{-\beta w} \left[ c + \int -(\alpha w + s) e^{\beta w} dw \right]. \end{aligned} \quad (4.7)$$

Käytetään integrointivakiota  $c$  (kardinaalisena) hyötyindeksinä ( $c = v(w, y)$ ). Yhtälö 4.7 voidaan nyt kirjoittaa muodossa

$$y = e^{-\beta w} c + e^{-\beta w} \left[ \int -(\alpha w + s) e^{\beta w} dw \right]. \quad \left\| * e^{\beta w} \right. \quad (4.8)$$

⇒

$$y e^{\beta w} = c + \left[ \int -(\alpha w + s) e^{\beta w} dw \right]. \quad (4.9)$$

Termejä järjestelemällä saadaan

$$c = y e^{\beta w} + \alpha \int e^{\beta w} w dw + s \int e^{\beta w} dw. \quad (4.10)$$

Yhtälön 4.10 oikeanpuoleisista termeistä kaksi viimeistä täytyy vielä integroida. Viimeisen termin integrointi on suoraviivainen (koska normaali eksponenttifunktion integroimissääntö on voimassa), keskimmäisen termin integroinnissa on käytettävä osittaisintegrointia.<sup>6</sup> Integrointien ja algebrallisten manipulaatioiden jälkeen yhtälön 4.10 oikealla puolella oleva toinen termi voidaan esittää muodossa

$$\frac{\alpha w}{\beta} e^{\beta w} - \frac{\alpha}{\beta^2} e^{\beta w}.$$

Keräämällä yhtälön 4.10 oikeanpuoleiset integroidut termit yhteen ja ottamalla  $e^{\beta w}$  yhteiseksi tekijäksi, saadaan epäsuora hyötyfunktio

$$c = v(w, y) = e^{\beta w} \left[ y + \frac{\alpha w}{\beta} + \frac{s}{\beta} - \frac{\alpha}{\beta^2} \right]. \quad (4.11)$$

<sup>5</sup>1. asteen lineaarisen differentiaaliyhtälön ratkaisukaava on johdettu esim. Chiangin (1984) kirjan sivuilla 487–488.

<sup>6</sup>Osittaisintegroinnista ks. esim. Chiang (1984) s. 445.

Vaatus epäsuoran hyötyfunktion monotonisuudesta tulojen osalta on voimassa kaikilla parametrien arvoilla, mutta monotonisuus palkan suhteen vaatii, että suhde  $(\alpha/\beta)$  on negatiivinen. Konkaavisuusehto täyttyy, kun  $(\alpha \geq 0)$  ja  $(\beta \leq 0)$  tai kun  $(h \geq (\alpha/\beta)) \forall y < 0$  (Hausman 1980 s. 175).

Vastaava suora hyötyfunktio seuraa rajoitetun minimointiongelman ratkaisuna eli

$$u(c, h) = \text{Min}_{w,y}[v(w, y) : c - wh \leq y]. \quad (4.12)$$

Yksinkertaistetaan notaatiota merkitsemällä  $(b = \alpha/\beta)$  ja  $\tilde{s} = (s/\beta) - (\alpha/\beta^2)$ . Sijoitetaan lisäksi  $y$ :n paikalle  $c - wh$ , jolloin minimointiongelma tulee rajoittamaton eli

$$u(c, h) = \text{Min}_w \left[ e^{\beta w} (c - wh + bw + \tilde{s}) \right]. \quad (4.13)$$

Derivoidaan ja ratkaistaan yo. yhtälö  $w$ :n suhteen, jolloin

$$\frac{\partial u(c, h)}{\partial w} = e^{\beta w} \beta (-wh + c + bw + \tilde{s}) + (-h + b)e^{\beta w} = 0 \quad (4.14)$$

$\Rightarrow$

$$w = \frac{-(c + \tilde{s})}{(b + h)} - \frac{1}{\beta}. \quad (4.15)$$

Sijoitetaan nyt  $w$  yhtälöön 4.13. Erinäisten laskutoimitusten jälkeen saadaan

$$u(c, h) = e^{\left[ -(1 + \beta \frac{(c + \tilde{s})}{(b + h)}) \right]} \left( \frac{(h - b)}{\beta} \right). \quad (4.16)$$

Sijoitetaan  $b$ :n ja  $\tilde{s}$ :n (ja muistetaan, että  $s = \gamma z$ ) paikoille alkuperäiset notaatiot, jolloin suoraksi hyötyfunktiksi tulee

$$\begin{aligned} u(c, h) &= e^{\left[ - \left( 1 + \frac{(\beta c + \gamma z - \frac{\alpha}{\beta})}{(\frac{\alpha}{\beta} - h)} \right) \right]} \left( \frac{(h - \frac{\alpha}{\beta})}{\beta} \right) \\ &= e^{\left[ \frac{(\beta c - h + \gamma z)}{(h - \frac{\alpha}{\beta})} \right]} \left( \frac{(h - \frac{\alpha}{\beta})}{\beta} \right). \end{aligned} \quad (4.17)$$

Suoran ja epäsuoran hyötyfunktion johtaminen on tärkeää ainakin kolmesta syystä. Ensinnäkin, jos parametrien estimaatit täyttävät edellä esitetyn Slutskyn rajoitteen  $(\alpha - \beta h > 0)$ , niin silloin tiedetään, että käytetty työn tarjontafunktio on konsistentti hyödyn maksimointiteorian kanssa ja sitä vastaava suora hyötyfunktio on yhtälö

4.17. Toiseksi, indifferenssikäyrän ja budjettirajoitteen tangenttipisteen laskemiseksi tarvitaan suora hyötyfunktio. Kolmanneksi, indifferenssikäyrän kulmakerrointa pisteessä  $(c, h)$  tarvitaan etsintäalgoritmissa, joka määrää yksilön optimiaseman budjettirajoitteella.

Indifferenssikäyrän kulmakertoimen laskeminen pisteessä  $(c, h)$  suorasta hyötyfunktionista johtaa työlääseen implisiittifunktion derivointiin, joka on tehty liitteessä B. Laskutoimitusten jälkeen kulmakertoimeksi saadaan

$$kk(c, h) = \frac{dc}{dh} \Big|_u = \left[ \frac{(h - \beta c - \gamma z)}{(\alpha - \beta h)} \right]. \quad (4.18)$$

**Lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa** yksilöiden työn tarjonnan optimi löydetään helposti. Asetetaan yo. yhtälö ja budjettirajoitteen kulmakerron (eli  $w$ ) yhtä suureksi ja ratkaistaan  $h$  (työtunnit). Paloittain lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa nettotuntipalkkoja on useita, jolloin työn tarjonnan optimin löytäminen vaikeutuu. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan kuinka optimi voidaan löytää progressiivisen verojärjestelmän vallitessa.

## 4.2 Työn tarjonnan optimi ja paloittain lineaarinen verojärjestelmä

Edellä tehtyjen oletusten nojalla tiedetään, että löydettyessä lokaali maksimi, ollaan myös löydetty globaali maksimi. Tämä ominaisuus helpottaa huomattavasti etsintäalgoritmien muodostamista.<sup>7</sup> Olkoon verojärjestelmä sellainen, että siinä on  $n$  segmenttiä ja  $n - 1$  kulmapistettä  $(H_1, \dots, H_{n-1})$ . Nollatyötunteja ja maksimityötunteja merkitään vastaavasti  $H_0$ :lla ja  $H_n$ :llä. Työn tarjonnan optimipiste  $h^*$  on segmentillä  $k$  ( $k = 1, \dots, n$ ), jos

jokainen  $H_{k-1} < h < H_k$  ratkaisee yhtälön

$$\left[ \frac{(h - \beta(w_k h + y_k) - \gamma z)}{\alpha - \beta h} \right] = w_k \quad (4.19)$$

<sup>7</sup>Etsintäalgoritmi on samanlainen kuin Ilmakunnaksen (1992) tutkimuksessa. Vastaavia algoritmeja yksilön optimityön tarjonnan löytämiseksi voidaan konstruoida useita. Esim. Hausmanin kehittämä algoritmi on lyhyesti seuraavanlainen: lasketaan  $h^*$ , ja jos  $0 \leq h_1^* \leq H_1$ , jossa  $H_1$  on ensimmäinen kulmapiste, on  $h_1^*$  mahdollinen, niin silloin työn tarjonnan optimi löytyy 1. segmentiltä. Jos  $h_1^* < 0$ , on yksilön halutut (optimi) työtunnit nollassa. Jos taas  $h_1^* \geq H_1$ , niin  $h_1^*$  ei ole mahdollinen, ja tällöin algoritmi siirtyy tarkastelemaan seuraavaa segmenttiä. Nyt jos  $H_1 \leq h_2^* \leq H_2$ , löytyy optimi 2. segmentiltä. Kun  $h_1^* > H_1$  ja  $h_2^* < H_2$ , on  $h^* = H_1$ , eli optimityötunnit sijaitsevat ensimmäisessä kulmapisteessä jne. Hausmanin algoritmi on laskennallisesti tehokkaampi kuin tässä työssä käytetty algoritmi. Molemmat algoritmit tuottavat kuitenkin saman optimin.

tai vastaavasti, jos<sup>8</sup>

$$H_{k-1} < h(w_k, y_k, z; \alpha, \beta, \gamma) < H_k \quad (4.20)$$

Laskentasääntö saadaan siis seuraavasti: indifferenssikäyrän kulmakertoimeen (yhtälö 4.18) sijoitetaan  $c$ :n paikalle yksilön "tulot" (laskettu erikseen jokaiselle segmentille), eli  $(w_k h + y_k)$  ja asetetaan kulmakerroin yhtä suureksi kuin segmentin nettopalkka  $w_k$ . Algoritmi iteroi niin kauan kunnes ehto toteutuu. Jos kuitenkin joidenkin yksilöiden kohdalla optimi ei löydy yhdeltäkään segmentiltä, siirrytään tarkastelemaan löytyisikö se jostakin kulmapisteestä.

Optimi  $h^*$  löytyy kulmapisteestä  $H_k$  ( $k = 1, \dots, n-1$ ), jos

$$w_{k+1} \leq k k_k \leq w_k \quad \text{jossa} \quad (4.21)$$

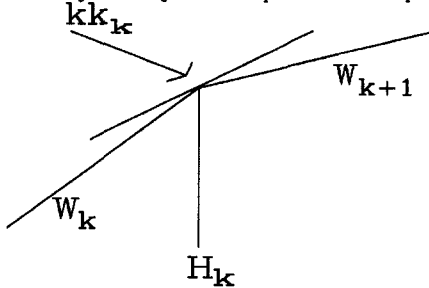
$$\begin{aligned} k k_k &= \left[ \frac{(H_k - \beta(w_k H_k + y_k) - \gamma z)}{(\alpha - \beta H_k)} \right] \\ &= \left[ \frac{(H_k - \beta(w_{k+1} H_k + y_{k+1}) - \gamma z)}{(\alpha - \beta H_k)} \right] \end{aligned}$$

tai vastaavasti, jos

$$h(w_k, y_k, z; \alpha, \beta, \gamma) \geq H_k \quad \text{ja} \quad h(w_{k+1}, y_{k+1}, z; \alpha, \beta, \gamma) \leq H_k. \quad (4.22)$$

Tätä laskusääntöä pyritään havainnollistamaan seuraavassa kuvion avulla.

Kuva 4.1. Työn tarjonnan optimi kulmapisteessä.



optimi  $h^*$  löytyy kulmapisteestä  $H_k$ , jos

$$w_{k+1} \leq k k_k \leq w_k$$

On täysin mahdollista (joskaan ei aineistossani), että yksilön optimi ei löydy segmenteiltä eikä kulmapisteistä, jolloin laskentasääntö täytyy muodostaa tapauksille  $h = 0$  ja  $h = H_n$ , eli kun

$$h(w_1, y_1, z; \alpha, \beta, \gamma) \leq 0 \quad (4.23)$$

<sup>8</sup>Optimi  $h^* = h(w_k, y_k, z; \alpha, \beta, \gamma)$ .



$$h(w_n, y_n, z; \alpha, \beta, \gamma) \geq H_n. \quad (4.24)$$

Algoritmi, joka löytää yksilön työn tarjonnan optimin, voidaan muodostaa seuraavasti:

- 1) lasketaan  $h(w_k, y_k, z : \alpha, \beta, \gamma)$ ,  $k = 1, \dots, n$ .
- 2) optimi  $h^*$  saavutetaan, kun

$$h^* = DO * 0 + \sum_{k=1}^n DS_k * h(w_k, y_k, z : \alpha, \beta, \gamma) + \sum_{k=1}^{n-1} DK_k * H_k + DN * H_n.$$

$DO$ ,  $DK_k$ ,  $DS_k$  ja  $DN$  ovat muuttujia, jotka ilmoittavat yksilön optimin sijainnin eli

$$DO = 1, \text{ jos } h(w_1, y_1, z : \alpha, \beta, \gamma) \leq 0 \\ \text{muulloin } DO = 0$$

$$DS_k = 1, \text{ jos } H_{k-1} < h(w_k, y_k, z : \alpha, \beta, \gamma) < H_k, \text{ } k = 1, \dots, n \\ \text{muulloin } DS_k = 0$$

$$DK_k = 1, \text{ jos } h(w_k, y_k, z : \alpha, \beta, \gamma) \geq H_k \quad \text{ja} \quad h(w_{k+1}, y_{k+1}, z : \alpha, \beta, \gamma) \leq H_k \\ k = 1, \dots, n - 1 \\ \text{muulloin } DK_k = 0.$$

$$DN = 1, \text{ jos } h(w_n, y_n, z : \alpha, \beta, \gamma) \geq H_n \\ \text{muulloin } DN = 0.$$

Yllä oleva malli näyttää siis kuinka yksilön globaali maksimi eli haluttujen työtuntien määrä voidaan laskea, kun tiedämme verojärjestelmän, tuntipalkan, eksogeenisen tulon ja hyötyfunktion (tai työn tarjontafunktion).

Kappaleessa 3.3 nähtiin, että monissa tapauksissa yksilön budjettijoukko ei ole konveksi. Ei-konveksissa tapauksissa edellä rakennettu etsintäalgoritmi ei kaikissa tapauksissa (koska lokaali optimi ei välttämättä ole globaali) löydä globaalia optimia. Epäkonvekseissa tapauksissa etsintäalgoritmin pitäisi perustua globaalin eikä lokaalin optimin määräämiseen. Tämä taas on mahdollista vain niille epäsuorille hyötyfunktioille, jotka voidaan esittää suljetussa muodossa (hyötytasojen vertailtavuus). Tämä ominaisuus rajoittaa mahdollisten mallien lukumäärää. Etsintäalgoritmeja ei-konvekseissa tapauksissa on käsitellyt esim. Pudney (1989).

## 4.3 Ekonometriset mallit

Ekonometrinen malli, jossa progressiivinen verotus otetaan huomioon eroaa traditionaalisesta työn tarjontamallista siinä, että veronjälkeinen tuntipalkka ei ole vakio. Lisäksi marginaalinetotuntipalkka riippuu myös indifferenssikäyrän ja budjettirajoitteen tangentialipisteestä. Tästä seuraa, että käytettävän ekonometrisen menetelmän tulee ottaa huomioon yksilön kohtaaman budjettijoukon epälineaarisuus. Annettuna yksilön markkinapalkka (riippumaton tehdyistä työtunneista) ja verojärjestelmä (eksogeeninen valtion määräämä järjestelmä), yksilö kohtaa epälineaarisen budjettijoukon ja halutut (optimi) työtunnit määräytyvät eksogeenisesti. Mallin tulee siis ottaa huomioon epälineaarinen eksogeeninen budjettijoukko ja selittää yksilön optimityötuntien valintaa.

Oletetaan, että käytössä on havaintoaineisto, josta halutaan estimoida hyötyfunktion (tai työn tarjontafunktion) parametrien arvot. Miten tämä tulisi tehdä? Konveksin budjettijoukon tapauksessa estimointi on suhteellisen suoraviivaista, koska tangentialipisteen löytäminen merkitsee globaalin optimin eli haluttujen työtuntien löytymistä. Mallissa lähdetään liikkelle seuraavasta työn tarjonnan spesifikaatiosta.

$$h = f(w, y, z, \alpha, \beta, \gamma) = h^* + \varepsilon, \quad (4.25)$$

jossa  $\varepsilon$  on stokastinen virhetermi, joka erottaa havaitut ja halutut työtunnit toisistaan. Yllä esitetty malli on deterministinen, ja se kuvaa kuinka **halutut** työtunnit määräytyvät. Blomquistin (1983) mukaan usein ajatellaan, että on myös muita muuttujia (kuin mallissa olevat), jotka todellisuudessa vaikuttavat selitettävän muuttujan arvoon mallissa. Puuttuvien muuttujien vaikutuksen ajatellaan heijastuvan virhetermissä.<sup>9</sup>

Seuraavaksi esitetään kolme eri estimointitapaa mallin estimoimiseksi. Ensimmäisessä menetelmässä budjettirajoite linearisoidaan, ja käytetään pns-estimointimenetelmää (menetelmä, jolla vanhemman polven tutkimukset tehtiin). Toisessa menetelmässä (tällä hetkellä yleisin menetelmä) otetaan budjettirajoite kokonaisuudessaan huomioon estimoinnissa ja käytetään suurimman uskottavuuden (s.u.) estimointimenetelmää. Kolmannessa menetelmässä käytetään myös s.u.-estimointi-

---

<sup>9</sup>Virhetermille on olemassa useita eri tulkintoja. Selitettävässä muuttujassa oleva mittausvirhe on eräs mahdollisuus. Toinen yleinen selitys virhetermille on kuten yllä mainittiin se, että siinä heijastuu deterministisestä mallista puuttuvien muuttujien vaikutus. Työn tarjontaa tutkittaessa virhetermin voidaan olettaa sisältävän myös työaikarajoitteista johtuvia seikkoja, jota mallin deterministinen osa ei kuvaa. Yksilöitä voidaan esim. lomauttaa tai he joutuvat tekemään ylityöitä, joten todelliset työtunnit voivat erota halutuista (suunnitelluista) työtunneista (Blomquist 1983). Mallin rakenneosan tulisi sisältää kaikki relevantti informaatio eli työaikarajoitteet tulisi optimaalisessa tilanteessa pystyä sisällyttämään siihen. Usein kuitenkin ei ole saatavilla kaikkea relevanttia informaatiota. Tällöin on parempi tunnustaa mallin heikkous tältä osin ja pyrkiä seuraavissa tutkimuksissa ottamaan puutteet huomioon.

menetelmää, mutta sallitaan preferenssien vaihdella yksilöiden välillä. Lopulliset estimoinnit suoritetaan kahdella viimeksi mainitulla tavalla.

### 4.3.1 Budjettirajoitteen linearisointimenetelmä

Koska progressiivinen verojärjestelmä tuottaa epälineaarisen budjettirajoitteen, on työn tarjontaa yleensä analysoitu empiirisesti linearisoimalla rajoite havaittujen työtuntien avulla. Linearisoinnin jälkeen voidaan rajoitteen kulmakerrointa ja vertikaalisen akselin leikkauspistettä käyttää selittävinä muuttujina estimoitaessa työn tarjontafunktiota. Kulmakerroin vastaa nettopalkkaa ja leikkauspiste eksogeenista tuloa kyseisessä veroluokassa. Esimerkiksi kuvasta 3.1 nähdään, että yksilön havaitun työn tarjonnan ollessa esim. sisäpisteessä ( $H_1 < h < H_2$ ) toisella segmentillä, selittävinä muuttujina ovat tällöin  $w_2$  ja  $y_2$  jne. Huomattokoon, että tässä  $w_2$  on kyseistä segmenttiä vastaava nettotuntipalkka eli  $(1 - t_2)w$ , missä  $w$  on bruttotuntipalkka.  $y_2$  on puolestaan kuvitteellinen (virtual) eksogeeninen tulo, joka vastaa samaa linearisoitua budjettirajoitetta.

Yksinkertaisuuden vuoksi<sup>10</sup> oletetaan, että työn tarjontafunktio on esitettävissä muodossa, joka on lineaarinen parametrien suhteen

$$h_{nk} = \alpha w_{nk} + \beta y_{nk} + \nu_{nk}. \quad (4.26)$$

$k$  kuvaa havaittua segmenttiä ja  $n$  kuvaa yksilöä  $n$  ja  $\nu$  on virhetermi. Vektorimerkinnöin yllä oleva malli voidaan esittää muodossa

$$h_{nj} = \Gamma' \zeta_n + \nu_n, \quad (4.27)$$

jossa  $\zeta_n$  on muuttujavektori ja  $\Gamma$  on kerroinvektori. Pns-estimaattoriksi saadaan tällöin

$$\hat{\Gamma} = \left[ \sum_{n=1}^N \zeta_n \zeta_n' \right]^{-1} \left[ \sum_{n=1}^N \zeta_n h_{nj} \right]. \quad (4.28)$$

Havaittujen työtuntien ollessa identtiset haluttujen työtuntien kanssa, linearisointimenetelmä toimii hyvin ja pns-estimaattori on tarkentuva. Näin ei kuitenkaan aina ole. Oletetaan, että oikea regressiomalli on muotoa

$$h_{nj} = \tilde{h}_{nj} + \varepsilon_n, \quad (4.29)$$

jossa  $\tilde{h}_{nj}$  on oikea ratkaisu hyödyn maksimointiongelmaan. Tällöin estimointivirhe on muotoa

$$\hat{\Gamma} - \Gamma = \left( \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \zeta_n \zeta_n' \right)^{-1} \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \zeta_n \varepsilon_n + \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \zeta_n (\tilde{h}_{nj} - \Gamma' \zeta_n) \right]. \quad (4.30)$$

<sup>10</sup>Sosioekonomisia muuttujia kuvaava muuttujavektori  $z$  on merkintöjen yksinkertaistamiseksi pudotettu pois.

Yo. esityksestä nähdään, että linearisointimenetelmään sisältyy kaksi harhan lähdetä. Ensimmäinen on simultaanisuusongelma: yksilön työn tarjontapäätökseen vaikuttaa veroaste, mutta veroasteeseen vaikuttaa myös yksilön työn tarjonnan taso<sup>11</sup> (ts. tehdyt työtunnit). Esitetty pns-estimointimenetelmä ei pysty erottamaan tätä riippuvuussuhdetta (kausaalisuussuhdetta). Ts.  $\zeta_n$  on endogeeninen, koska se riippuu veroasteesta  $t$ , joka taas riippuu yksilön bruttotuloista. Bruttotulot ovat taas funktio yksilön työn tarjonnasta. Yllä olevasta päättelystä seuraa, että  $\varepsilon_n$  ja  $\zeta_n$  korreloivat. Termi  $N^{-1} \sum \zeta_n \varepsilon_n$  ei todennäköisyysmielessä konvergoi kohti nollaa.<sup>12</sup>

Toinen virhelähde voi olla regressiofunktion väärinspesifikaatio. Linearisointimenetelmä perustuu seuraavaan oletukseen: jos yksilön työtuntien havaitaan olevan jollain segmentillä, niin silloin myös optimaalisen työn tarjonnan täytyy sijaita samalla segmentillä. Tämä oletus ei välttämättä pidä paikkaansa, sillä virhetermi  $\varepsilon_n$  merkitsee, että havaitun ja optimaalisen työn tarjonnan ei tarvitse sijaita samalla segmentillä (Pudney (1989) s. 201). Tällöin yhtälössä 4.30 termi  $\tilde{h}_{nj}$  voi systemaattisesti olla erisuuri kuin termi  $\Gamma' \zeta_n$ , jolloin  $N^{-1} \sum \zeta_n (\tilde{h}_{nj} - \Gamma' \zeta_n)$  ei konvergoi todennäköisyysmielessä kohti nollaa. Ongelma pienenee segmenttien määrän vähentyessä.

Jos budjettirajoite linearisoidaan optimipisteen läheisyydessä, tuottavat linerisoitu ja epälineaarinen budjettirajoite saman lopputuloksen (tuntimäärän). Eräs estimointimahdollisuus on, kuten edellä mainittiin, linearisoida rajoite hyödyn maksimointikohdassa ja käyttää nettopalkkaa (kulmakerroin) ja kuvitteellista tuloa (leikkauspiste) selittävinä muuttujina. On syytä huomata, että linearisointimenetelmä edellyttää oletusta budjettijoukon konveksisuudesta ja preferenssien aidosta konveksisuudesta. Jos esim. preferenssit eivät ole globaalisti konveksit, niin linearisoidun rajoitteen tapauksessa hyödyn maksimi voi erota epälineaarisen rajoitteen hyödyn maksimista (Blomquist 1992).

Useissa tapauksissa ei ole käytettävissä tietoa yksilöiden hyödyn maksimista, vaan

<sup>11</sup>Proportionaalisen verojärjestelmän tapauksessa tätä ongelmaa ei ole.

<sup>12</sup>Estimoitujen parametrien kannalta olisi toivottavaa, että nämä tarkentuisivat otoskoon kasvaessa. Toisin sanoen todennäköisyys sille, että saatu estimaatti olisi ”lähellä” oikeaa parametrin arvoa nousisi otoskoon kasvaessa. Formaalisti edellä esitetty tarkoittaa seuraavaa: olkoon jono satunnaismuuttujia  $(a_n)$ , eli  $a_1 \dots a_n \dots$ . Tämän jonon sanotaan konvergoivan todennäköisyysmielessä kohti vakiota  $a$ , jos

$$pr(|a_n - a| < \varepsilon) > 1 - s \quad \forall \quad n > n_0$$

e ja  $s$  ovat mielivaltaisen pieniä lukuja. Ts. annetuilla  $\varepsilon$ llä ja  $s$ llä on aina mahdollista löytää otoskoko, jossa todennäköisyys sille, että  $a_n$  ei ole alueella  $(a + \varepsilon, a - \varepsilon)$  on pienempi kuin  $s$ . Vaihtoehtoinen tapa esittää yllä oleva on kirjoittaa

$$\lim_{n \rightarrow \infty} pr(|a_n - a| > \varepsilon) = 0 \quad \forall \quad \varepsilon > 0$$

ainostaan havaituista työtunneista. Tästä seuraa, että toisinaan linearisoidaan väärä segmentti, joka johtaa väärän nettopalkan ja kuvitteellisen tulon käyttöön. Koska  $pns$ -estimointi voi tuottaa linearisoidun menetelmän yhteydessä harhaisia estimaatteja edellä kuvatuista syistä, on tätä harhaa yritetty pienentää käyttämällä instrumenttimuuttujatekniikkaa.<sup>13</sup> Käytetyt instrumenttimuuttujat vaihtelevat eri tutkimuksissa. McCurdy (1981) käyttää instrumenttimuuttujina koulutusta, ikää ja vuosi-indikaattoreita. Triest (1990) käyttää bruttopalkkaa instrumenttina nettopalkalle. Tulokset eri tutkimusten välillä vaihtelevat riippuen valituista instrumenttimuuttujista.

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan estimointimenetelmää, jossa pyritään ottamaan huomioon yksilön kohtaama budjettirajoite kokonaisuudessaan huomioon (eli estimointiaessa kaikki segmentit ja kulmapisteet ovat mallissa mukana).

### 4.3.2 Hausmanin metodi (s.u. – estimointimenetelmä)

Tässä kappaleessa tarkastellaan kahta eri mallia. Molemmissa malleissa preferenssien oletetaan olevan sellaiset, että halutut työtunnit (optimityötunnit) lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa määräytyvät yhtälöstä

$$h_k^* = \alpha w_k + \beta y_k + \gamma z, \quad (4.31)$$

jossa siis  $z$  on vektori sosioekonomisista muuttujista,  $w_k$  on nettopalkka  $k$ :nnessä budjettisegmentissä ja  $y_k$  on tätä segmenttiä vastaava kuvitteellinen (eksogeeninen) tulo. Parametrit  $\alpha$ ,  $\beta$  ja  $\gamma$  riippuvat yksilöiden preferensseistä. Käyttämällä kappaleessa 4.2 johdettua iteratiivista etsintäalgoritmia, optimi  $h^*$  voidaan laskea selittävien muuttujien ja parametrien annettujen alkuarvojen avulla. On tärkeää huomata, että havaittujen ( $h$ ) ja haluttujen ( $h^*$ ) työtuntien ei nyt tarvitse sijaita samalla segmentillä.

### 4.3.3 Yhden satunnaistermin malli (kiinteiden preferenssien malli)

Kiinteiden preferenssien mallissa oletetaan, että yksilöt, joilla on samat havaitut (mitatut) ominaisuudet ja budjettirajoite tekevät samanlaiset valinnat. Annettuna

<sup>13</sup>Instrumenttimuuttujamenetelmä tarkoittaa lyhyesti seuraavaa: jos regressiomallissa selittävä(t) muuttuja(t) ja virhetermi korreloivat (kuten yllä), niin  $pns$ -estimaatit eivät ole tarkentuvia. Ts. riippuvuusmielessä (kausaalisuusmielessä) selittävät muuttujat eivät ole eksogeenisiä. Tämä ongelma pyritään ratkaisemaan käyttämällä instrumenttimuuttujia, eli muuttujia jotka ovat eksogeenisiä (eivät siis korreloi virhetermin kanssa), ja jotka korreloivat mahdollisimman hyvin alkuperäisten muuttujien kanssa.

yksilön kohtaama budjettirajoite ja preferenssit voidaan optimi  $h^*$  laskea kuten luvussa 4.2 todettiin. Malli sisältää virhetermin  $\varepsilon$ . Sen ajatellaan kuvaavan mittaus ja/tai optimointivirhettä, eli yksilöt eivät aina pysty valitsemaan optimityötunteja (haluttuja työtunteja). Havaitut työtunnit voivat siten erota optimityötunneista virhetermin määrällä

$$h = h^* + \varepsilon, \quad (4.32)$$

jossa  $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$  ja  $E(\varepsilon | h^*) = 0$ . Seurauksena mittaus ja/tai optimointivirheestä havaitut työtunnit määräytyvät yleistetyn Tobit-mallin<sup>14</sup> mukaan:

$$\begin{aligned} h &= 0 && \text{jos } h^* + \varepsilon \leq 0 \\ h &= h^* + \varepsilon && \text{jos } 0 < h^* + \varepsilon < H_n \\ h &= H_n && \text{jos } h^* + \varepsilon \geq H_n \end{aligned}$$

Mallia vastaava uskottavuusfunktio voidaan nyt kirjoittaa muodossa

$$\begin{aligned} &L(\alpha, \beta, \gamma, \sigma_\varepsilon; w_k, y_k, z) \\ &= \prod_{i \in A} \left[ 1 - \Phi \left( \frac{h_i^*}{\sigma_\varepsilon} \right) \right] \prod_{i \in B} \left[ \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \phi \left( \frac{h_i - h_i^*}{\sigma_\varepsilon} \right) \right] \prod_{i \in C} \left[ 1 - \Phi \left( \frac{H_n - h_i^*}{\sigma_\varepsilon} \right) \right]. \quad (4.33) \\ (k = 1, \dots, n) & \quad \text{ja} \quad (i = k, \dots, J) \end{aligned}$$

Yhtälössä  $k$  kuvaa segmenttien lukumäärää ja  $J$  on havaintojen määrä.  $A$  on indeksijoukko niille yksilöille, joilla työtunnit ovat nollassa eli  $h = 0$ ,  $B$  on indeksijoukko niille, jotka ovat työn tarjoajia eli kun  $0 < h < H_n$  ja  $C$  on indeksijoukko niille, joiden työtunnit ylittävät fyysisen maksimin eli kun  $h \geq H_n$ .  $\phi(\cdot)$  on normaalijakauman standardoitu tiheysfunktio ja  $\Phi(\cdot)$  on vastaava kertymäfunktio.

Tähän hakualgoritmiin perustuva estimointimenetelmä perustuu siis siihen, että valitaan se parametrivektori (määräävät  $h^*:n$ ), joka minimoi neliösumman  $\sum (h_i - h_i^*)^2$ .

Aineistossa jokaisen yksilön havaitut työtunnit sijoittuvat välille  $0 < h < H_n = 8760$ ,<sup>15</sup> jolloin vain uskottavuusfunktion toinen termi on relevantti estimoinnin kannalta.

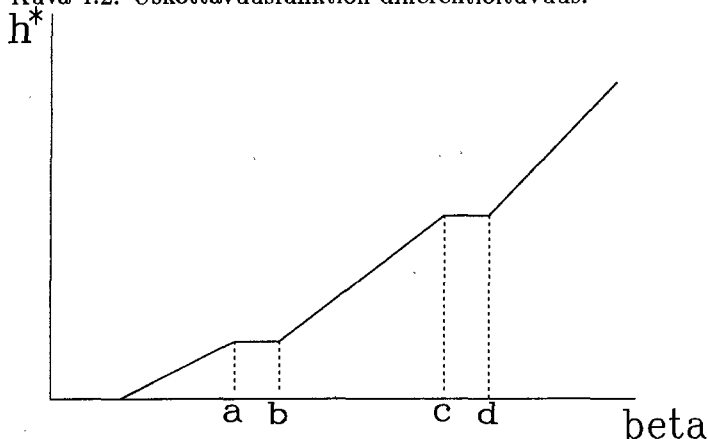
Huolimatta siitä, että  $h^*$  voidaan konveksissa tapauksessa laskea suhteellisen helposti, ei log-uskottavuusfunktion maksimoiminen tai neliösumman minimoiminen

<sup>14</sup>Ks. esim Maddala (1983).

<sup>15</sup>Vuosi koostuu 8760:sta tunnista, joten sen voidaan ajatella edustavan fyysisestä työn tarjonnan maksimia. Käytännössä kukaan ei tietenkään työskentele vuorokauden ympäri päivittäin. Aineistossani vuosittaisten työtuntien maksimi oli 3224 tuntia.

ole aivan suoraviivaista, sillä  $h^*$  ei välttämättä ole hyvinkäyttäytyvä funktio parametrien suhteen. Log-uskottavuusfunktio ei ole kaikkialla differentioituva (kulmapisteissä, joissa veroluokka vaihtuu) ja lisäksi on olemassa parametrien arvoja, joilla yksilön optimi voi "jumittua" (funktion vaakasuorat kohdat). Seuraavassa kuvassa pyritään selvittämään yllä mainittuja ongelmia.

Kuva 4.2. Uskottavuusfunktion differentioituvuus.



Koska yksilön kohtaamassa budjettirajoitteessa on epäjatkuvuuspisteitä, voi  $h^*$  olla esim. parametrin  $\beta$  funktiona kuvan 4.2 kaltainen. Kuvassa  $\partial h^*/\partial \beta$  on epäjatkuva pisteissä  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ja  $d$  ja nolla välillä  $(a-b)$  ja  $(c-d)$ . Kun epäjatkuvuuspisteitä on vain äärellinen määrä, ei estimointiteknisiiä ongelmia pitäisi esiintyä, varsinkaan suurissa otoksissa<sup>16</sup>(Blomquist 1983). Se, että  $\partial h^*/\partial \beta$  on nolla joillain väleillä saattaa aiheuttaa ongelmia uniikin globaalin maksimin löytämisessä varsinkin, jos optimointialgoritmi käyttää numeerisia derivaattoja. Maksimointiongelman helpottamiseksi olisi hyvä laskea uskottavuusfunktiosta myös analyyttiset derivaatat.

Jos aineistossa on riittävästi variaatiota preferenssien ja budjettijoukkojen suhteen (kysymykseen palataan luvussa 6), ei ongelmia isoissa otoksissa pitäisi periaatteessa esiintyä. Otoskoon kasvaessa yhden havainnon (ja siihen liittyvien edellä mainittujen ongelmien) vaikutus pienenee. Esim. Blomquist (1983) kokeili useita eri optimointialgoritmeja, jotka kaikki tuottivat hänen mukaansa saman maksimin uskottavuusfunktiolle. Luvussa 7 palataan lähemmin tässä työssä ilmenneisiin ongelmiin estimoinnin suhteen.

<sup>16</sup>Kendal ja Stuart (1974) s. 42 ovat osoittaneet, että s.u.-estimaattori on asympotoottisesti konsistentti estimaattori myös tapauksissa, joissa uskottavuusfunktio ei ole differentioituva.

### 4.3.4 Kahden satunnaisterman malli (vaihtelevien preferenssien malli)

Edellisen lähestymistavan rajoittavana oletuksena on oletus siitä, että kaikki variaatio preferensseissä tulee huomioon otetuksi yksilöiden ominaisuuksia kuvaavassa vektorissa  $z$ . Edellisessä kappaleessa esitetyn mallin lisäksi estimoidaan malli, jossa pyritään ottamaan huomioon yksilöiden (havaitsemattomat) preferenssierot. Toisin sanoen, yritetään ottaa huomioon se, että yksilöt joilla on samat havaittavat ominaisuudet ja budjettirajoite, voivat tehdä erilaisia valintoja. Mallissa preferenssien heterogeenisuutta kuvaa satunnaismuuttuja  $\eta$ , jonka oletetaan olevan normaalisti jakautunut odotusarvolla nolla ja varianssilla  $\sigma_\eta^2$ . Kuten kappaleessa 4.1, voidaan nyt johtaa suora hyötyfunktio, joka sisältää preferenssien heterogeenisuusterman. Suoraksi hyötyfunktioiksi saadaan

$$u(c, h) = e^{\left[ \frac{(\beta c - h + \gamma z + \eta)}{(h - \frac{\alpha}{\beta})} \right]} \left( \frac{h - \frac{\alpha}{\beta}}{\beta} \right). \quad (4.34)$$

Suorasta hyötyfunktioista nähdään, että havaitsemattomia preferenssejä kuvaava satunnaistermi  $\eta$  sisältyy työn tarjontafunktioon additiivisena, eli optimityötunnit määräävä työn tarjontafunktio on muotoa

$$h^* = \alpha w + \beta y + \gamma z + \eta. \quad (4.35)$$

Samalla tavalla kuin luvussa 4.2 voidaan nyt konstruoida etsintäalgoritmi, jonka avulla optimityötuntien määrä löydetään paloittain lineaariselta budjettirajoitteelta. Ehdon määräämiseksi tarvitaan jälleen indifferenssikäyrän kulmakerrointa pisteessä  $(c, h)$ , joksi saadaan

$$kk(c, h) = \left[ \frac{(h - \beta c - \gamma z - \eta)}{(\alpha - \beta h)} \right]. \quad (4.36)$$

Kahden satunnaisterman mallissa etsintäalgoritmi  $h^*$ :n määräämiseksi voidaan konstruoida seuraavasti:

Optimi  $h^*$  löytyy segmentiltä  $k$  ( $k = 1, \dots, n$ ), jos

$$\left[ \frac{(h - \beta(w_k h + y_k) - \gamma z - \eta)}{(\alpha - \beta h)} \right] = w_k \quad ja \quad H_{k-1} < h < H_k, \quad (4.37)$$

tai vastaavasti, jos

$$H_{k-1} - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z < \eta < H_k - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z.$$



Esim.

$$\begin{aligned} \eta_{kl} &< \eta < \eta_{ku}, \text{ jossa} \\ \eta_{kl} &= H_{k-1} - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z \\ \eta_{ku} &= H_k - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z. \end{aligned}$$

Optimi  $h^*$  sijaitsee vastaavasti kulmapisteessä  $H_k$  ( $k = 1, \dots, n-1$ ), jos

$$w_{k+1} \leq k k_k \leq w_k, \quad \text{jossa} \quad (4.38)$$

$$\begin{aligned} k k_k & \\ &= [H_k - \beta(w_k H_k + y_k) - \gamma z - \eta] / (\alpha - \beta H_k) \\ &= [H_k - \beta(w_{k+1} H_k + y_{k+1}) - \gamma z - \eta] / (\alpha - \beta H_k), \end{aligned}$$

tai vastaavasti, jos

$$\eta_{ku} < \eta < \eta_{(k+1)l}.$$

Analogisesti hyöty maksimoituu nollatyötunneilla  $H_0$  ja maksimityötunneilla  $H_n$ , jos

$$\begin{aligned} \eta &\leq \eta_{1l} \\ \eta &\geq \eta_{nu}. \end{aligned}$$

Joten työn tarjonnan optimi löytyy:

nollasta,	jos	$\eta \leq \eta_{1l}$
1. segmentiltä,	jos	$\eta_{1l} < \eta < \eta_{1u}$
1. kulmapisteestä,	jos	$\eta_{1u} \leq \eta \leq \eta_{2l}$
2. segmentiltä,	jos	$\eta_{2l} \leq \eta \leq \eta_{2u}$
2. kulmapisteestä,	jos	$\eta_{2u} \leq \eta \leq \eta_{3l}$

n. segmentiltä,	jos	$\eta_{nl} \leq \eta \leq \eta_{nu}$
n. kulmapisteestä,	jos	$\eta \geq \eta_{nu}$

Vastaavat todennäköisyydet voidaan esittää integraalien avulla, ts. todennäköisyys, että optimi sijaitsee esim. 2. segmentillä on

$$pr(h^* \text{ on segmentillä } 2) = \int_{\eta_{2l}}^{\eta_{2u}} \left( \frac{1}{\sigma_\eta} \right) \Phi \left( \frac{\eta}{\sigma_\eta} \right) d\eta. \quad (4.39)$$

Käytännössä emme voi mitata optimityötunteja kaikille yksilöille, joten havaitut

työtunnit  $h$  voivat erota optimityötunneista  $h^*$  esim. mittaus-ja/tai optimointivirheen takia. Tämä seikka otetaan huomioon, kuten edellä, lisäämällä additiivinen satunnaistermi  $\varepsilon$  malliin eli ( $h = h^* + \varepsilon$ ).  $\varepsilon$  on normaalisti jakautunut parametrein  $(0, \sigma_\varepsilon^2)$ , ja sen oletetaan olevan korreloimaton  $\eta$ :n kanssa.

Uskottavuusfunktion konstruointi kahden satunnaistermin tapauksessa on melko hankalaa, koska jokin tietty työn tarjonnan taso voidaan saavuttaa kahden satunnaistermin eri kombinaatioiden arvoilla. Ts. mallissa täytyy ottaa huomioon kaikkien tapahtumien todennäköisyydet, jotka tuottavat jonkin tietyn työn tarjonnan tason. Voidaan osoittaa (ks. liite C), että uskottavuusfunktio on kahden satunnaistermin tapauksessa muotoa

$$\begin{aligned}
& L(\alpha, \beta, \gamma, \sigma_\eta, \sigma_\varepsilon; w_k, y_k, z) \\
&= \prod_{i=1}^J \left\{ \left( \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \right) \phi \left( \frac{h_i}{\sigma_\varepsilon} \right) \left[ \Phi \left( \frac{(-\alpha w_{i1} - \beta y_{i1} - \gamma z_i)}{\sigma_\eta} \right) \right] \right. \\
&+ \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{\sigma} \right) \phi \left( \frac{e_{ik}}{\sigma} \right) \left[ \Phi \left( \frac{\eta_{iku} - \left( \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma^2} \right)}{(\sigma_\varepsilon \sigma_\eta / \sigma)} \right) - \Phi \left( \frac{\eta_{ikl} - \left( \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma^2} \right)}{(\sigma_\varepsilon \sigma_\eta / \sigma)} \right) \right] \\
&+ \sum_{k=1}^{n-1} \left( \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \right) \phi \left( \frac{(h_i - H_{ik})}{\sigma_\varepsilon} \right) \left[ \Phi \left( \frac{\eta_{i(k+1)l}}{\sigma_\eta} \right) - \Phi \left( \frac{\eta_{iku}}{\sigma_\eta} \right) \right] \\
&+ \left. \left( \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \right) \phi \left( \frac{h_i - H_n}{\sigma_\varepsilon} \right) \left[ 1 - \Phi \left( \frac{H_n - \alpha w_{in} - \beta y_{in} - \gamma z_i}{\sigma_\eta} \right) \right] \right\}, \quad (4.40)
\end{aligned}$$

jossa  $e_{ik} = h_i - \alpha w_{ik} - \beta y_{ik}$  ja  $\sigma^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2$ .

Uskottavuusfunktion ensimmäinen termi on siis todennäköisyys, että yksilö ei ole työn tarjoaja. Toinen termi on todennäköisyys, että yksilön hyödyn maksimoiva työn tarjonnan määrä löytyy joltain segmentiltä  $k$ . Kolmas termi on todennäköisyys, että yksilön optimi työn tarjonta löytyy jostakin kulmapisteestä ja neljäs termi on todennäköisyys, että yksilö työskentelee yli fyysisen maksimin  $H_n$ .

Tarkastellaan vielä lopuksi lyhyesti malliin sisältyviä rajoituksia. Oletus budjettijoukon konveksisuudesta on joissain tapauksissa rajoittava oletus. Käytännössä budjettirajoite voi olla ei-konvekksi, tai se voi koostua useasta erillisestä rajoitteesta. Jos näin on, niin silloin edellä esitetty (ja yhden satunnaistermin tapauksessa kappaleessa 4.2 esitetty) etsintäalgoritmi ei kykene löytämään optimityötuntien määrää. Laskennallisesti meidän täytyy siis rajoittaa tilanteisiin, joissa budjettirajoite on jatkuva. Tämä oletus taas vaatii, että voimme tarkastella vain malleja, joissa epäsuora hyötyfunktio voidaan esittää suljetussa muodossa (Pudney 1989 s. 204).

Kuinka hyvä approksimaatio konvekssi budjettijoukko sitten on todellisuudelle? Käsitteäkseni vastaus riippuu siitä, millaista otosryhmää tutkitaan. Esim. yksilöille, jotka ovat erilaisten valtion tulonsiirtojärjestelmien piirissä (asumistuki, tulosidonnainen vanhempainraha, tulosidonnainen lasten kotihoidontuki jne.), oletus konvekssista budjettijoukosta voi olla rajoittava approksimaatio todelliselle budjettijoukolle. Toisaalta keski-ikäisille työssä käyville miehille (joihin olen rajannut oman otokseni), oletus budjettijoukon konveksisuudesta ei välttämättä ole kovin epärealistinen, sillä harvat heistä kuuluvat erinäisten tulonsiirtojärjestelmien piiriin.

Tarkastellaan seuraavaksi lyhyesti, millaisia tuloksia on saatu koti- ja ulkomaisista tutkimuksissa, joissa progressiivinen tuloverotus on otettu huomioon.

## Luku 5

# Katsaus viimeaikaiseen empiiriseen työn tarjontatutkimukseen

Tässä luvussa esitellään tuloksia koti- ja ulkomaisista työn tarjontatutkimuksista, joissa progressiivinen tuloverotus on otettu huomioon. Tarkastelun kohteena olevat tutkimukset edustavat ekonometriseltä lähestymistavalta työn tarjontatutkimuksen uudempaa polvea. Yhteenveto vanhemmista tutkimuksista löytyy esim. kirjasta "Handbook of Labor Economics" vol. 1, kappaleet 1 ja 2. Eri maista saatujen tulosten vertailu ei ole ongelmaton. On muistettava, että esim. institutionaaliset erot työmarkkinoilla, maittain eroavat verolainsäädännöt, käytettyjen aineistojen erilaisuudet jne. vaikeuttavat tutkimustulosten vertailua. Työn tarjontatutkimusten vertailu perustuu yleensä estimoituihin palkka- ja tulojoustoisiin. Hausmanin (1985a) mukaan joustoihin liittyy ongelmia tarkasteltaessa verojen vaikutusta työn tarjontaan. Niitä ovat mm:

1. Budjettijoukon epälineaarisuus voi johtaa suuriin työn tarjonnan muutoksiin verojen muuttuessa vain vähän (siirrytään veroluokasta toiseen, jolloin työn tarjonta voi joidenkin yksilöiden kohdalla muuttua paljon).
2. Verotuksen muutokset eivät vaikuta useimpien ei-työllisten käyttäytymiseen.
3. Verotuksen muuttuessa täytyy sekä nettopalkan että kuvitteellisen tulon muutokset ottaa huomioon (nettopalkka ja kuvitteellinen tulo muuttuvat veroluokasta toiseen verojärjestelmän ollessa progressiivinen).

4. Jos mallissa on preferenssien eroavuudet otettu huomioon, niin "keskiarvoyksilön" käyttäytyminen voi erota populaation "keskiarvoyksilön" käyttäytymisestä Ts. samat mitatut ominaisuudet omaavat yksilöt voivat tehdä erilaisia valintoja. Tämä eroavuus seuraa budjettijoukon epälineaarisuudesta (Hausman 1983).

Kohtien 1 ja 4 ongelmat vähenevät joissain määrin, kun yksilötason tulokset aggregoidaan populaatiotasolle, mutta kohtien 2-3 ongelmat säilyvät (Hausman 1985a). Pitäen yllä mainitut seikat mielessä siirrytään tarkastelemaan tuloksia kansainvälisistä tutkimuksista.

## 5.1 Miesten työvoiman tarjontaa koskevia tuloksia

Tutkittaessa verotuksen vaikutusta miesten työn tarjontaan on otos koostunut yleensä 25 - 55-vuotiaista yksilöistä. Tämän joukon työhönosallistumisaste on useimmiten lähes sataprosenttinen (varsinkin, jos työrajoitteiset suljetaan otoksesta pois). Työttömien osuus näissä tutkimusaineistoissa on tekijöiden mukaan yleensä ollut alhainen. Useimmissa tutkimuksissa työttömät on suljettu lopullisesta tarkastelusta pois.

Poikkileikkausaineistoista estimoitujen tulosten luonnollisin tulkinta on tasapainomalli, jossa havaitut (todelliset) työtunnit eroavat halutuista työtunneista stokastisesti. Hausmanin (1985a) mukaan miesten työskentelyajoissa on variaatiota enemmän kuin yleensä ajatellaan.<sup>1</sup> Merkittävää variaatiota esiintyy sekä viikoittaisissa työtunneissa että tehdyissä vuosittaisissa työviikoissa (esim. Hausman raportoi keskimääräiseksi viikkotyöajaksi 42 tuntia ja viikkotyöajan keskiarvoksi 10 tuntia). Luultavasti miehet valitsevat (ainakin noususuhdanteessa) työpaikan, jossa työaika vastaa mahdollisimman hyvin heidän haluamaansa työaikaa. Toisaalta taas esim. Hallin (1982) mukaan suurin osa työikäisistä miehistä vaihtaa työnantajaa harvoin. Ongelmalliseksi kysymykseksi jääkin, kuinka paljon työn tarjonnan vuosittaisesta vaihtelusta selittyy markkinapalkkojen muutoksilla. Itse asiassa edellä esitetty teoria olettaa, että työntekijät voivat vaikuttaa tekemiinsä työtunteihin. Tässä eikä muissakaan tutkimuksissa ole otettu huomioon työpaikan vaihdosta johtuvia työn tarjonnan tason muutoksia.

Empiiriset tulokset riippuvat luultavasti myös suhdannevaihteluista. Laskusuhdanteessa, jolloin työvoiman tarjonta ylittää kysynnän (joka on edellä esitetyn teori-

<sup>1</sup>On huomattava, että Hausmanin luvut ovat peräisin yhdysvaltalaisesta aineistosta eivätkä siten kaikilta osin ole vertailukelpoisia esim. suomalaisen aineiston kanssa.

an vastaista) työntekijät preferoivat luultavasti markkinapalkkojen muutosta enemmän esim. työpaikan pysyvyyttä. Toisin sanoen yksilöiden työn tarjonnan muutokset johtuvat muistakin tekijöistä kuin markkinapalkasta. Noususuhdanteessa markkinapalkkojen muutoksella on vaikutusta työn tarjontapäätökseen enemmän kuin alhaisen taloudellisen aktiviteetin aikana. Työvoiman kysynnän ollessa suurta voi työntekijäosapuoli usein vaikuttaa ratkaisevasti palkkauksensa tasoon nykyisessä työpaikassaan tai siirtyä mieleisempään työpaikkaan.

Tarkastellaan seuraavaksi kansainvälisistä tutkimuksista saatuja tuloksia. Taulukossa 5.1 esitetään kompensoimattoman palkkajoustop ja tulojoustop arvot kahdeksasta eri tutkimuksesta.

TAULUKKO 5.1. Palkka- ja tulojoustopot miehille

TEKIJÄT	Estimointitulokset miehille			
	VUOSI	MALLI	PALK.JOUST	TUL.JOUST
Wales - Woodland (Kanada)	1979	ces	0.09	-0.11
Ashworth - Ulph (Engl.)	1981	yl. ces	-0.13	-0.05
Hausman (USA)	1981	lin.	0.00	-0.17
Blomquist (Ruotsi)	1983	lin.	0.08	-0.04
Hausman - Ruud (USA)	1984	yl. lin	-0.03	-0.10
Bourquignon - Magnac (Ranska)	1990	lin.	0.10	0.00
Triest (USA)	1990	lin.	0.06	0.00
Blomquist - Hansson-Brusewitz (Ruotsi)	1990	lin.	0.08	-0.01

HUOM.: Hausman - Ruudin ja Bourquignon - Magnacin tulokset ovat työn tarjonnan perhemallista.

Yllä olevasta taulukosta huomataan seuraavat kolme seikkaa. Ensinnäkin kompensoimaton palkkajoustop on lähempänä nollaa kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, joissa verotusta ei ole otettu huomioon. Tämä havainto käy yhteen edellisessä luvussa esitettyjen varhaisempiin ekonometrisiin malleihin liittyvien ongelmien kanssa. Toinen eroavuus on se, että tulojoustop varioid välillä  $[0, -0.17]$ . Taulukossa esitettyjen tulojoustopojen mukaan vapaa-aikaa voitaneen pitää normaalihyödykkeenä. Tulos on ristiriidassa vanhempien tutkimustulosten kanssa. Yllä esitettyjen tulosten mukaan verot siis vaikuttavat työn tarjontapäätökseen. Kolmanneksi, edellisten kahden tuloksen yhdistäminen johtaa merkittävään havaintoon, että lukuun ottamatta Ashworthin ja Ulphin tutkimusta kompensoitu palkkajoustop on positiivinen. Tämän johdosta kompensoitujen työn tarjontakäyrän kulmakerroin on positiivinen. Koska positiivinen kompensoitu palkkajoustop on ainoa talousteoreettinen implikaatio työn tarjontamalleissa, on empiirisen tutkimuksen kannalta mieluisaa, että saadut tulokset vastaavat teoriaa verotuksen ollessa mallissa mukana.

Tarkastellaan seuraavaksi kuinka verot vaikuttavat työn tarjontaan. Kuten yhtälöistä 2.10 ja 2.13 nähtiin, niin teoriatarkastelujen avulla ei työn tarjonnan muutossuuntaa pystytä määrittämään. Useissa malleissa, joissa verotusta ei ole otettu huomioon, on työn tarjontakäyrästä saatu taaksepäin kaartuva. Tämän seurauksena veroasteiden laskeminen (ollut pääsuunta kaikissa tuloverouudistuksissa) vähentäisi tehtyjen työtuntien määrää. Lähinnä Yhdysvalloissa 1980-luvun alussa nousi esiin päinvastainen käsitys verojen vaikutuksesta. Nämä "tarjontapuolen" edustajat argumentoivat veroasteiden alentamisen johtavan riittävän suureen työn tarjonnan lisäämiseen tuloverokertymän mielessä (Hausman 1985a).

Taulukossa 5.2 tarkastellaan Hausmanin (1981a) tutkimuksen tuloksia Yhdysvaltojen osalta. Käytetty aineisto on vuodelta 1975.

TAULUKKO 5.2. Verojen vaikutus miesten työn tarjontaan Yhdysvalloissa

	Palkka dollareissa				
	3.15	4.72	5.87	7.06	10.01
Veroton tilanne	-4.5%	-6.5%	-8.5%	-10.1%	-12.8%
10% veronalennus	+0.4%	+0.5%	+0.9%	+1.7%	+1.47%
30% veronalennus	+1.3%	+1.6%	+2.7%	+3.1%	+4.6%

Lähde: Hausman 1981.

Hausmanin mukaan verrattuna verottomaan järjestelmään, Yhdysvaltain tuolloisen tuloverotuksen (koostuu liittovaltion (federal taxes) ja osavaltion (state taxes) veroista) vallitessa haluttu työn tarjonta oli 8.2 prosenttia alhaisempi. Taulukossa tulokset on luokiteltu aineistosta laskettujen palkkakvintiilien<sup>2</sup> mukaan. Toisella rivillä on esitetty muutokset työn tarjonnassa verrattuna verottamaan tilanteeseen. Verojärjestelmän progressiivisuudesta johtuen korkeapalkkaiset yksilöt vähentävät työn tarjontaansa verrattuna verottomaan tilanteeseen enemmän kuin matalapalkkaiset yksilöt. Korkeampi marginaaliveroaste johtaa korkeampaan kuvitteelliseen tuloon ja sitä kautta suurempaan vähennykseen työtunneissa. Taulukon toisella ja kolmannella rivillä esitetään odotettu työn tarjonnan muutos, kun veroja alennetaan 10 ja 30 prosenttia. Halutut työtunnit nousevat veronalennusten johdosta. Taulukosta havaitaan jälleen, että vaikutus on voimakkainta korkeapalkkaisten kohdalla, koska käytetyn lineaarisen työn tarjontafunktion tapauksessa jouston arvo nousee kuvitteellisen tulon nousun myötä (Hausman 1985a).

Hausman tarkastelee myös kahdenlaista radikaalia veroreformia. Ensimmäisessä kä-

<sup>2</sup> Kvintiili on viidesosa jakaumasta. Jakauma koostuu siis viidestä kvintiilistä. Vrt. esim fraktiili ja desiili.

sitellään lineaarista verojärjestelmää, josta verovähennykset on poistettu. Veropohjaa on siis laajennettu huomattavasti. Tämän jälkeen Hausman on laskenut veroprosentin, joka tuottaa saman tuloverokertymän valtiolle kuin tuolloin voimassa ollut verojärjestelmä. Verokynnyksen ollessa nolla (proportionaalinen verotus) on vaadittava veroaste 14.6 prosenttia ja työn tarjonta nousee tällöin 8.1 prosenttia verrattuna vallinneeseen verojärjestelmään. Verokynnyksen ollessa 4000 dollaria (verojärjestelmä on proportionaalinen 4000 dollarista eteenpäin) vaadittava veroaste nousee 20 prosenttiin. Haluttu työn tarjontaa nousee tällöin 7.7 prosenttia.

Ashworth – Ulph (1981) tutkivat Englannissa myös verojen muutosten vaikutusta työn tarjontaan. He arvoivat vaikutuksia, kun standardiveroastetta (30 %) muutetaan molempiin suuntiin 7 ja 15 prosenttiyksikköä. Ashworthin ja Ulphin mukaan n. 90 prosentilla englantilaisista miehistä marginaaliveroaste on 30 prosentin tuntumassa. Taulukossa 5.3 esitetään työn tarjonnan prosentuaalinen muutos koko otokselle ja jokaiselle kvintiilille tulojen (ei siis palkkojen) jakaumasta.

TAULUKKO 5.3. Verojen vaikutus miesten työn tarjontaan Englannissa

	Kvintiilit					koko otos
	1	2	3	4	5	
15% veronalennus	-0.3%	+0.7%	+0.8%	+1.6%	+2.1%	+1.8%
7% veronalennus	-0.1%	+0.3%	+0.3%	+0.9%	+0.9%	+0.8%
7% veronkorotus	+0.1%	-0.5%	-1.0%	-0.9%	-0.8%	-1.2%
15% veronkorotus	+0.3%	-1.1%	-2.3%	-2.6%	-2.1%	-2.9%

Lähde: Ashworth – Ulph 1981.

Tulokset ovat edellä esitettyjen Hausmanin tulosten kaltaisia. Niille, joilla on korkeat tulot Ashworth – Ulph ennustavat tosin suurempaa työn tarjonnan muutosta.<sup>3</sup> Mielenkiintoista on havaita, että alhaisella tulotasolla tulovaikutus dominoi, johtaen työn tarjonnan alenemiseen verojen laskiessa. Ashworthin ja Ulphin mukaan taulukossa esitetyt veron alennukset eivät kuitenkaan lisää työn tarjontaa tarpeeksi, jotta valtion tuloverokertymä pysyisi ennallaan.

Tarkastellaan vielä lopuksi Blomquistin (1983) estimoimia tuloksia ruotsalaisesta aineistosta. Blomquist käytti vuoden 1973 aineistoa, josta hän estimoi tuloverotuksen vaikutusta työn tarjontaan otoksesta valituille edustaville yksilöille palkkatasoilla 10, 20.3 ja 40 ruotsin kruunua. 10 kruunun tuntipalkka vastasi alhaista palkkatasoa, 20.3 kruunun palkkataso vastasi otoksen keskiarvopalkkaa ja 40 kruunua korkeaa palkkatasoa.

<sup>3</sup>Maiden välisille vertailuille ei tule antaa liian suurta painoarvoa, johtuen esim. erilaisista työelämää säätelevistä rakenteista.



## TAULUKKO 5.4. Verotuksen vaikutus työn tarjontaan Ruotsissa

	Palkka kruunuissa			
	10.0	20.3	40.0	koko otos
Veroton tilanne	-4.7%	-13.6%	-27.1%	-13.1%
Proportionaalinen vero	-1.9%	+6.2%	+11.4%	+6.9%

Lähde: Blomquist 1983.

Yllä olevassa taulukossa ensimmäinen rivi kuvaa tilannetta, jossa on estimoitu työn tarjonnan muutos verrattuna verottomaan tilanteeseen. Saadut estimaatit ovat lähes puolta suuremmat kuin Hausmanin vastaavat tulokset. Hausman arvioi tämän johtuvan siitä, että Ruotsissa verotus on huomattavasti kovempaa (progressio on jyrkempi). Taulukon toisella rivillä on verrattu tilannetta saman verotuoton keräävään proportionaaliseen verotukseen jokaisen edustavan yksilön kohdalla. Palkkatasoja vastaavat veroasteet ovat 27.8, 39.1 ja 47.8 prosenttia. Koko otokselle saman verokertymän omaava proportionaalinen veroaste olisi ollut 34 prosenttia ja haluttu työn tarjonta olisi kasvanut 6.9 prosenttia nykyisestä tasostaan.

Suomessa verotuksen vaikutusta miesten työn tarjontaan on tutkinut Markku Pulli (1985) vuoden 1980 aineistolla. Hänen saamansa tulokset olivat sekä tulo- että palkkajousten suhteen teorian vastaisia. Pulli käytti ekonometrisessä työssään linearisointimenetelmää.

## 5.2 Naisten työvoiman tarjontaa koskevia tuloksia

Tuloverotuksella on yleisesti arveltu olevan merkittävämpi vaikutus naisten kuin miesten työn tarjontaan. Osasynä tähän lienee empiirisen tutkimuksen painottuminen maihin, joissa on nk. yhteisverotus.<sup>4</sup> Toiseksi, miesten on perinteisesti katsottu vastaavan perheen toimeentulosta, joten miesten työn tarjonnan määrää on pidetty riippumattomana ulkoisista tekijöistä. Naisten työn tarjonta on joutanut perheen tavoitteleman elintason mukaan. Hausmanin (1985a) mukaan esim. Yhdysvalloissa, jossa naisten työhönohallistumisaste on n. 50 prosenttia, naisten päättäessä osal-

<sup>4</sup>Suomessa ja Ruotsissa aviopuolisoiden verokohtelu määräytyy henkilökohtaisten tulojen mukaan, kun taas esim. Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa veroaste määräytyy puolisojen yhteisen tulon mukaan. Esim. Isossa-Britanniassa aviopari (joiden tulot ylittävät verovähennysten määrän) kohtaa marginaaliveroasteen, joka määräytyy puolisoiden yhdistetystä tulosta. Näissä maissa verojärjestelmän progressiivisuus on esim. Pohjoismaita alhaisempi. Tällöin endogeenisuusongelma ei näissä maissa ole yhtä vakava kuin esim. Suomessa.

listua työmarkkinoille heidän veroasteensa määräytyy yhdessä aviopuolison kanssa (edellyttäen, että aviopuoliso on työllinen). Veroaste voi tällöin olla erittäin korkea riippumatta saadusta palkasta tai tehdystä työajasta. Maissa, joissa on käytössä yhteisverotus, on empiirisissä töissä saatu korkeita kompensoimattomia palkkajoustoja ja päädytty suosittamaan veroreformeja. On kuitenkin huomattava, että koska esim. Yhdysvalloissa vain puolet naisista käy töissä kodin ulkopuolella, ei osa heistä luultavasti reagoi veroreformeihin lainkaan. Osa työn tarjonnan ulkopuolella olevista naisista päättää hakeutua työmarkkinoille verojenalennusten johdosta, ja siellä jo olevien naisten haluttujen työtuntien määrä luultavasti muuttuu. Henkilökohtaisen verotuksen tapauksessa tilanne on hieman erilainen, koska aviopuolison tulotaso ei vaikuta tuloveroasteeseen.

Hausman korostaa, että naisten kohdalla saatuihin tuloksiin tulee suhtautua harkiten johtuen juuri alhaisesta työhönosallistumisasteesta. Seuraavassa taulukossa tarkastellaan naisille estimoituja palkka- ja tulojoustoja (vrt. taulukko 5.1).

TAULUKKO 5.5. Palkka- ja tulojoustot naisille.

ESTIMOINTITULOKSET NAISILLE				
TEKIJÄT	VUOSI	MALLI	PALK.JOUST	TUL.JOUST
Hausman (USA)	1981	lin.	0.05	-0.11
Ashworth – Ulph (Engl.)	1981	yl. ces	0.55	-0.23
Colombino – Del Boca (Italia)	1990	lin.	0.54	-0.22
Bourquignon – Magnac (Ranska)	1990	lin.	0.3	-0.2
Triest (USA)	1990	lin.	0.86	-0.31
Blomquist – Hansson–Brusewitz (Ruotsi)	1990	lin.	0.75	-0.06
Ilmakunnas (Suomi)	1992	lin.	0.11	-0.14

Yllä esitetyt tulokset poikkeavat selvästi edellä esitetyistä miesten vastaavista tuloksista. Tulosten mukaan tuloverotuksella on suurempi merkitys naisten työn tarjontaan.<sup>5</sup>

Seija Ilmakunnaksen tutkimuksessa on käytetty vuoden 1987 työvoimatutkimuksen vuosihaastattelua. Tutkimus on mielenkiintoinen siltä osin, että siinä on myös yritetty selittää todellisten (havaittujen) työtuntien lisäksi myös haluttuja työtunteja. Halutut työtunnit on raportoitu aineistossa seuraavasti: yksilöiltä on kysytty, kuinka monta tuntia he haluaisivat työskennellä eri palkkatasoilla. Annetut vastausmahdollisuudet ovat luokittaisia työtunteja, esim. 0 – 10 työtuntia viikossa palkkatason ollessa 40 markkaa tunnissa, 10 – 20 tuntia viikossa palkkatason ollessa 50 markkaa

<sup>5</sup>Tässä olevat tutkimukset edustavat uudemman sukupolven tutkimustraditiota. Kattava yhteenveto varhaisemmista töistä löytyy ”Handbook Of Labor Economics” vol. 1. kappaleesta 2. Aikaisemmat tutkimukset on tehty noudattaen erilaista ekonometrista lähestymistapaa, ja niistä saadut tulokset eivät kaikilta osin ole samansuuntaisia kuin yllä esitetyt.

tunnissa jne. Ilmakunnaksen saamat estimointitulokset eivät teorian kannalta ole kovin rohkaisevia selitettäessä verojen vaikutusta haluttuun työn tarjontaan. Saatujen estimointitulosten mukaan vapaa-aika ei ole normaalihiyödyke ja palkkatason nousu vähentää työtuntien tarjontaa.

Seuraavassa luvussa tarkastellaan tässä tutkimuksessa käytettyä aineistoa ja sitä, kuinka estimoinneissa tarvittavat muuttujat on konstruoitu.

## Luku 6

# Tutkimusaineisto ja käytettyjen muuttujien kuvaus

Tutkimuksessa käytetty aineisto on vuoden 1989 työvoimatutkimuksen vuosihaastattelu (nk. lisäosa), johon ollaan yhdistetty haastatteluissa mukana olleiden henkilöiden tulotiedot. Tulotiedot on saatu verohallituksesta. Työvoimatutkimuksen lisäosan tietojenkeruu suoritettiin syys-joulukuussa 1989. Vuosina 1977–1987 työvoimatutkimuksen lisäosan tiedot kerättiin vuosittain, mutta vuodesta 1987 jälkeen tutkimus on tehty joka toinen vuosi.

Käytössä oleva aineisto koostuu 15 – 64-vuotiaista henkilöistä. Tutkimusvaiheessa otoskoko oli n. 9000 henkilöä. Otos poimittiin väestön keskusrekisteristä alueellisesti väestöpainojen suhteessa lukuunottamatta Ahvenanmaata, josta poimittiin sen väestöpainoa suurempi otos. Iän ja sukupuolen mukaan otos on poimittu satunnaisesti. Tietojen keruu suoritettiin syys-joulukuussa 1989. Neljän kuukauden otos oli yhteensä 9098 henkilöä. Kato oli 1273 henkeä eli käytettävissä oleva aineisto koostui 7825 henkilöstä. Miesten kato oli n. 16.5 prosenttia ja naisten 11.1 prosenttia. Haastatteluista n. 95 prosenttia tehtiin puhelimitse, 4 prosenttia käyntihaastatteluina ja 1 prosentti postikyselyinä. On muistettava, että haastatteluaineistojen käyttöön liittyy aina ongelmia. Esim. kuinka luotettavina yksilöiden antamia vastauksia voidaan pitää.

Työvoimatutkimuksen käsitteet ovat kansainvälisen työjärjestön (ILO) suositusten mukaiset. Käsitteisiin voi tutustua tarkemmin esim. Tilastokeskuksen julkaisussa ”Työvoiman vuosihaastattelu 1989”.

Edellä mainitun julkaisun mukaan on syytä olla varovainen vertailtaessa eri vuosien tietoja keskenään. Työvoimatutkimuksien vertailukelpoisuutta heikentää se, että

otoksen poiminta, estimointimenetelmä<sup>1</sup>, kyselylomakkeen muuttuminen ja tietojen keruutapa eivät ole pysyneet samana. Esim. vuoden 1989 lisäosassa sijaisvastaajien käyttöä ei ole hyväksytty, vaan tapaukset on siirretty katoon. Tämä on kasvattanut katoa, mutta vähentänyt "ei osaa sanoa" vastausten määrää<sup>2</sup> ja siten käytettävissä olevan aineiston tiedot ovat tältä osin aikaisempia aineistoja tarkempia.

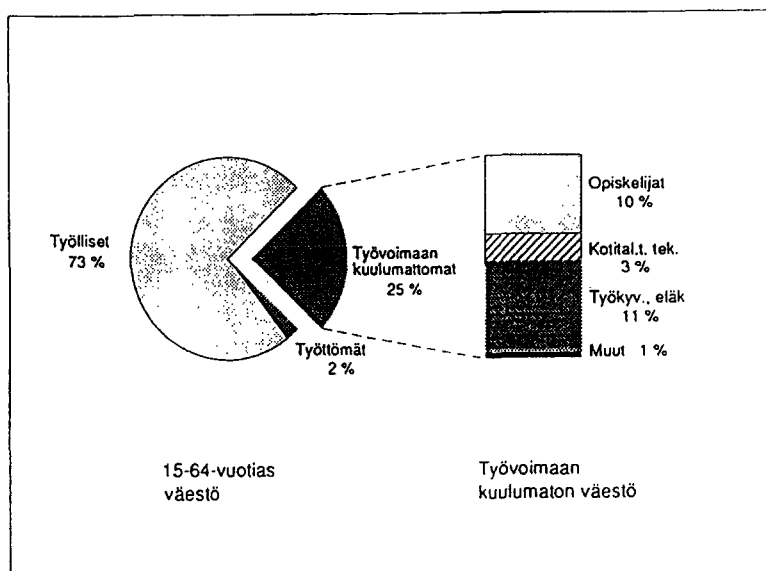
Tarkastellaan seuraavaksi lyhyesti työn tarjontatilannetta Suomessa vuonna 1989 kaikkien 15-64-vuotiaiden osalta. Tulokset on saatu työvoimatutkimuksesta korottamalla ne vastaamaan kaikkia 15-64-vuotiaita. Syksyllä 1989 oli 15-64-vuotiaasta väestöstä työllisiä 73 prosenttia, eli n. 2.5 miljoonaa henkilöä. Heistä palkansaaajia oli n. 2.1 miljoonaa. Yrittäjiä ja yrittäjäperheenjäseniä oli n. 73 000 henkeä. Työikäisestä väestöstä neljännes ei kuulunut työvoimaan. Naisista työvoimaan kuului 72 prosenttia (kansainvälisesti vertailluna naisten työhönosallistumisaste on Suomessa korkea) ja miehistä 79 prosenttia. Seuraavassa kuvassa on tarkasteltu 15-64-vuotiaan väestön jakautumista työllisiin, työttömiin ja työvoiman ulkopuolella oleviin syksyllä 1989.

---

<sup>1</sup>Menetelmä, jolla tiedot on korotettu vastaamaan kaikkia 15-64-vuotiaita kansalaisia.

<sup>2</sup>Kadosta johtuvaa virhettä pyritään korjaamalla estimoimalla. Lisäksi Tilastokeskus käyttää estimointimenetelmää korottaakseen otoksen vastaamaan koko 15 - 64 - vuotiasta väestöä lokaalun ennakkoväkiluvun mukaan sukupuolen, iän ja alueen mukaan ositettuna (ks. esim. yllä mainitun julkaisun sivut 26 - 28).

Kuva 6.1. 15-64-vuotiaan työvoiman jakautuminen, syysy 1989.



Lähde. Tilastokeskus.

Kuvasta havaitaan, että työttömien osuus oli tuolloin erittäin alhainen. Vuosi 1989 oli voimakkaan taloudellisen aktiviteetin aikaa ja siinä mielessä voidaan ajatella, että työn tarjonta on päässyt vaikuttamaan riittävän hyvin. Toisaalta tilastotieteellisen näkökulman mukaan aineiston tulisi edustaa mahdollisimman neutraalia ajankohtaa. Mielenkiintoista olisikin kokeilla mallin toimivuutta useiden eri vuosien aineistoilla. Vaikka paneeliaineistoon ei päästäisikään, saataisiin kuitenkin jotain evidenssiä verotuksen vaikutuksesta työn tarjontaan yli ajan.

Onko käytettävissä oleva aineisto riittävän hyvä työn tarjonnan muutosten estimoimiseksi? Ratkaisevaa on kysymys siitä, onko aineistossa riittävästi variaatiota budjettijoukkojen suhteen. Eksogeenisen tulon suhteen aineistossa on riittävästi variaatiota. Tuntipalkan suhteen asia on ongelmallisempi, koska niihin variaatiota syntyy monen tekijän (esim. asuinalue, ammatti, koulutus jne.) kautta. Ongelma on siis se, että miten verrata esim. insinöörin ja sekatyömiehen työn tarjonnan muutoksia nettotuntipalkan muuttuessa. Puutteista huolimatta käytössä oleva aineisto on tällä hetkellä saatavilla olevista paras.

## 6.1 Lopullisessa estimoinnissa käytettävän aineiston muodostaminen koko otoksesta

Työn empiirisessä osassa ollaan siis kiinnostuneita tuloverotuksen vaikutuksesta perheellisten miesten työn tarjontaan. Tutkimukseen valittu kohderyhmä koostuu 25–55-vuotiasta miehistä. 25–55-vuotiaiden miesten työhönsallistumisaste oli v. 1989 syksyllä n. 90 prosenttia.<sup>3</sup> Kohderyhmä edustaa aktiivisinta osaa työväestöstä.

Tuloverojärjestelmän monimutkaisuudesta johtuen on aineistosta jouduttu sulkemaan pois sellaisia ryhmiä, joiden huomioon ottaminen olisi käytännön työssä miltei mahdotonta tai ainakin erittäin vaikeaa. Ensinnäkin aineistosta on poistettu yksilöt, jotka eivät haastatteluvuonna olleet työn tarjoajia (eräs mahdollisuus olisi myös tutkia probit-mallien avulla työhönsallistumisen todennäköisyyttä, mutta tässä työssä ollaan kiinnostuneita ensisijaisesti työllisten työn tarjonnan muutoksista). Tämän kriteerin nojalla otoksesta poistettiin opiskelijat, varusmiehet ja eläkeläiset. Kyseisten ryhmien poistaminen on tutkimusasetelman kannalta käsittääkseni ongelmattonta.

Otoksesta poistettiin myös (kuten muissakin vastaavissa tutkimuksissa) yrittäjät ja maanviljelijät, koska heidän kohdalla tuloverotuksen perusteet poikkeavat normaalia palkansaajan verokäytännöstä huomattavasti. Esim. maanviljelijöiden tuloverotus on varsin monimutkainen (ks. esim. verolait 1989). Otoksesta poistettiin myös merimiehet (2 kpl), koska myös heidän tuloverotuksesta on säädetty erillinen laki.

Ekonometrisen tarkastelun ulkopuolelle jätettiin myös työttömät. Työttömien käsittely työn tarjontamalleissa on ongelmallista, koska työttömyyden todellisista syistä ei vallitse täyttä yksimielisyyttä. Onko yksilö työtön sen takia, että hänen markkinoilta saamansa palkka alittaa hänen reservaatiopalkkansa, vai onko hän aidosti työtön. Näiden seikkojen huomioon ottaminen työn tarjontamallia konstruoidaessa olisi hankalaa ja vaatisi paremman aineiston. Atkinson ja Micklewright (1991) ovat tutkineet katsauksessaan työttömyysturvan vaikutusta työn tarjontaan. Edellä kuvattujen poistojen jälkeen aineiston koko oli 1118 henkilöä.

Havaintoja jouduttiin myös poistamaan aineistossa olleiden epätäydellisyyksien, kuten esim. puuttuvien tietojen takia. Niitä oli 28 kappaletta. Tietojen ristiriitaisuuksien takia jouduttiin aineistosta poistamaan 9 henkilöä. Esimerkkeinä ristiriitaisuuksista mainittakoon työtuntien puuttuminen, huolimatta verohallituksen ilmoittamista työtuloista tai vastaavasti verohallitus ei ollut rekisteröinyt työtulo-

<sup>3</sup>Markku Pullin (1985) mukaan vuonna 1980 30–55-vuotiaiden miesten työhönsallistumisaste oli n. 94 prosenttia.

ja, mutta henkilö itse oli ilmoittanut olleensa työllinen. Yksi henkilö jouduttiin poistamaan, koska hänen ilmoittamansa työtunnit olivat epärealistisen suuret. Lopulliseksi otoskooksi saatiin 1080 henkilöä.

## 6.2 Vuosittaiset työtunnit

Työn tarjontayhtälön selitettävä muuttuja on vuosittaiset työtunnit. Työvoimatutkimuksen vuosihaastattelu sisältää tiedon yksilön säännöllisestä (normaalista) viikkotyöajasta päätyössä. Muuttuja ei sisällä tietoa ylityötunneista eikä sivutyötunneista.<sup>4</sup> Aineisto sisältää myös tiedon henkilöiden lomaviikkojen määrästä vuonna 1989. Toisin kuin esim. Pulli (1985) on selitettävää muuttujaa muodostettaessa otettu lomaviikkojen määrä huomioon.<sup>5</sup> Vuosittaiset työtunnit päätyössä on laskettu seuraavasti.

52 - LOMAVIIKKOJEN LKM. = VUOSITTAISET TYÖVIIKOT

SÄÄNNÖLLINEN VIIKKOTYÖAICA PÄÄTYÖSSÄ \* TYÖVIIKOT = VUOSITTAISET TYÖTUNNIT PÄÄTYÖSSÄ

Vuosittaiset sivutyötunnit laskettiin yksilöille seuraavasti. Sivutyöstä saaduksi tuloksi tulkittiin verotietojen perusteella seuraavat muuttujat: muut palkkatulot, liike- ja ammattitulot ja tulot yhtymästä ja maataloudesta (käytetään näistä jatkossa nimitystä muut tulot). Nämä tulot on jaettu päätyöstä saadulla tuntipalkan sovitteella (ks. kappale 6.3). Eli

SIVUTYÖTUNNIT = MUUT TULOT/TUNTIPALKKA.

Sivutyötunteja laskettaessa on informaation puutteen vuoksi jouduttu tekemään "harmittava" yksinkertaistus. Mallissa oletetaan, että sivutyöstä maksetaan sama palkka kuin päätyöstä.<sup>6</sup> Toinen virhelähde voi olla, kuten Pulli (1985) mainitsee,

<sup>4</sup>Kysely sisältää myös tiedon yksilön tekemistä työtunneista päätyössä ja ylitöissä tutkimusviikolla. Tehty työtunnit tutkimusviikolla voivat kuitenkin poiketa huomattavasti keskimääräisestä työajasta, jolloin vuositason selitettävä muuttuja voi poiketa huomattavasti oikeasta arvostaan. Vuosittaiset työtunnit konstruointiin myös edellä kuvatun muuttujan avulla, mutta kuten oletettua, vuosittaiset työtunnit saivat epärealistisen suuria arvoja.

<sup>5</sup>Pulli argumentoi, että lomien ottaminen huomioon vaikuttaa vain muuttujien tasoon. Aineistossa lomaviikkojen määrä vaihteli kuitenkin yksilöiden välillä huomattavasti, jolloin niiden huomioiminen ei vaikuta kaikkien yksilöiden kohdalla samalla tavalla. Selitettävään muuttujaan tulee lisää variaatiota kun lomat otetaan huomioon. Lomien huomioon ottamista puoltaa myös se, että monissa tapauksissa lomat voivat olla esim. palkan korvikkeita tehdystä työstä.

<sup>6</sup>Toinen mahdollisuus sivutyötuntien laskemiseksi olisi ollut korottaa yksilöiden tutkimusvi-



että sivutyötuloksi voi tulla lasketuksi tuloja, jotka liittyvät päätyöstä tai omaisuudesta saataviin tuloihin.

Yksilöiden vuosittaiset työtunnit laskettiin seuraavasti:

**VUOSITTAISET TYÖTUNNIT = TYÖTUNNIT PÄÄTYÖSSÄ + TYÖTUNNIT SIVUTYÖSSÄ.**

Kuten huomataan, vuosittaiset työtunnit eivät sisällä tietoja tehdyistä ylityötunneista. Tämä on selvä puute, koska usein ajatellaan työn tarjonnan joustavan juuri ylitöiden kohdalla. Toisaalta ylitöistä maksetun palkan ja tuntimäärän selvittäminen olisi ollut mahdotonta käytössä olleen informaation avulla. Myöskään muissa vastaavissa tutkimuksissa ei ylitöitä ole voitu ottaa puutteellisen informaation vuoksi huomioon. Toinen hankala tekijä ylitöiden huomioimisessa olisi ollut se, että on realistista olettaa ylitöistä saadun korvauksen olevan normaalia korvausta suurempi. Tämä merkitsisi yksilön kohtaaman budjettirajoitteen epäkonveksisuutta ja siten ekonometrisia hankaluuksia (ks. kappale 3.3). Edellä mainittujen tekijöiden huomioon ottaminen olisi tärkeää tulevissa työn tarjonnan empiirisissä tutkimuksissa.

Tarkastellaan seuraavaksi, kuinka vuosittaiset työtunnit jakautuivat aineistossa.

---

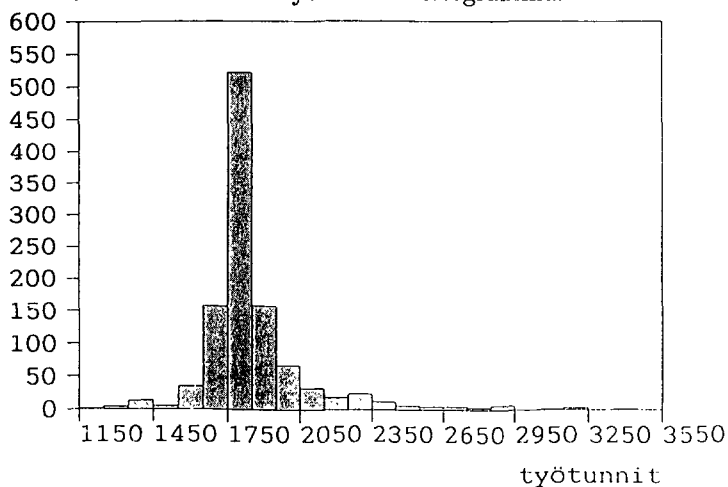
kolla tekemät sivutyötunnit vastaamaan koko vuoden tehtyjä sivutyötunteja. Käsittääkseni tämä menetelmä on epätarkka ainakin seuraavasta syystä. Ensinnäkin, sivutöitä ei välttämättä tehdä säännöllisesti koko kalenterivuotta ja siten vuosittaiset sivutyötunnit voivat saada liian suuria arvoja. Kun sivutyötunnit laskettiin edellä kuvatulla tavalla, saatiin useiden yksilöiden kohdalla mahdottoman suuruisia sivutyötunteja.

Taulukko 6.1. Vuosittaisten työtuntien jakauma.

TYÖTUNNIT	FREKV.	%	KUMUL. FREKV.	%
0-1500	18	1.67	18	1.67
1500-1700	72	6.67	90	8.33
1700-1800	470	43.52	560	51.85
1800-1900	290	26.85	850	78.70
1900-2100	136	12.59	986	91.30
2100-2300	34	3.15	1020	94.47
2300-2500	35	3.24	1055	97.69
2500-3000	20	1.85	1075	99.10
3000-	5	0.46	1080	100.00
summa	1080	100		

Vuosittaisten työtuntien keskiarvoksi saatiin 1858.2 tuntia ja keskipoikkeamaksi 224 tuntia (luvut vastaavat tehtyjä työviikkoja eivätkä 52 viikkoa). Jos ajatellaan loman pituudeksi esim. 4 viikkoa, vastaa keskiarvo tällöin 38.7 viikkotyötuntia ja 5 viikon vuosiloma vastaisi 39.5 viikkotyötuntia. Työtuntien jakauma keskittyy varsin voimakkaasti välille [1700,2100] tuntia (82.9%). 91.3 prosenttia otoksen henkilöistä työskentelee alle 2100 tuntia vuodessa. Seuraavassa kuvassa on esitetty vuosittaisten työtuntien histogramma.

Kuva 6.2. Vuosittaisten työtuntien histogramma.



Taulukosta ja kuvasta nähdään, että vaikka työtunnit keskittyvät ennako-oletuksen mukaisesti 40 viikkotyötunnin ympärille, on työtunneissa silti kohtuullisen paljon variaatiota. Esimerkiksi 48 työviikon tapauksessa työtuntien keskipoikkeama olisi 4.6 tuntia viikossa.

## 6.3 Tuntipalkka

Työvoimatutkimuksen vuosihaastattelu ei sisällä suoraan tietoa yksilöiden tuntipalkasta, joten se joudutaan laskemaan aineistosta työtulojen ja työtuntien perusteella. Kuten edellä todettiin, oletetaan tuntipalkka samaksi päätyössä ja sivutyössä, joten tuntipalkka on laskettu päätoimen palkkatulojen perusteella. Edellä kuvattu menetelmä aiheuttaa työtunneissa olevan mittausvirheen siirtymisen myös marginaalituntipalkkaan. Selitettävän ja selittävän muuttujan välille syntyy negatiivinen korrelaatio, joka vaikuttaa estimointituloksiin. Esim. jos vuosittaiset työtunnit ovat oikeaa arvoaan pienemmät, saadaan tuntipalkasta liian korkea.

Edellä kuvattua ongelmaa on tässä tutkimuksessa pyritty lieventämään estimoinnalla palkkayhtälö.<sup>7</sup> Palkkayhtälössä pyritään siis selittämään tuntipalkkaa siihen vaikuttavilla tekijöillä. Estimointia tuntipalkkaennustetta  $\hat{w}$  tullaan käyttämään lopullisessa analyysissä. Palkkamuuttuja on laskettu aineistosta seuraavalla tavalla.

### TUNTIPALKKA = RAHAPALKKA / TYÖTUNNIT PÄÄTYÖSSÄ

Palkkayhtälö estimointiin sekä tuntipalkalle ( $w$ ) että logaritmoidulle tuntipalkalle ( $\ln w$ ). Logaritmista palkkaa selitettäessä mallin "fitti" oli parempi (palkkajakauman oikea häntä on pitkä)<sup>8</sup>. Ottamalla logaritmisesta sovitteesta logaritmifunktion käänteisfunktio, saadaan lopullisessa analyysissä käytetty tuntipalkkaa kuvaava muuttuja ( $\hat{w}$ ). Seuraavassa taulukossa esitetään palkkayhtälön estimointitulokset. Selvitys käytetyistä muuttujista löytyy liitteestä D.

<sup>7</sup>Palkkayhtälön estimoinnin kunnollinen käsittely vaatisi oman tutkimuksen, joten tässä yhteydessä ei siihen voida kovin syvällisesti mennä. Kattavan esityksen palkkayhtälön estimoinnista ovat tehneet esim. Vartia ja Kurjenoja (1992).

<sup>8</sup>Alkuperäisen palkan jakauma on siis oikealle vino ja keskiarvo täten poikkeaa huomattavasti mediaanipalkasta. Logaritointi muuttaa jakaumaa siten, että logaritmoidun palkan keskiarvo on lähellä logaritmoidun palkan mediaania. Kun logaritmoidun palkan keskiarvosta otetaan logaritmifunktion käänteisfunktio, niin palkkamuuttujan keskiarvo tulee lähemmäksi alkuperäistä (ennen muunnosta) mediaanipalkkaa kuin alkuperäistä keskiarvopalkkaa.

Taulukko 6.2. Palkkayhtälön estimointitulokset.

Selitettävä muuttuja: ln w

N= 1080

$R^2 = 44.4$

MUUTTUJAT	KERTOIMET	KESKIVIRHE	T-ARVOT
Vakio	2.7977	0.2226	12.56
Ikä	0.3267	0.1153	2.83
$Ika^2$	-0.0004	0.0001	-3.88
Koul.ala	0.0751	0.0175	4.28
Koulutus	0.1897	0.0338	5.61
Kunta	0.0284	0.0191	1.48
Lääni	0.0468	0.0168	2.78
Sos.ekon.	0.2407	0.0276	8.70
Status	-0.0641	0.0215	-2.98
Työkokem.	0.0213	0.0049	4.33
$Tyokokem^2$	-0.0002	0.00004	-4.49
Työkoulut.	0.0613	0.0182	3.35
Suht.kesto	0.0092	0.0015	5.86
$Suht.kesto^2$	-0.00008	0.00002	-3.76
Työsuhde	0.2045	0.0431	4.74
Yl.siv.	0.0386	0.0095	4.06

Mallin selitysstetta (44.4%) voidaan pitää kohtalaisen hyvänä, koska otos sisältää ammatteja laidasta laitaan ja käytössä ollut aineisto ei ollut optimaalinen selittäviä muuttujia konstruotaessa. Tutkittaessa esim. vain tietyn toimialan tai tietyn ammatin palkkoja, saadaan mallin selitysstestaasta huomattavasti korkeampia (ks. esim. Vartia ja Kurjenoja). Palkkayhtälön kaikki kertoimet ovat ennakkokäsityksen mukaiset ja kuntamuotoa lukuunottamatta merkitseviä 95 prosentin merkitsevyystasolla. Regressiodiagnostiikasta katso liite F.

Heteroskedastisuuden testaamiseksi kirjoitettiin GAUSSiin kaksi ohjelmaa, jotka laskivat Goldfeld-Quandt- ja Breusch-Pagan-heteroskedastisuustestit niiden muuttujien suhteen, joiden epäiltiin aiheuttavan heteroskedastisuutta.<sup>9</sup> Esim. G-Q-testisuure työkokemuksen suhteen 95 prosentin merkitsevyystasolla oli  $F = 0.746 <$

<sup>9</sup>Goldfeldt-Quandt- ja Breusch-Pagan-heteroskedastisuustesteistä ja niiden konstruoinnista

$F_{0.95}(378, 378) = 1.00$ . Nollahypoteesi jää siis voimaan. B-P-testisuure antaa työkokemuksen suhteen testiarvoksi 0.3273.  $\chi_1^2 = 3.84$  eli malli on homoskedastinen työkokemuksen suhteen myös B-P-testisuuren mukaan. Mallia rakennettaessa myös multikollineaarisuusongelmaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Multikollineaarisuuden paikallistamisessa käytettiin kullekin muuttujalle laskettua varianssi-inflaatio suuretta (VI) (tulkinnaasta ja konstruoinnista ks. esim. Judge-Hill-Griffiths-Lutkepohl-Lee (1988)).

Aineistosta lasketun tuntipalkan ( $w$ ) keskiarvoksi saatiin 70.6 markkaa, kun taas palkkayhtälöstä estimoidun tuntipalkan ( $\hat{w}$ ) keskiarvoksi saatiin 67.9 markkaa.

### 6.3.1 Verojärjestelmä ja verovähennysten käsittely mallissa

Suomessa tuloverotus koostuu kahdesta osasta; proportionaalisesta kunnallisverosta ja progressiivisesta valtion tuloverosta. Lisäksi jokaiselta yksilöltä kerätään pakolliset sairausvakuutus- ja kansaneläkemaksut, joiden maksuprosentti on riippumaton tulotasosta. Karkeasti ottaen valtionveron ja kunnallisveron veronkantoperusteet ovat samat lukuunottamatta vähennyksiä.

Useissa tutkimuksissa (esim. Blomquist (1983), Blomquist-Hansson-Brusewitz (1990) ja Ilmakunnas (1992)) on kunnallisvero (paikallisvero) oletettu kaikille yksilöille samaksi riippumatta asuinkunnasta. Menettely ei käsittäkseni ole verojärjestelmän kuvauksen kannalta harmiton yksinkertaistus, sillä esim. vuonna 1989 kunnallisveron äyrimäärä vaihteli 14:sta 19.5:een äyriin, keskiarvon ollessa 16.38 äyriä. Lisäksi, kuten Lahdenperä (1989) mainitsee, kunnallisvero on yleensä korkeampi alhaisen tulotason kunnissa. Tässä työssä on jokaiselle yksilölle laskettu aineistossa olevia muuttujia hyväksikäyttäen kunnallisveron äyrimäärä.<sup>10</sup> Lasketun kunnallisveron (maksettu kunnallisvero/verotettava tulo) keskiarvoksi saatiin 16.21 prosenttia. Tähän lisättiin aineistosta kullekin yksilölle (jos oli seurakunnan jäsen) laskettu kirkollisvero (ka. 0.7%), pakollinen kansaneläkevakuutusmaksu (2%) ja pakollinen sairausvakuutusmaksu (1.7%). Proportionaalisten verojen keskiarvoksi saatiin siis 20.6 prosenttia, minimiksi 18.5 prosenttia ja maksimiksi 24.6 prosenttia, joten variaatiota on yli 6 prosenttia. Vertailun vuoksi mainittakoon, että esim. Ilmakunnas (1992) käytti vuoden 1987 aineistossa 20 prosentin proportionaalista veroa kaikkien yksilöiden kohdalla.

---

ks. esim. Judge-Griffiths-Hill-Lutkepohl-Lee "Introduction to The Theory and Practice of Econometrics".

<sup>10</sup>Tilastokeskus poistaa aineistosta tietosuojan takia kaikki muuttujat joista ilmenee yksilön asuinkunta.

Taulukossa 6.3 esitetään vuoden 1989 valtion tuloverotuksen tuloveroasteikko sekä aineiston henkilöiden jakauma eri tuloveroluokkiin.

Taulukko 6.3. Vuoden 1989 tuloverotaulukko ja otoshenkilöiden jakautuminen verotettavan tulon mukaan.

Verotettava tulo mk.	Vero alarajan kohdalla mk.	Vero alarajan ylittävästä tulon osasta %	frekv.	%
0 - 36000	0	0	0	0
36000 - 51000	50	11	12	0.01
51000 - 63000	1700	21	21	0.02
63000 - 89000	4220	26	160	0.15
89000 - 140000	10980	32	585	0.54
140000- 250000	27300	37	267	0.25
250000-	68000	44	35	0.03

Taulukosta nähdään, että aineistossa henkilöiden tulotaso on keskimääräistä korkeampi. Tämä johtunee otoksen sukupuoli- ja ikärakenteesta. 25-55-vuotiaat miehet ovat aktiivisin ja yleensä parhaiten palkattu työntekijäryhmä. 46.4 prosentilla aineiston miehistä palkkatulot ylittivät 120 000 markkaa. Keskimääräiseksi nettotuntipalkaksi  $(1 - t)w$  saatiin 44.9 markkaa.

### Verovähennykset

Verovähennysten käsittely aikaisemmissa tutkimuksissa on ollut ongelma puuttuvan informaation vuoksi. Useissa tutkimuksissa ollaan kaikille aineiston yksilöille oletettu sama vähennyksen määrä riippumatta tulotasosta. Tämä menettely ei kuitenkaan vastaa todellisuutta, sillä on epärealistista olettaa pienituloisen ja erittäin suurituloisen vähennykset yhtäsuuriksi (ks. myös verohallituksen julkaisu nro. 568). Tässä tutkimuksessa on tästä rajoittavasta oletuksesta luovuttu, ja laskettu jokaiselle yksilölle verofunktio käyttäen apuna tuloverotaulukon veroparametreja. Verofunktion avulla on jokaiselle yksilölle voitu laskea henkilökohtaiset verovähennykset. Verovähennysten laskemista verofunktion avulla selvennetään seuraavassa esimerkissä (ks. myös edellä esitetty tuloverotaulukko).

Esimerkki verovähennysten laskemisesta valtion verotuksessa.

---

Yksilö A

Tulot 261 055 mk.

Maksetut valtion verot 64 233 mk.

$$261\ 055 - 250\ 000 = 11\ 055$$

tulot - veroluokan alaraja = veroluokan alarajan ylitävät tulot

$$0.44 * 11055 = 4864.20$$

veroluokan marginaaliveroprosentti \* veroluokan alarajan ylit. tulot = verot ylimenevästä osasta

$$68\ 000 + 4864.20 = 72\ 864.20$$

maksettu vero alarajan kohdalla + verot ylimenevästä osasta = totaalinen vero

$$72\ 864.20 - 64\ 233 = 8631.20\ \text{mk.}$$

totaalinen vero - maksettu vero = hyväksytyt vähennykset valtionverotuksessa.

---

Yllä kuvattu menetelmä ei varmastikaan ota kaikkia vähennyksiin vaikuttavia tekijöitä huomioon,<sup>11</sup> mutta parempaan tulokseen voidaan päästä vain lisäinformaation avulla (esim. tietoja tulonsiirtokomponenteista). Yksilölliset vähennykset vaihtelivat otoksessa välillä [0, 33519.6] markkaa, keskiarvon ollessa 5252.8 markkaa. Yksilöllisten vähennysten lisäksi lopullisessa analyysissä käytettiin veroluokittain laskettuja vähennysten keskiarvoja. Seuraavassa taulukossa esitetään veroluokittain laskettujen vähennysten keskiarvot.

---

<sup>11</sup> Esim. vähennysten siirtäminen perheenjäsenten kesken jne.

Taulukko 6.4. Veroluokittain lasketut vähennykset.

Verotettava tulo mk.	Vähennykset mk.(ka.)
36000 – 51000	355
51000 – 63000	1988
63000 – 89000	3112
89000 – 140000	4953
140000 – 250000	6263
250000 –	12996

Taulukosta nähdään, että vähennykset nousevat verotettavan tulon noustessa. Nousu on voimakasta erityisesti viimeisen veroluokan kohdalla. Tulos tukee väitettä siitä, että vähennysjärjestelmä lieventää verotaulukon progressiivisuutta.

## 6.4 Eksogeeninen tulo

Eksogeeninen tulo on määritelmän mukaan tuloa, joka ei riipu tehdystä työajasta. Eksogeenisella tulolla on siten vain tulovaikutus työn tarjontaan. Empiirisen työn kannalta eksogeenisen tulon määritelmä on ongelmallinen, sillä ei ole täysin selvää, ainakaan pitkällä aikavälillä, mitkä tulot riippuvat työn tarjonnasta ja mitkä eivät. Koska käytettävissä on poikkileikkausaineisto, ei tulojen dynaamisuutta voida ottaa huomioon. Dynaamisissa työn tarjontamalleissa voidaan varallisuuden ja työtulojen määräytyminen ottaa huomioon (Killingsworth 1983 s. 96–97).

Tässä tutkimuksessa työtuloista riippumattomiksi tuloiksi määriteltiin seuraavat muuttujat.

EKSOGEEINEN TULO = KORKOTULOT  
 + OSINKOTULOT  
 + VUOKRATULOT  
 + MYYNTITULOT  
 + VEROTTOMAT ELÄKKEET  
 + TOISTUVAISAVUSTUKSET  
 + PUOLISON NETTOTULOT

Omaisuuksien (korkotulot, osinkotulot, vuokratulot, myyntitulot) luokittelu kokonaisuudessaan eksogeenisiksi tuloiksi on ongelmallista seuraavista syistä. Ensinnäkin, kuten edellä mainittiin, omaisuustulot luultavasti riippuvat jossain määrin



työtuloista ja toiseksi, vuonna 1989 omaisuustulojen verotus riippui osittain myös työtulojen määrästä, mutta on vaikeaa annetun informaation valossa selvittää omaisuustulojen työtuloista riippuvaa osuutta. Omaisuustuloista on vähennetty valtiolle maksetut verot pääomatuloista.

Puolison nettotulojen sisällyttäminen eksogeeniseksi tuloksi annetulla informaatiolla on tutkijan tekemä valinta, sillä on mahdotonta tietää perheiden sisäistä päätöksentekomekanismia. Toisissa perheissä puolison tulot vaikuttavat työn tarjontaan ja toisissa eivät. Mallin laajentaminen "perhemalliksi", jossa estimoitaisiin myös tulojen ja palkkojen ristikkäisjoustot olisi kohtuuttoman työläs toteutettavaksi tässä tutkimuksessa.<sup>12</sup>

Lopullisessa analyysissä kokeiltiin myös eksogeenista tulomuuttujaa, jossa oli edellisten tulolajien lisäksi mukana puolison omaisuustulot. Puolison omaisuustulojen lisääminen malliin ei vaikuttanut saatuihin tuloksiin. Empiirisessä tutkimuksessa olisi myös mahdollista ottaa huomioon useita tulomuuttujia, mutta tällöin tulojouston määritelmästä tulee ongelmallinen. Tämän työn lähtökohdaksi on otettu yhden eksogeenista tuloa kuvaavan muuttujan konstruoiminen.

Seuraavassa taulukossa tarkastellaan eksogeenisen tulon jakautumista verotettavan tulon mukaan.

Taulukko 6.5. Eksogeenisen tulon jakautuminen (ryhmäkeskiarvot).

---

VEROTETTAVA TULO	EKSOGEEENISET TULOT (ka.)
36000-51000	48590.4
51000-63000	39651.9
63000-89000	43516.3
89000-140000	54478.9
140000-250000	59646.2
250000-	70432.9

---

Taulukosta havaitaan, että eksogeeniset tulot nousevat verotettavan tulon (työtulon) noustessa, poikkeuksena alimman veroluokan yksilöt. Heidän vuosittaiset työtuntinsa ovat alhaisia (eli vuosittaiset työtulot ovat alhaisia) ja heidän puolisonsa ovat verrattuna muiden tuloiluokkien puolisoihin useammin työn tarjoajia. Koska puolisoiden nettotulot ovat selvästi suurin yksittäinen komponentti eksogeenisessä

<sup>12</sup>Perheen työn tarjontaprosessia voidaan myös lähestyä peliteorian kannalta.

$$\begin{aligned}\hat{w}_2 &= (1 - 0.11 - 0.192)\hat{w} = 72.54 \\ \hat{w}_3 &= (1 - 0.21 - 0.192)\hat{w} = 62.15 \\ \hat{w}_4 &= (1 - 0.26 - 0.192)\hat{w} = 56.95 \\ \hat{w}_5 &= (1 - 0.32 - 0.192)\hat{w} = 50.71 \\ \hat{w}_6 &= (1 - 0.37 - 0.192)\hat{w} = 45.52 \\ \hat{w}_7 &= (1 - 0.44 - 0.192)\hat{w} = 38.24\end{aligned}$$

KUVITTEELLISET TULOT ( $y_{i+1} = y_i + (\hat{w}_i - \hat{w}_{i+1})H_i$ ):

$$\begin{aligned}y_1 &= \text{eksogeeniset tulot} = 80\,964 \\ y_2 &= 90\,182 \\ y_3 &= 97\,114 \\ y_4 &= 104\,615 \\ y_5 &= 109\,665 \\ y_6 &= 118\,786 \\ y_7 &= 131\,887\end{aligned}$$

KULMAPISTEET ( $H_i = (I_i + 12013)/\hat{w}$ ):

$$\begin{aligned}H_1 &= 462 \text{ tuntia} \\ H_2 &= 606 \\ H_3 &= 721 \\ H_4 &= 971 \\ H_5 &= 1463 \\ H_6 &= 2521\end{aligned}$$

Esimerkkiyksilön bruttotuntipalkan ennuste ( $\hat{w}$ ) on siis 103.9 markkaa. Koska tuntipalkka oletetaan riippumattomaksi työtunneista, verotuksen tuloksena nettotuntipalkka  $(1-t)\hat{w}$  laskee työn tarjonnan noustessa. Esimerkkiyksilön saama nettotuntipalkka 2521 työtunnin jälkeen olisi 38.24 markkaa ja vastaava kuvitteellinen tulo olisi tällöin 131887 markkaa vuodessa (eksogeenin tulo yksilölle oli 80964 markkaa). Huomautettakoon vielä, että eksogeeninen tulo ( $y_1$ ) on todellinen aineistosta havaittu muuttuja. Kuvitteelliset tulot (virtual incomes) ovat laskettu rekursiivisesti. Yllä olevalla tavalla konstruointiin siis jokaiselle yksilölle oma budjettirajoite.

Seuraavassa luvussa siirrytään tarkastelemaan estimointituloksia yhden ja kahden satunnaistekin malleista.

## Luku 7

# Estimointitulokset

Tässä luvussa esitetään estimointitulokset tuloveron vaikutuksesta miesten työn tarjontaan. Kappaleessa 7.1 esitetään tulokset koko otokselle sekä yksilöllisen verovähennyksen että veroluokittaisen verovähennyksen tapauksessa. Kappaleessa 7.2 on aineisto jaettu toimihenkilöihin ja työntekijöihin, ja siinä tarkastellaan kuinka estimointitulokset eroavat ryhmien välillä. Kappaleessa 7.3 esitetään tulokset kahden satunnaistermin mallista koko otokselle. Luvun lopuksi käsitellään lyhyesti, kuinka verotuksesta aiheituneita tehokkuustappiota voidaan laskea saatujen estimointitulosten avulla. Kappaleessa 7.4 esitetään myös alustavia laskelmia tuloverotuksen aiheuttamista tehokkuustappioista.

Työn tarjontayhtälöihin on usein lisätty kiinnostavien muuttujien (nettopalkka ja eksogeeninen tulo) lisäksi useita yksilöiden ominaisuuksia (aineiston heterogeenisuutta) kuvaavia muuttujia. Tässä tutkimuksessa estimointiin useita malleja eri taustamuuttujilla, mutta koska ne eivät varsinaisesti ole tutkimuksen kohteena eivätkä ne merkittävästi vaikuttaneet palkka- ja tulomuuttujien estimaatteihin ei niitä ole raportoitu taulukoissa. Sivulla 82 kommentoidaan lyhyesti käytettyjä estimoinneissa mukana olleita taustamuuttujia.

Estimoinnit suoritettiin GAUSSilla. Log-uskottavuusfunktion maksimoinnissa käytettiin etupäässä BHGS (Broyden, Fletcher, Goldfarb ja Shanno) optimointialgoritmia.<sup>1</sup> Muita käytettyjä algoritmeja olivat BHHH (Berndt, Hall, Hall, Hausman) ja STEEB (steepest descent method). Optimointiongelman helpottamiseksi havainnot jouduttiin skaalaamaan siten, että estimoitavien parametrien arvot olisivat likimain yhtäsuuret. Tämä tarkoittaa, että Hessen<sup>2</sup> matriisin diagonaalilla olevien alkioiden

<sup>1</sup>Eri algoritmien ominaisuuksista ks. esim. Gaussin (versio 3.0) manuaali tai Harvey (1990) sivut 122 - 143.

<sup>2</sup>Hessen matriisista käytetään suomessa yleisesti nimitystä Hessin matriisi. Anders Ekholm

tulisi olla suurinpiirtein samansuuruiset. Jos joku alkio diagonaalilla on hyvin suuri tai pieni verrattuna muihin, on algoritmeilla vaikeuksia konvergenssin saavuttamisessa (ks. tarkemmin esim. Gaussin manuaali). Optimointiongelman ratkaisu löytyy etsimällä parametrin arvo, jolla gradientti (eli funktion derivaatta parametrin suhteen) on nolla. Tässä tutkimuksessa konvergenssikriteerinä käytettiin arvoa 0.00001 eli silloin kun gradientti saavutti tämän arvon katsottiin parametrin olevan riittävän tarkka.

Kaikissa estimoiduissa yhtälöissä selitettävänä muuttujana oleva vuosittaiset työtunnit on jaettu tuhannella ja selittävästä muuttujista nettopalkat (sovitteet) on jaettu kymmenellä ja kuvitteelliset tulot kymmenellä tuhannella. Vaihtoehtoisesti olisi parametrien skaalaus voitu suorittaa myös uskottavuusfunktiossa.

Skaalauksesta huolimatta konvergenssin saavuttamisessa oli aluksi ongelmia. Ongelman syynä saattoi olla se, että tutkimuksessa ei käytetty Hessen matriisiin laskemisessa analyttisiä (eli uskottavuusfunktion ensimmäistä ja toista derivaattaa ei esitetty suljetussa muodossa) vaan numeerisia derivaattoja. Numeeristen derivaattojen käyttö perustuu siihen, että funktion ensimmäistä derivaattaa approksimoidaan ratkaisemalla kulmakerroin annetulle välille  $(x, a)$ .

$$f(x) = f(a) + (x - a)f'(a).$$

Derivaattojen laskentaa voidaan tarkentaa muodostamalla ne symmetrisesti annetun pisteen ympärillä. Pisteessä  $a$

$$f'(a) = \frac{f(a + dx) - f(a - dx)}{2dx}.$$

Derivaattojen tarkasteluvälin pituuden määrittäminen numeerisissa laskelmissa on väistämättä mielivaltaista. Numeeriset derivaatat voivat täten poiketa analyttisistä derivaatoista. Kirjallisuuden mukaan numeerisilla menetelmillä on vaikeuksia optimin löytämisessä, jos optimoitava funktio ei ole hyvinkäyttäytyvä.<sup>3</sup>

Vaikeudet konvergenssin saavuttamisessa saattoivat johtua myös huonoista alkuarvoista. Aluksi estimoinnissa tehtiin ainakin se virhe, että yritettiin heti lähteä mallista, jossa kaikki segmentit ja kulmapisteet olivat mukana. Lopulta optimin löytämiseksi edettiin seuraavasti: aluksi estimoitiin työn tarjontafunktio lineaarisen rajoitteen tapauksessa ja käytettiin saatuja estimaatin arvoja alkuarvoina seuraavassa vaiheessa, jossa rajoite koostui kahdesta segmentistä jne. Lopuksi globaalin optimin varmentamiseksi kokeiltiin useita eri lähtöpisteitä.

---

mukaan oikeampi nimitys olisi Hessen matriisi, sillä sen otti vuonna 1844 käyttöön O. Hesse. Englanniksi sen nimitys on Hessian matrix.

<sup>3</sup>Toisaalta numeeristen derivaattojen käyttäminen on monessa tapauksessa nopeampaa, sillä joskus analyttisten derivaattojen laskeminen voi olla erittäin hankalaa.

On vaikeaa sanoa tarkasti miksi konvergenssin saavuttaminen tuotti aluksi ongelmia. Syynä saattoivat olla edellä mainittujen tekijöiden lisäksi myös kappaleessa 4.3 mainitut tekijät.

## **7.1 Yhden satunnaistermin mallin tulokset koko otokselle**

Estimointitulokset koko otokselle yksilöllisen verovähennyksen tapauksessa on esitetty taulukossa 7.1.

TAULUKKO 7.1. Estimointitulokset koko otokselle (yksilöllinen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)

$N = 1080$

<i>MUUTTUJAT</i>	<i>KERTOIMET</i>	<i>KESKIVIRHE</i> <sup>1</sup>	<i>t-ARVOT</i> <sup>2</sup>
Vakio	1.8117	0.0333	54.39
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0243	0.0099	2.43
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0040	0.0011	-3.58
$\sigma_\varepsilon^2$	0.2218	0.0044	46.47
Ln L	93.57		
Kompensoimaton palkkajousto $E_w$	0.06		
Kompensoitu palkkajousto $E_s$	0.08		
Kokonaistulojousto $E_y$	-0.02		
Slutsky - ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%	

1) Asymptoottiset keskivirheet.  
 2) Asymptoottiset t-arvot.  
 3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markoissa.  
 4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markoissa.

Otoskoon ollessa riittävän suuri, ovat s.u.-estimaattoreiden asymptoottiset ominaisuudet voimassa. Jos näin on, saadut estimaatit ovat normaalisti jakutuneet oikean parametrin arvon ympärillä. Tällöin voidaan suorittaa kaksisuuntainen testi 5 prosentin merkitsevyystasolla sille, että estimaattien arvot poikkeavat nolasta. Testin mukaan kaikki taulukossa olevat muuttujat ovat tilastollisesti merkitseviä.<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Selittäjät marginaalinetto tuntipalkka ( $w$ ) ja kuvitteellinen tulo ( $y$ ) perustuvat instrumenttimenetelmällä estimoituun  $\log(w)$  yhtälöön. Tästä aiheutuvaa mahdollista estimointiharhaa ei ole huomioitu estimoinnissa ja näin t-arvot voivat olla harhaisia. Nettopalkan ja kuvitteellisen tulon

Saadut estimaatit ovat talusteorian mukaiset. Nettopalkan kerroin saa positiivisen arvon (0.0243), eli nettopalkan nousu (marginaalituloveron alentaminen) lisää työn tarjontaa. Eksogeenisen (kuvitteellisen) tulon kerroin taas on negatiivinen (-0.004) eli muiden kuin työtulojen nousu vähentäisi mallin mukaan työn tarjontaa. Mallissa olleista taustamuuttujista <sup>5</sup> mainittakoon seuraavat: kotona asuvat alle 18-vuotiaat lapset lisäävät mallin mukaan miesten työntarjontaa. Vastaavissa tutkimuksissa naisille on havaittu, että lasten määrän noustessa työn tarjonta laskee. Tulokset tukevat tältä osin perinteistä perhemallia; nainen hoitaa lapsia kotona ja miehen vastuulla on perheen toimeentulon turvaaminen. Yksilön ikääntymisellä näytti tässä tutkimuksessa olevan työn tarjontaa vähentävä vaikutus. Muissa tutkimuksissa ikä on saanut tasaisesti sekä negatiivisia että positiivisia estimaatteja. Liitteessä G esitetään täysi malli.

Kaikki mallin 1080 havaintoa täyttivät Slutsky-ehdon  $\alpha - \beta h > 0$ . Tästä voidaan päätellä, että käytetty työn tarjontafunktio on konsistentti hyödyn maksimointiteorian kannalta (ks. kappale 4.1).

Tutkimuksen ehkä mielenkiintoisin asia on, millaisia joustojen (kompensoimaton palkkajousto, kompensoitu palkkajousto, kokonaistulojousto) arvoja mallista saadaan. Kansainvälisten tutkimusten tapaan kaikki tässä työssä raportoidut joustot ovat keskiarvojoustoja jollei toisin mainita. Joustojen arvot keskiarvopisteessä<sup>6</sup> on laskettu seuraavasti (merkitään nyt marginaalipalkkaa poikkeuksellisesti lyhenteellä  $m\bar{w}$ ):

Kompensoimaton palkkajousto  $E_w$

$$\frac{\partial h}{\partial m\bar{w}} * \frac{m\bar{w}}{\bar{h}} = 0.0243 * \frac{4.492}{1.858} = 0.06.$$

Kokonaistulojousto  $E_y$

$$\frac{\partial h}{\partial y} * m\bar{w} = -0.004 * 4.492 = -0.02.$$

Kompensoimaton palkkajousto (substituutiojousto)  $E_s$

$$\left[ \frac{\partial h}{\partial m\bar{w}} - \bar{h} * \frac{\partial h}{\partial y} \right] \frac{m\bar{w}}{\bar{h}} = 0.08.$$

kertoimet ovat kuitenkin asympotoottisesti harhattomia.

<sup>5</sup>Kansainvälisissä tutkimuksissa miesten työn tarjontaa tutkittaessa ei ole useinkaan raportoitu lasten lukumäärän ja iän lisäksi muita taustamuuttujia. Naisten työn tarjontaa koskevissa tutkimuksissa taas yleensä raportoidaan enemmän taustamuuttujia, koska niiden arvellaan vaikuttavan naisten työn tarjontaan.

<sup>6</sup>Luvut ovat skaalattuja keskiarvopisteitä.

Vertaamalla edellä esitettyjä joustojen arvoja kansainvälisistä tutkimuksista saatuihin (ks. kappaleen 5 taulukko 5.1) joustojen arvoihin, huomataan niiden sijoittuvan vertailussa palkkajoustopuolelle keskitason yläpuolelle ja tulojoustopuolelle keskitason alapuolelle. Talousteorian kannalta on mielenkiintoista havaita, että kompensoitu palkkajoustopuolella on positiivinen eli kompensoitujen työntekijöiden tarjontakäyrän kulmakerroin on positiivinen.

Aineistosta laskettiin myös yksilölliset joustot, jotka on taulukoitu seuraavassa.

Taulukko 7.2. Yksilölliset joustot.

	Maksimi	Minimi
Kompensoimaton palkkajoustopuolella	0.16	0.01
Kompensoitu palkkajoustopuolella	0.2	0.02
Kokonaistulojoustopuolella	-0.05	0.00

Tulosten mukaan esim. 10 prosentin marginaalinettopalkan nousu (marginaalitulo- ja veron lasku) lisää työn tarjontaa keskimäärin 0.8 prosenttia ja korkeimmillaan 2 prosenttia. Tulosten tulkinnassa oletetaan, että yksilöt pysyvät muutosten jälkeen uudella segmentillä. Jos näin ei olisi, jouduttaisiin uusi optimaalinen työn tarjontataso määräämään jälleen etsintäalgoritmia apuna käyttäen. Kun joustot muutetaan vastaamaan vuosittaisia työtunteja saadaan vaihteluväliksi 4:stä 40 tuntiin. Suurimmillaan työn tarjonta lisääntyy vuositasolla noin viikolla. Viikon lisäystä työpanoksessa voitaneen pitää korkeana. Jos yksilö pitää vuodessa 4 viikkoa lomaa tämä tarkoittaisi, että hän lisäisi työn tarjontansa miltei tunnilla viikossa. Keskimääräinen työpanoksen lisäys aineistossa oli 15 tuntia eli noin kaksi työpäivää. Tulovaikutus on mallin mukaan suhteellisen alhainen. Esim. 10 prosentin nousu eksogeenisissä tuloissa vähentää työn tarjontaa keskimäärin 0.2 prosenttia. Tulojoustopuolella alhaisuus voi johtua esim. siitä, että se voi sisältää tekijöitä jotka riippuvat tehdyistä työtunneista.

On muistettava, että vuoden 1989 verotus oli historiallisesti katsoen varsin lievä. Sekä Hausman (1981a) että Blomquist (1983) huomauttavat, että verotuksen vaikutus (saadaan yleensä suurempia kompensoituja tulojoustopuolelle arvoja) on suurempi silloin kun verojärjestelmässä on paljon segmenttejä ja progressio on jyrkkä. Mielenkiintoista olisikin estimoida verojen vaikutusta työn tarjontaan esim. vuoden 1980 aineistolla, jolloin verotaulukko sisälsi 12 segmenttiä (vuonna 1989 oli 7 segmenttiä) ja marginaaliveroprosentti nousi valtion verotuksessa jopa 51 prosenttiin (vuonna 1989 korkeintaan 44 prosenttiin). Toinen mahdollisuus arvoida verojen vaikutusta olisi simuloida nykyistä aineistoa eri verojärjestelmien avulla.



Saadut tulokset vaikuttava kauttaaltaan varsin realistisilta. Tulokset tukevat väitettä siitä, että miesten työn tarjonta on naisten työn tarjontaa jäykempää. Miehet yleensä kantavat suurimman vastuun perheen toimeentulosta. Tietty määrä töitä tehdään riippuen palkkauksen tasosta, ja korkeamman hyvinvoinnin saavuttamiseksi vaimosta tulee työn tarjoaja tai hänen työn tarjontansa taso muuttuu. Empiiriset tulokset viittaavat siihen, että naisten työn tarjonta on huomattavasti herkempää nettopalkan muutoksille (ks. kappaleen 5.2 taulukko 5.5). Tulokset osoittavat, että miesten työn tarjonta reagoi, toisin kuin aikaisemmin väitettiin, nettopalkan (marginaaliveron) muutoksiin. Toisaalta on vaikea sanoa, kuinka herkkiä saadut tulokset ovat käytetyn mallin suhteen. Jatkossa tulisikin tutkia kuinka tulokset riippuvat käytetyn työn tarjontafunktion tai hyötyfunktion muodosta.

On mielenkiintoista verrata, kuinka yksilön optimityötunnit  $h^*$  poikkeavat havaituista työtunneista  $h$ . Seuraavasta taulukosta ilmenee havaittujen ja haluttujen työtuntien frekvenssi segmentteittäin.

Taulukko 7.3. Haluttujen ja havaittujen työtuntien sijoittuminen budjettirajoitteella.

	$h$	$h^*$	erotus
1. segmentti	0	0	0
2. segmentti	12	17	-5
3. segmentti	21	21	0
4. segmentti	160	180	-20
5. segmentti	585	526	59
6. segmentti	267	285	-18
7. segmentti	35	31	4
	$\Sigma$ 1080	$\Sigma$ 1060	

Taulukosta havaitaan, että 20 yksilön kohdalla halutut työtunnit löytyivät kulmapisteistä. Koska tilastollinen menetelmä parametrien estimoimiseksi pyrkii minimoimaan havaittujen ja haluttujen työtuntien eroja, eivät nämä poikkea paljoakaan toisistaan, paitsi tapauksissa jossa havaitut työtunnit ovat erittäin suuret tai pienet. Menetelmän heikkous näkyy olevan siinä, että se "vetää" optimityötunteja keskiarvoa kohden. Haluttujen työtuntien vaihteluvälistä tulee huomattavasti pienempi kuin havaittujen työtuntien.

Estimoinnit suoritettiin koko otokselle myös tapauksessa, jossa verovähennykset on laskettu tuloluokittain. Tulokset esitetään seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 7.4. Estimointitulokset koko otokselle (tuloluokittainen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)  
 $N = 1080$

<i>MUUTTUJAT</i>	<i>KERTOIMET</i>	<i>KESKIVIRHE</i> <sup>1</sup>	<i>t-ARVOT</i> <sup>2</sup>
Vakio	1.8099	0.0337	53.55
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0252	0.0104	2.42
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0042	0.0022	-1.87
$\sigma_e^2$	0.2216	0.0047	46.54
Ln L	93.73		
Kompensoimaton palkkajousto $E_w$	0.06		
Kompensoitu palkkajousto $E_s$	0.08		
Kokonaistulojousto $E_y$	-0.02		
Slutsky - ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%	

1) Asymptoottiset keskivirheet.

2) Asymptoottiset t-arvot.

3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markoissa.

4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markoissa.

Kuten taulukosta havaitaan, vähennysten luokittelu verotaulukon mukaan ei suuresti vaikuta estimointituloksiin. Merkittävin muutos on se, että kuvitteellisen tulon kerroin ei ole enää 5 prosentin merkitsevyystasolla tilastollisesti merkitsevä.

Seuraavaksi tarkastellaan estimointituloksia toimihenkilöille ja työntekijöille.

## 7.2 Estimointitulokset toimihenkilöille ja työntekijöille

Kansainvälisissä tutkimuksissa verotuksen vaikutusta on tutkittu yleensä erikseen miehille ja naisille. Jakoa eri sosioekonomisiin ryhmiin ei ole tehty. Tässä tutkimuksessa on aineisto jaettu toimihenkilöihin ja työntekijöihin. Jako näihin kahteen ryhmään perustuu Tilastokeskuksen valmiiseen luokitteluun, jossa ammatit on jaettu toimihenkilöammatteihin ja työntekijäammatteihin. Jaon taustalla on ajatus siitä, että erilaisilla ryhmillä on taipumus reagoida palkan ja eksogeenisen tulon muutoksiin eri tavalla. Etukäteisolettamuksena on, että työntekijöille eritoten palkkavaiikutukset olisivat toimihenkilöitä suuremmat. Taulukon 7.6 jälkeen asiaa pohditaan täsmällisemmin.

Taulukossa 7.5 on esitetty tulokset toimihenkilöille ja taulukossa 7.6 tulokset työntekijöille.

TAULUKKO 7.5. Estimointitulokset toimihenkilöille (yksilöllinen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)  
 $N = 547$

<i>MUUTTUJAT</i>	<i>KERTOIMET</i>	<i>KESKIVIRHE</i> <sup>1</sup>	<i>t-ARVOT</i> <sup>2</sup>
Vakio	1.9063	0.0633	30.11
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0035	0.0165	0.21
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0044	0.0033	-1.32
$\sigma_\varepsilon^2$	0.2595	0.0078	33.05
Ln L	-38.24		
Kompensoimaton palkkajousto $E_w$	0.01		
Kompensoitu palkkajousto $E_s$	0.03		
Kokonaistulojousto $E_y$	-0.02		
Slutsky – ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%	

1) Asymptoottiset keskivirheet.  
 2) Asymptoottiset t-arvot.  
 3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markkoissa.  
 4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markkoissa.

TAULUKKO 7.6. Estimointitulokset työntekijöille (yksilöllinen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)

$N = 533$

<i>MUUTTUJAT</i>	<i>KERTOIMET</i>	<i>KESKIVIRHE</i> <sup>1</sup>	<i>t-ARVOT</i> <sup>2</sup>
Vakio	1.8004	0.0539	33.38
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0345	0.0183	1.88
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0086	0.0010	-8.62
$\sigma_\varepsilon^2$	0.1729	0.0052	32.67
Ln L	178.67		
Kompensoimaton palkkajousto $E_w$	0.08		
Kompensoitu palkkajousto $E_s$	0.12		
Kokonaistulojousto $E_y$	-0.04		
Slutsky - ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%	

1) Asymptoottiset keskivirheet.

2) Asymptoottiset t-arvot.

3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markoissa.

4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markoissa.

Taulukoista havaitaan, että tulokset poikkeavat ryhmien välillä huomattavasti. Toimihenkilöiden kohdalla nettopalkan ja kuvitteellisen tulon kertoimet eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Työntekijöiden kohdalla nettopalkan kerroin on tilastollisesti merkitsevä 10 prosentin merkitsevyystasolla ja eksogeeninen tulo 5 prosentin merkitsevyystasolla.

Joustopot on laskettu molemmille ryhmille niiden keskiarvopisteissä. Joustopot ar-  
vot poikkevat huomattavasti ryhmien välillä. Työntekijöille estimoitu kompensoitu

palkkajousto saa arvon 0.12, kun taas toimihenkilöille vastaava arvo on vain 0.03. Tunneiksi muutettuna tämä tarkoittaa, että työntekijöiden kohdalla 10 prosentin palkan nousu lisää vuosittaisia työtunteja keskimäärin 22 tuntia ja enimmillään 40 tuntia. Toimihenkilöiden kohdalla vastaavan suuruinen palkan nousu lisäisi mallin mukaan työn tarjontaa vuositasolla vain 6 tuntia ja enimmilläänkin vain 18 tuntia. Kokonaistulojoustopot ovat molempien ryhmien kohdalla suhteellisen alhaiset. Molempien ryhmien kohdalla kaikki havainnot täyttävät Slutky-ehdon.

Miksi verotuksella näyttää olevan suurempi vaikutus työntekijöiden kuin toimihenkilöiden työn tarjontaan? Kysymykseen lienee mahdotonta antaa tyhjentävää vastausta, mutta eräs selitys voisi löytyä erilaisista palkkaus- ja työaikajärjestelyistä. Toimihenkilöt saavat usein kiinteää kuukausipalkkaa kun taas työntekijöille maksetaan useimmiten tuntipalkkaa. Kuukausipalkkalaisten kohdalla esim. ylitöistä ei useinkaan makseta erillistä korvausta, kun taas työntekijöiden kohdalla ylitöistä maksetaan yleensä normaalia korkeampi korvaus. Toimihenkilöiden (esim. tutkijan) tekemän työn luonne voi olla sellainen, että huolimatta palkkausjärjestelyistä tarpeelliset työt tehdään. Työntekijöiden kohdalla taas palkkauksella on luultavasti suurempi insentiivi työn tarjontaan.

On myös luultavaa, että työn mielekkyys vaihtelee ryhmien välillä. Esimerkiksi tutkijalle jako työ- ja vapaa-ajan välillä voi olla epämääräinen, kun taas suorittavan portaan kohdalla työajoista pidetään tarkasti huolta. Useinhan kuullaan sanottavan, että työntekijät poistuvat työpaikoiltaan heti säädetyn työajan päätyttyä. Ainoa insentiivi heidän työpaikalla pitämiseen olisi työn mielekkyyden tai palkkojen nostaminen.

On myös mahdollista, että toimihenkilöiden työajat ja palkkaus vastaavat heidän haluamaansa tasoa, jolloin heidän optimityötuntinsa ovat siis lähellä havaittuja työtunteja eikä muutoksiin työn tarjonnassa ole syytä. Työntekijöillä, johtuen työn luonteesta, vain palkkaus säätelee haluttujen työtuntien määrää. Tulevissa tutkimuksissa olisi mielenkiintoista pyrkiä selvittämään syvällisemmin eri ryhmien välisiä eroavuuksia työn tarjonnassa.

### 7.3 Estimointitulokset kahden satunnaistermin mallista

Tarkastellaan lopuksi estimointituloksia kahden satunnaistermin mallista. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 7.6. Estimointitulokset koko otokselle (yksilöllinen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)

$N = 1080$

MUUTTUJAT	KERTOIMET	KESKIVIRHE <sup>1</sup>	t-ARVOT <sup>2</sup>
Vakio	1.8025	0.0152	118.58
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0239	0.0065	3.64
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0036	0.0012	-3.00
$\sigma_{\epsilon}^2$	0.1065	0.0042	25.35
$\sigma_{\eta}^2$	0.1105	0.0129	8.56
Ln L	189.12		
Kompensoimaton palkkajousto $E_w$	0.06		
Kompensoitu palkkajousto $E_s$	0.08		
Kokonaistulojousto $E_y$	-0.02		
Slutsky - ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%	

1) Asymptoottiset keskivirheet.

2) Asymptoottiset t-arvot.

3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markoissa.

4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markoissa.

Kun tuloksia verrataan yhden satunnaisterman mallista saatuihin tuloksiin, havaitaan niiden olevan samansuuntaiset. Nettopalkan ja eksogeenisen tulon kertoimet ovat käytännöllisesti katsoen samansuuruiset ja molemmat ovat tilastollisesti merkitseviä. Kutsutaan tästä lähtien yhden satunnaisterman mallia malliksi 1 ja kahden satunnaisterman mallia malliksi 2.

Mielenkiinnon kohteena on se, kuinka satunnaistermi käyttäytyvät. Mallissa  $\sigma_\epsilon^2$  kuvaa mittaus- ja/tai optimointivirhettä ja  $\sigma_\eta^2$  kuvaa preferenssien heterogeenisuutta. Preferenssien heterogeenisuutta kuvaavan termin oletetaan kuvaavan siis niitä havaitsemattomia tekijöitä, joita mallin muuttujat eivät pysty ottamaan huomioon.

Koska malli 2 on laskennallisesti erittäin työläs, on mielenkiintoista testata, onko sen eteen nähdystä vaivasta ollut hyötyä ilmiön kuvaamisen kannalta. Mallin 1 (rajoitettu malli) voidaan katsoa olevan erikoistapaus mallista 2 (rajoittamaton malli). Jos  $\sigma_\eta^2$  menee mallissa 2 nolnaan, tällöin mallit yhtyvät. Nyt on mahdollista testata sitä, onko malli 1 riittävä, annettuna malli 2, jonka oletetaan olevan yleinen oikea kuvaus ilmiölle. Olkoon nyt  $L_2$  rajoittamattoman mallin (malli 2) uskottavuusfunktion arvo (parametreille ei siis ole asetettu mitään rajoitteita) ja  $L_1$  on rajoitetun mallin ( $\sigma_\eta^2 = 0$ ) uskottavuusfunktion arvo. Testiteoriasta tiedetään, että uskottavuusosamäärätesti  $LR = -2\ln(L_1/L_2)$  on asympotoottisesti  $\chi_1^2$ -jakautunut vapausasteella 1 (rajoitusten lkm.)  $H_0$ :n vallitessa ( $\sigma_\eta^2 = 0$ ). Testisuureen arvoksi saadaan 191.1, joten nollahypoteesi tulee selvästi hylätyksi. Myös useimmissa kansainvälisissä tutkimuksissa on kahden satunnaisterman mallin havaittu olevan yhden satunnaisterman sisältävää mallia parempi.

Taulukosta havaitaan, että mallissa 2 satunnaistermien parametrien summa (0.217) on likimäärin samansuuruinen mallin 1 satunnaisterman (0.221) kanssa eli mallissa olevasta variaatiosta preferenssien heterogeenisuutta kuvaava termi kuvaisi puolet ja mittaus- ja/tai optimointivirhettä kuvaava termi puolet. Esim. Blomquist (1983), Blomquist – Hansson-Brusewitz (1990) ja Triest (1990) ovat saaneet vastaavanlaisen tuloksen. Ilmakunnaksen (1992) tutkimuksessa taas toisen satunnaisterman lisäämisellä ei ollut merkitystä mallin kannalta. Mittaus- ja/tai optimointivirhettä kuvaava termi kuvasi kaiken satunnaisvaihtelun mallissa.

Myös kahden satunnaisterman mallissa kaikki havainnot täyttivät Slutsky-ehdon  $(w_k - w_{k+1})(\alpha - \beta H_k) \geq 0$ .

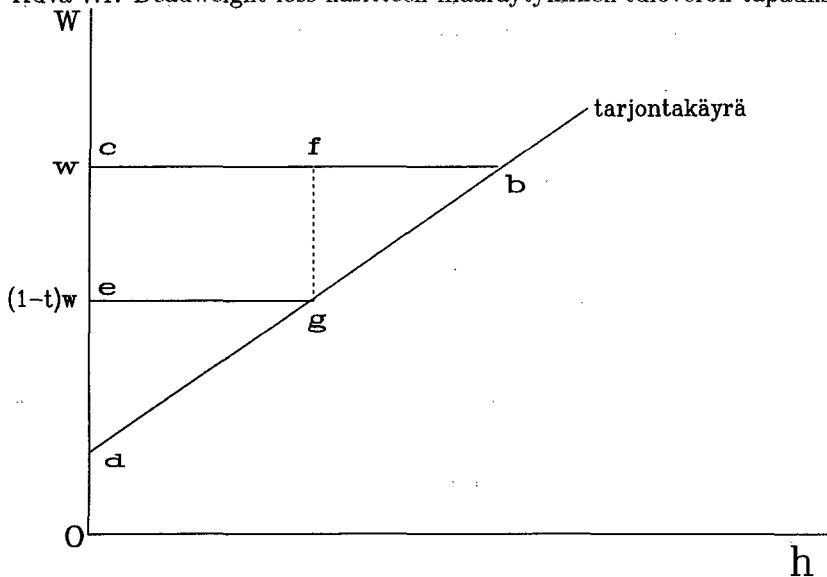


## 7.4 Alustavia laskelmia tehokkuustappioista

Tässä kappaleessa käytetään estimoituja joustoja apuna laskettaessa tuloverotuksen aiheuttamia tehokkuustappioita (hyvinvointitappioita). Kirjallisuudessa tehokkuustappioiden laskemiseksi on kehitetty varsin sofistikoituneita menetelmiä<sup>7</sup>, mutta ne ovat liian vaikeita toteutettavaksi tässä tutkimuksessa. Tutkimuksessa tehokkuustappioita lasketaan Deadweight Loss-käsitteen (DWL) avulla.<sup>8</sup> DWL kuvaa sitä tappion määrää, jonka yksilö kokee verotuksen (pl. könttäsummavero) vuoksi joutuessaan siirtymään kulutuksessa (työn tarjonnassa) vähemmän haluttuun kulutuksen (työn tarjonnan) määrään. Stiglitzin (1988) kirjasta sivuilta 459 – 464 löytyy perusteellinen selvitys siitä, miksi könttäsummavero ei aiheuta tehokkuustappiota, mutta voi kyllä muuttaa yksilöiden käyttäytymistä.

Seuraavan kuvion avulla pyritään selventämään DWL:n muodostumista.

Kuva 7.1. Deadweight loss-käsitteen määräytyminen tuloveron tapauksessa.



Kuvassa työn tarjontakäyrällä (kompensoitu palkkajousto) on positiivinen kulma-kerroin eli veron asettaminen tulee tuottamaan tehokkuustappioita. Kompensoidun palkkajouston ollessa nolla (työn tarjontakäyrä on tällöin vertikaalinen) ei verotus

<sup>7</sup>Ks. esim. Hausmanin artikkeli "Exact Consumer's Surplus and Deadweight Loss" vuodelta 1981b.

<sup>8</sup>DWL-käsitettä on kirjallisuudessa kritisoitu jonkin verran. Kritiikki juontaa juurensa taloustieteilijöiden erimielisyydestä kuluttajan ylijäämän käsitteestä. Kritiikistä ks. esim. Stiglitz (1988) s. 449.

luonnollisestikaan aiheuta tehokkuustappioita.

Oletetaan, että alkutilanteessa yksilön saama palkka on tasolla  $w$ . Tuloveron asettaminen laskee palkan tasolle  $(1 - t)w$ . Alkuperäisessä tilanteessa työn tarjoajan (kuluttajan) ylijäämä on kolmion ala  $dbc$ . Veron asettaminen supistaa ylijäämän alueeksi  $dge$ . Muutos ylijäämässä on siten alue  $egbc$ . Muutoksesta osa  $egfc$  on valtion tuloverokertymä (verot  $ec$  kertaa tehdyt työtunnit  $eg$ ). Asetettu tulovero aiheuttaa työn tarjoajalle kuitenkin verokertymää suuremman tappion. Verotuksesta aiheutunut ylimääräinen tappio on muutos ylijäämässä ( $egbc$ ) vähennettynä valtion verokertymällä ( $egfc$ ). Ylimääräiseksi tappioksi eli DWL:ksi jää siten kolmio  $gbf$ . Vaihtoehtoisesti valtio olisi voinut myös asettaa könttäsummaveron työnteolle siten, että vero olisi jättänyt palkan tasolle  $w$  ja valtion verokertymä olisi ollut sama kuin palkkatasolla  $(1 - t)w$ .

Kuvasta nähdään, että mitä loivempi työn tarjontakäyrä on (eli mitä suurempi on kompensoidun palkkajoustop arvo), sitä suurempi on verotuksesta aiheutunut tehokkuustappio. Veroasteen kaksinkertaistuksessa tehokkuustappiot karkeasti ottaen enemmän kuin kaksinkertaistuvat. Tämä on nähtävissä yllä olevasta kuvasta.

Tehokkuustappioita (DWL) ollaan tutkimuksissa usein approksimoitu kaavalla

$$DWL = \frac{1}{2} * E_s * w * h * t^2,$$

Seuraavassa taulukossa esitetään yllä olevaan kaavaan perustuvat DWL-laskelmat. Laskelmat on suoritettu keskiarvopisteissä.

Taulukko 7.7. DWL-laskelmat.

---

	DWL (mk.)	%:a verokertymästä
Koko otokselle	644mk.	1.4%
Toimihenkilöille	335mk.	0.6%
Työntekijöille	665mk.	2.0%

---

On huomattava, että yllä olevassa taulukossa tehokkuustappiot on laskettu otoskeskiarvon kohdalla. Kuten hyvin tiedetään, tehokkuustappiot nousevat verojen noustessa, joten laskettaessa DWL jokaiselle yksilölle erikseen tulee tehokkuustappioista suuremmat

Kun DWL laskettiin jokaiselle yksilölle, saatiin maksimaaliseksi tehokkuustappion määräksi 3618 markkaa, joka oli kyseisen yksilön verokertymästä 4.5 prosenttia. Suurin saatu tehokkuustappio verokertymästä oli 5 prosenttia.

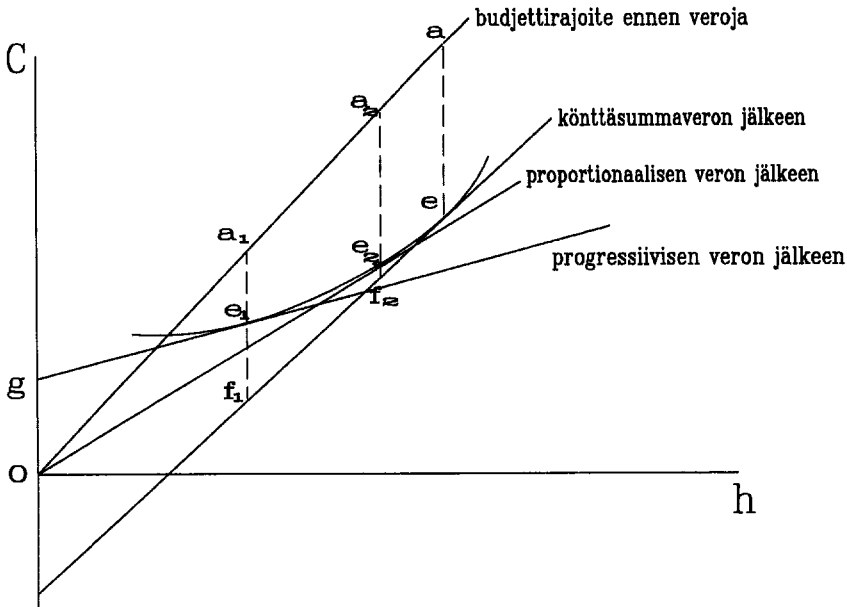
Saadut tehokkuustappiot ovat ulkomaisiin tutkimuksiin verrattuna keskimääräistä alhaisemmat. Tämä johtuu luultavasti siitä, että useat kansainväliset tutkimukset on tehty ennen verojen alentamista, jolloin marginaaliveroprosentit olivat korkeita ja verotaulukot pitivät sisällään useita eri segmenttejä. Useissa tutkimuksissa esim. Hausman (1981a), Blomquist (1983) ja Blomquist - Hansson-Brusewitz (1990) tehokkuustappiot on laskettu käyttäen kehittyneempiä menetelmiä, joten tulosten vertailu on tämänkin vuoksi hankalaa. Esimerkiksi Blomquist (1983) sai kompensoiduksi palkkajoustop arvoiksi saman luvun (0.08) kuin tässä tutkimuksessa, mutta hän raportoi DWL:ksi 20 prosenttia verokertymästä

Ilmakunnaksen (1992) naisten työn tarjontatutkimuksessa Suomen aineistolla (aineisto vuodelta 1987) saatiin keskimääräiseksi tehokkuustappioksi 10.4 prosenttia verokertymästä, joten tässä tutkimuksessa saadut verotuksesta aiheutuneet tehokkuustappiot ovat varsin pienet. On kuitenkin muistettava, että naisten kohdalla saadut kompensoidut palkkajoustop ovat huomattavasti miesten vastaavia joustoja suurempia.

Saadut tulokset tukevat kuitenkin väitettä siitä, että verotus aiheuttaa tehokkuustappioita myös miesten kohdalla. Jatkotutkimuksissa olisi myös Suomen osalta syytä suorittaa laskelmia eri veromuotojen vaikutuksista työn tarjontaan, valtion tuloverokertymään sekä tehokkuustappioihin. Tehokkuustappioita arvioitaessa olisi myös syytä käyttää edistyneempiä menetelmiä, toisin kuin tässä tutkimuksessa on tehty.

Tarkastellaan lopuksi eri tuloveromuotojen vaikutusta valtion tuloverokertymään. Kuvaan 7.2 on piirretty progressiivinen-, proportionaalinen-, ja könttäsommavero siten, että niillä on sama vaikutus yksilön hyötytasoon.

Kuva 7.2. Progressiivinen-, proportionaalinen-, ja könttäsummavero ja valtion tuloverokertymä.



Valtion tuloverokertymä koostuu budjettirajoitteiden vertikaalisesta etäisyydestä ennen ja jälkeen veroja tietyllä yksilön työn tarjonnan tasolla. Yllä olevasta kuvasta nähdään, että esim. proportionaalisen verosta saatava tuloverokertymä on  $a_2e_2$ . Vastaavasti progressiivisesta verosta saatava tuloverokertymä on  $a_1e_1$  eli huomattavasti pienempi kuin proportionaalisen ja könttäsummaveron (tuloverokertymä  $ae$ ) tapauksissa.

Kuvasta nähdään myös, että progressiivinen tulovero aiheuttaa ylimääräisen tehokkuustappion;  $e_1f_1$  on huomattavasti suurempi kuin  $e_2f_2$ . Tämä on looginen seuraus siitä, että substituutiovaikutuksen suuruus vaikuttaa tehokkuustappion suuruuteen. Koska progressiivisen tuloveron kohdalla marginaaliveroaste on korkeampi (eli kuvassa budjettirajoitteen kulmakerroin on loivempi) kuin proportionaalisen tuloveron tapauksessa on myös substituutiovaikutus suurempi progressiivisen veron tapauksessa.<sup>9</sup>

Kuvasta nähdään, että könttäsummaveron kohdalla työn tarjonnan taso on korkein

<sup>9</sup>Kattava esitys yllä esitetyistä asioista löytyy Stiglitzin (1988) kirjan kappaleista 19 ja 20. Kirjasta löytyy myös keskustelua siitä, miksi könttäsummaveroa ei yleisesti käytetä tuloverotuksessa. Tässä tutkimuksessa näitä asioita ei käsitellä. Jatkotutkimuksessa näiden asioiden käsittelemiseen olisi syytä palata.

ja tuloverokertymä suurin. *Ceteris paribus* könttäsommavero lisää työn tarjontaa (eikä aiheuta tehokkuustappioita). Työn tarjonnan lisääntymisellä on taas taipumusta (ainakin traditionaalisesti ajatellen) laskea palkkatasoa ja sitä kautta kustannuksia.

## Luku 8

# Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksessa käytetty lähestymistapa perustuu perinteisessä työn tarjonta-analyysissä käytettyyn lähestymistapaan. Rationaalisesti käyttäytyvät yksilöt valitsevat työn tarjontansa tason maksimoimalla hyöt्याän budjettirajoitteen vallitessa. Olennaista tutkimuksen kannalta on oletus, että yksilöt voivat tehdä työtuntivalintoja työpai-kassaan. Työpaikan vaihtamisesta seuraavia työn tarjonnan muutoksia ei tässä tut-kimuksessa ole huomioitu, koska teoria eikä käytettävissä oleva aineisto anna siihen mahdollisuuksia. Tutkimuksen tavoitteena on tarkastella tuloverotuksen muutoksen vaikutusta työn tarjonnan muutokseen. Empiirisenä sovelluskohteena on 25 – 55-vuotiaat perheelliset miehet.

Luvussa 2 esitetään työn tarjonnan perusteoria verottomassa ja lineaarisen tulove-ron tilanteessa. Tarkasteluista havaittiin, että mallin avulla työn tarjonnan muu-tossuuntia ei voitu ennustaa. Pyrittäessä kohti realistisempaa teoriaesitystä mallia laajennettiin siten, että progressiivinen tuloverotus otettiin huomioon. Luvussa 3 havaitaan, että progressiivinen tuloverotus muuttaa yksilön maksimointiongelmaa. Marginaalinetotuntipalkka ja kuvitteellinen tulo riippuvat nyt tehdyistä työtun-neista. Progressiivisen verotuksen tarkasteleminen teoreettisesti on hedelmällistä, koska sen avulla voidaan tarkastella työn tarjonnan muutossuuntia veroparamet-rien muuttuessa. Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena olevia veroparametreja ovat könttäsommavero, verokynnys, veroluokka, marginaaliveroaste ja työstä saatu bruttotuntipalkka. Lisäksi teoreettinen tarkastelu antaa osviittaa sille, mitä tekijöi-tä empiirisessä työssä tulisi huomioida.

Lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa yksilön optimaalisen työn tarjonnan tason määrääminen on suoraviivaista. Progressiivisen tuloverotuksen tapauksessa yksilön kohtaamasta budjettirajoitteesta tulee paloittain lineaarinen, jolloin nettotuntipalk-koja on useita ja optimin määrääminen vaikeutuu. Luvussa 4 osoitetaan, kuinka kon-

veksin ja paloittain lineaarisen budjettirajoitteen tapauksessa voidaan konstruoida etsintäalgoritmi optimaalisen työn tarjonnan tason löytämiseksi.

Progressiivinen tuloverojärjestelmä johtaa kahteen tilastolliseen ongelmaan ekonometrisissa malleissa. Simultaanisuusongelma syntyy, koska marginaalinettopalkka ja kuvitteellinen tulo riippuvat marginaaliveroasteesta, joka taas riippuu tehdyistä työtunneista. Väärinspesifikaatioongelma tulee oletuksesta, että havaittujen ja haluttujen (optimi) työtuntien tulisi sijaita samalla segmentillä. Luvussa 4 pohditaan näitä ongelmia ja osoitetaan, miksi monissa tutkimuksissa käytetty linearisointimenetelmä voi johtaa harhaisiin estimaatteihin. Endogeenisuusongelman ratkaisemiseksi tässä tutkimuksessa estimoidaan malli, jossa yksilön budjettirajoite otetaan kokonaisuudessaan huomioon, eli havaittujen ja haluttujen työtuntien sallitaan olevan eri segmenteillä.

Luvussa 6 kerrotaan käytetystä aineistosta ja käydään läpi, kuinka lopullisissa estimoinneissa mukana olevat muuttujat on muodostettu. Käytettävissä oleva aineisto on vuoden 1989 työvoimatutkimuksen vuosihaastattelu, jonka on koornut Tilastokeskus. Tähän aineistoon on liitetty verohallitukselta saadut tulotiedot aineistossa olevista henkilöistä. Aineistoa voidaan pitää varsinkin tulotietojen osalta varsin korkeatasoisena.

Estimoitujen työn tarjontayhtälöiden (luku 7) mukaan tuloverotuksen muutokset vaikuttavat työn tarjontaan. Marginaalinettopalkan nousu (marginaaliveron alentaminen) lisää työn tarjontaa ja eksogeenisen tulon nousu vähentää työn tarjontaa eli saatujen tulosten mukaan vapaa-aika on normaalihyödyke. Tulokset ovat talousteorian mukaiset. Tutkimuksen eräänä tavoitteena oli selvittää, dominoiko substituutiovaikutus tulovaikutusta vai päinvastoin. Tulosten mukaan substituutiovaikutus (palkkavaikutus) dominoi eli verotuksen kiristytessä työn tarjontaa vähennetään.

Aineisto jaettiin seuraavassa vaiheessa työntekijöihin ja toimihenkilöihin. Saadut estimointitulokset osoittivat, että tuloverojen muutoksella on merkittävämpi vaikutus työntekijöiden kuin toimihenkilöiden työn tarjontaan. Tulosten mukaan tuloverotuksen muutokset eivät juurikaan vaikuttaisi toimihenkilöiden työn tarjontaan. Tulevissa tutkimuksissa olisi mielenkiintoista pyrkiä syvällisemmin selvittämään niitä syitä, jotka aiheuttavat ryhmien välillä erilaisen työn tarjontareaktion.

Kappaleessa 7.3 esitetään estimointitulokset mallista, jossa sallitaan samojen mitattujen ominaisuuksien omaavien henkilöiden tehdä erilaisia valintoja työtuntien suhteen. Mallista saadut parametrien estimaatit nettopalkan ja kuvitteellisen tulon kohdalla ovat likimain samat kuin mallissa, jossa preferenssien heterogeenisuutta kuvaavaa satunnaistermiä ei ollut. Tulosten mukaan toisen satunnaistermin mukaanottaminen parantaa mallia selvästi ja heterogeenisuuden eroja kuvaava satun-

naistermi on tilastollisesti merkitsevä.

Huolimatta siitä, että estimoinneissa käytetty aineisto on vuodelta 1989, jolloin tuloverouudistus Suomessa oli jo tehty ja marginaaliveroasteet olivat alhaisemmat kuin aiemmin 1980-luvulla, saadut tulokset ovat varsin rohkaisevia. Suurimmillaan 10 prosentin marginaalinettotuntipalkan nousu lisäisi työn tarjontaa vuositasolla noin viikolla. Tulosta ei voida pitää triviaalina. Saatujen estimointitulosten pohjalta laskettiin alustavia tuloverotuksesta aiheutuneita tehokkuustappiota. Tulosten mukaan suurimmillaan tehokkuustappio nousi n. 5 prosenttiin valtion tuloverokertymästä.

Empiirisiä työn tarjontatutkimuksia, joissa progressiivinen tuloverotus on otettu huomioon on Suomessa tehty melko vähän. Tämän tutkimuksen lisäksi vain Ilmakunnaksen (1992) tutkimuksessa on käytetty samanlaista ekonometrista lähestymistapaa. On luultavaa, että verosuunnittelun tueksi tarvittaisiin tämäntyyppisiä tutkimuksia, joissa yritetään mallintaa yksilöiden käyttäytymistä.

#### Jatkotutkimuksen mahdollisuuksia

Työn tarjonnan tasoon vaikuttavat monet tekijät tuloverotuksen lisäksi. Näitä tekijöitä voivat olla esim. työn luonne, sairaus, lapset, koulutus jne. Kaikkien työn tarjontaan vaikuttavien tekijöiden huomioiminen yhdessä tutkimuksessa on liian suuri (ja luultavasti mahdoton) työ toteutettavaksi. Tarkastellaan lyhyesti mitä muita aspekteja työn tarjontatutkimuksissa olisi (ainakin teoreettisesti) syytä pohtia. Ensinnäkin, monet yksilöt voivat työskennellä paljon myös vapaa-aikanaan mahdollisen ylennyksen toivossa, joka taas toisi mukanaan mahdollisesti korkeamman tulotason. Hieman karrikoiden. ”Vaikuttaako verotus yksilöiden haluun edetä urallaan eli kannattaako ponnistella lujasti jos tulevaisuudessa palkkiona odottaa korkea tuloverotus”?

Tuloverotus voi myös vaikuttaa työpaikan valintaan. Jotkut työt ovat esim. niin raskaita tai työajat poikkeavat normaalista, että kompensatioksi maksetaan korkeampaa palkkaa. Toiset työt taas ovat luonteeltaan sellaisia (esim. työn vapaa luonne, työn arvostus), että yksilöt voivat valita ne alhaisillakin palkkatasoilla. Halukkuus työskennellä jossain tietyssä ammatissa, riippuu muistakin tekijöistä (esim. verotomat luontaisedut) kuin saadusta palkasta. Oletetaan esimerkiksi kaksi ammattia, joista ammatissa A on miellyttävät työt ja hyvät luontaisedut mutta alhainen palkkataso, esim. 100000mk vuodessa. Ammatissa B on poikkeukselliset työajat ja työ on raskasta, mutta korvauksena tästä vuosiansiot nousevat 175000 markkaan. Oletetaan, että kaksi yksilöä ovat indifferenttejä näiden ammattien välillä. Voidaan siis väittää, että heidän maksamiensa verojen määrän tulisi olla samansuuruiset, koska he ovat yhtä hyvässä asemassa. Valtio asettaa nyt 20 prosentin progressiivisen tuloveron yli 50000 markan tuloista. Ammatista A maksetaan palkasta veroja 10000 markkaa ja ammatista B 25000 markkaa. Verojen jälkeen molemmat yk-



silöt preferoivat ammattia A. Voidaan siis ajatella, että verojärjestelmä rankaisee ammatteja, joissa korkea palkka on kompensatio työn luonteesta. Yksilöt näissä ammateissa maksavat veroja kaikesta ansaitsemastaan tulosta. Toisissa ammateissa verotuksen piiriin eivät palkan ohella saatavat etuudet tai muu hyöty (esim. työn mukavuus) taas kuulu.

Tuloverotus voi myös vaikuttaa työmarkkinoille osallistumis- tai poistumispäätökseen. Esim. opiskelijoiden mahdollisesti kevyempi verokohtelu voi pidentää opiskeluaikaa tai vastaavasti eläkkeiden kevyempi verokohtelu voi aikaistaa työmarkkinoilta poistumista.

Tutkimusta olisi mahdollista laajentaa ja syventää myös empiirisellä puolella moniltakin osin. Ensinnäkin olisi syytä tutkia, kuinka herkkiä saadut tulokset ovat työn tarjontafunktion valinnalle. Tässä tutkimuksessa on käytetty lineaarista työn tarjontafunktiota. Sen etuna on estimoinnin suoraviivaisuus ja se, että epäsuoran ja suoran hyötyfunktion johtaminen on suhteellisen suoraviivaista. Lineaarisen työn tarjontafunktion käyttöä puoltaa (ainakin osittain) myös se, että suurimmaksi osaksi ulkomaisissa tutkimuksissa on myös käytetty lineaarista funktiomuotoa. Tämä tekee tulosten vertailun jossain määrin helpommaksi eri maiden välillä (ks. myös luku 5).

Toiseksi olisi kiinnitettävä enemmän huomiota hyvinvointivertailujen laskemiseen. Tulevissa tutkimuksissa olisi syytä pyrkiä käyttämään hyvinvointivertailulaskelmissa kompensatiovariaatio- ja kompensatioekvivalenssimittoja, jotka voidaan johtaa suoraan hyötyfunktioista. Kolmanneksi tulevissa tutkimuksissa tulisi kiinnittää enemmän huomiota yksilöiden budjettirajoitteen konstruoimiseen. Tässä tutkimuksessa oletetaan, että budjettirajoite on jatkuva ja konvekksi. Näin ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla. Tutkimuksen laajentaminen koskemaan epäkonvekseja rajoitteita vaatisi huomattavaa lisäpanostusta.

Aineistojen osalta olisi tärkeää saada käyttöön tietoja yksilöiden tekemistä sivu- ja ylityötunneista ja niistä maksetuista korvauksista. Olisi myös syytä pohtia, voitaisiinko naisia ja miehiä tutkia samalla kertaa, koska Suomessa (toisin kuin esim. Yhdysvalloissa ja Isossa-Britanniassa) on yksilöverotus eli puolison työtulot eivät vaikuta marginaaliveroasteeseen. Tutkimusta voitaisiin laajentaa koskemaan myös perheettömiä miehiä ja/tai naisia.

# Luku 9

## Lähteet

**Ashworth, J. A. – Ulph, D. T.** (1981): Estimating labour supply with piecewise linear budget constraint. Teoksessa Brown, C. (Toim.) *Taxation and Labor Supply*. (London).

**Atkinson, A. B.** (1990): Public economics and the economic public. *European Economic Review*, 34, 225 – 248.

**Atkinson, A. B. – Micklewright, J.** (1991): Unemployment compensation and labor market transitions: A critical review. *Journal of Economic Literature*, 4, 1679 – 1727.

**Atkinson, A. B. – Stiglitz, J. E.** (1980): Lectures on Public Economics. McGraw-Hill.

**Blomquist, N. S.** (1983): The effect of income taxation on the labour supply of married men in Sweden. *Journal of Public Economics*, 22, 169 – 197.

**Blomquist, N. S.** (1985a): Nonlinear taxes and labour supply; A geometric analysis. *Discussion paper c-61*, University of Michigan.

**Blomquist, N. S.** (1985b): Labour supply in a two-period model: The effect of a non-linear progressive income tax. *The Review of Economic Studies*, 170, 515 – 524.

**Blomquist, N. S.** (1988): Nonlinear taxes and labour supply. *European Economic Review*, 32, 1213 – 1226.

**Blomquist, N. S.** (1992): Estimation methods for male labor supply functions: How to take account of taxes. *Working paper 1992:7*, Uppsala University.

**Blomquist, N. S. – Hansson – Brusewitz, U.** (1990): The effect of taxes on male and female labour supply in Sweden. *The Journal of Human Resources*, 25, 317 – 357.

**Bourquignon, F. – Magnac, T.** (1990): Labor supply and taxation in France. *Journal of Human Resources*, 25, 358 – 389.

**Burtless, G. – Hausman, J. A.** (1978): The effect of taxation on labor supply: Evaluating the Gary negative income tax experiment. *Journal of Political Economy*, 86, 1103 – 1130.

**Chiang, A. C.** (1984): *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. McGraw-Hill.

**Colombino, U. – Del Boca, D.** (1990): The effect of taxes on labor supply in Italy. *Journal of Human Resources*, 25, 390 – 414.

**Deaton, A. – Muellbauer, J.** (1980): *Economics and Consumer Behavior*. Cambridge University Press.

**Diewert, W. E.** (1982): Duality approaches to microeconomic theory *Handbook of Mathematical Economics*, vol 2, kappale 12.

**Gauss** (1992): *Gauss applications. Maximum Likelihood*. Aptech Systems, inc.

**Hall, R. E.** (1973): *Wages, income and hours of work in the U.S. labor supply* Teoksessa Cain, G. C. – Watts, H. W. (toim.) *Income Maintenance and Labor Supply* Markham Press (Chicago).

**Hall, R. E.** (1982): The importance of lifetime jobs in the U.S. economy. *American Economic Review*, 72.

**Harvey, A. C.** (1990): *The econometric analysis of time series*. Philip Allan.

**Hausman, J. A.** (1980): The effect of wages, taxes and fixed costs on women's labor force participation. *Journal of Public Economics*, 14, 161 – 194.

**Hausman, J. A.** (1981a): *Labor supply*. Teoksessa Aaron, H. – Pechman, J. (toim.) *How Taxes affect economic activity*. The Brookings Institution.

- Hausman, J. A.** (1981b): Exact consumer's surplus. *American Economic Review*, 71, 662 – 676.
- Hausman, J. A.** (1983): Stochastic problems in the simulation of labor supply. Teoksessa Feldstein, M (toim.) *Behavioral Simulation Methods in Tax Policy Analysis* (Chigaco).
- Hausman, J. A.** (1985a): Taxes and labor supply. *Handbook of Public Economics*, vol. 1, kappale 4.
- Hausman, J. A.** (1985b): The econometrics of nonlinear budget sets. *Econometrica*, 53, 1255 – 1282.
- Hausman, J. A. – Ruud, P.** (1984): Family labor supply with taxes. *American Economic Review*, 74.
- Ilmakunnas, S.** (1992): Income taxation, hours restriction and labour supply. *TTT:n tutkimusselosteita*, 113.
- Judge, G. – Griffiths, W. – Hill, R. – Lutkepohl, H – Lee, T. C.** (1988): Introduction to the Theory and Practice of Econometrics. Wiley.
- Kendal, M. G. – Stuart, A.** (1974): The Advanced Theory of Statistics vol 2. Griffin.
- Killingsworth, M. R.** (1983): Labour Supply. Cambridge University Press.
- Lahdenperä, H.** (1991): Female labour supply in Finland. *Publications of the Bank of Finland*, D:76.
- MaCurdy, T. E.** (1981): An empirical model of labour supply in a life-cycle settings. *Journal of Political Economy*, 89, 1059–1985.
- Maddala, G. S.** (1983): Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics. Cambridge University Press.
- Moffit, R.** (1986): The econometric of piecewise- linear budget constraints *Journal of Business and Economic Statistics*, 4, 317–328.
- Moffit, R.** (1990): The econometrics of kinked budget constraints. *Journal of Economic Perspectives*, 4, 119 – 140.

- Pencavel, J.** (1985): Labor supply of men: A survey. Handbook of Labor Economics. Vol. 1, kappale 1.
- Pudney, S.** (1989): Modelling Individual Choice: The econometrics of corners kinks and holes, Basil Blackwell.
- Pulli, M.** (1985): Progressiivinen verotus ja työn tarjonta. *Pro-gradu-työ*, Helsingin yliopisto.
- Stern, N.** (1986): On the specification of labour supply functions. Teoksessa Blundell, R. – Walker, I. (toim.) *Unemployment, Search and Labour Supply*. Cambridge University Press.
- Stiglitz, J. E.** (1988): Economics of The Public Sector. W. W. Norton and c.o.
- Tilastokeskus** (1991): Työvoiman vuosihaastattelu syksy 1989. Työmarkkinat 1991:16.
- Triest, R. K.** (1990): The effect of income taxation on labor supply in the United States. *Journal of Human resources*, 25, 491 – 516.
- Varian, H. R.** (1984): Microeconomic Analysis. W. W. Norton c.o.
- Vartia, Y. – Kurjenoja, J** (1992): PALKKADISKRIMINAATIO. Naisten ja miesten palkkaerot samasta työstä metalli- ja metsäteollisuuden suuryrityksissä v. 1990. *Helsingin Yliopiston kansantaloustieteen laitoksen tutkimuksia nro 66*.
- Wales, T. J. – Woodland, A. D.** (1979): Labour supply and progressive taxes *Review of Economic Studies*, 46, 83 – 95.
- Verohallitus** (1992): Verohallituksen julkaisu 568, suunnitteluyksikkö.
- Verolait 1989** Lakimiesliiton kustannus.

# Liite A

Marginaaliveroasteet (%) ennen ja jälkeen verouudistusten eräissä Länsi-Euroopan maissa.

Yhdysvallat	Vuonna 1984 11, 12, 14, 16, 18, 22, 25, 28, 33, 38, 42, 45, 49, 50	Vuodesta 1988 15, 28, (ja 33)
Iso-Britannia	Vuonna 1979 25, 33, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 83	Vuodesta 1988 25, 40
Länsi-Saksa	Vuonna 1986 22-56 (keskitulojen kohdalla nousu voimakasta)	Vuodesta 1990 19-53 (nousu lineaarinen)
Ranska	Vuonna 1984 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65	Vuodesta 1990 5-56.8 (11 luokkaa)

Lähde: Atkinson (1990)

Marginaaliveroasteet (%) Suomessa vuosina 1980–1989.

Vuodet 1980–1988	Vuosi 1989
6, 13, 19, 23, 28, 29, 33, 38, 45, 50, 51	11, 21, 26, 32, 37, 44

Lähde: Verolait 1989.

## Liite B

Kulmakertoimen laskeminen suorasta hyötyfunktioista. Suora hyötyfunktio on siis muotoa

$$u(c, h) = e^{\left[ \frac{(\beta c - h + \gamma z)}{(h - \frac{\alpha}{\beta})} \right]} \left( \frac{(h - \frac{\alpha}{\beta})}{\beta} \right).$$

Merkitään nyt  $c = f(h)$ , asetetaan yllä oleva suora hyötyfunktio yhtä suureksi kuin jokin kiinteä hyötytaso  $\hat{U}$  eli

$$e^{\left[ \frac{(\beta f(h) - h + \gamma z)}{(h - \frac{\alpha}{\beta})} \right]} \left( \frac{(h - \frac{\alpha}{\beta})}{\beta} \right) = \hat{U}$$

Derivoidaan yllä oleva lauseke  $h$ :n suhteen, jolloin saadaan

$$\frac{\partial}{\partial h} = \frac{1}{\beta} e^{\left[ \cdot \right]} + e^{\left[ \cdot \right]} \left[ \frac{\beta f'(h) * h - \alpha f'(h) + \alpha/\beta - \beta f(h) - z\gamma}{(h - \alpha/\beta)^2} \right] \left( \frac{1}{\beta} \right) (h - \frac{\alpha}{\beta}) = 0.$$

Ratkaistaan yllä olevasta yhtälöstä  $f'(h)$ , jolloin saadaan

$$f'(h) = \left[ \frac{(h - \beta c - \gamma z)}{(\alpha - \beta h)} \right]$$



## Liite C

Tässä liitteessä johdetaan  $h$ :n tiheysfunktio, kun  $0 < h < H_n$ .  $\eta_{kl}$  ja  $\eta_{ku}$  ovat kuten tekstissä.  $\eta$  ja  $\varepsilon$  ovat normaalijakautuneita satunnaismuuttujia odotusarvolla 0 ja variansseilla  $\sigma_\eta^2$  ja  $\sigma_\varepsilon^2$  vastaavasti. Satunnaismuuttujien oletetaan olevan korreloimattomia.

Merkitään  $\eta$ :n tiheysfunktioita  $f(\eta)$ :lla ja  $\varepsilon$ :n tiheysfunktioita  $p(\varepsilon)$ :lla. Todelliset työtunnit määräytyvät kuten sivulla 46.

Johdetaan seuraavaksi  $h$ :n kertymäfunktio.

$$\begin{aligned}
 G(x) &= pr(h \leq x) \\
 &= pr(h^* = 0 \text{ ja } \varepsilon < x - 0) \\
 &+ \sum_{k=1}^n pr(h^* = h_k^* \text{ ja } \varepsilon < x - h_k^*) \\
 &+ \sum_{k=1}^{n-1} pr(h^* = H_k \text{ ja } \varepsilon < x - H_k) \\
 &+ pr(h^* = H_n \text{ ja } \varepsilon < x - H_n) \\
 &= \int_{-\infty}^{\eta_{1l}} f(\eta) d\eta \left[ \int_{-\infty}^x p(\varepsilon) d\varepsilon \right] \\
 &+ \sum_{k=1}^n \int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} f(\eta) \left[ \int_{-\infty}^{x - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z - \eta} p(\varepsilon) d\varepsilon \right] d\eta \\
 &+ \sum_{k=1}^{n-1} \int_{\eta_{ku}}^{\eta_{(k+1)l}} f(\eta) d\eta \left[ \int_{-\infty}^{x - H_k} p(\varepsilon) d\varepsilon \right] \\
 &+ \int_{\eta_{nl}}^{\infty} f(\eta) d\eta \left[ \int_{-\infty}^{x - H_n} p(\varepsilon) d\varepsilon \right]
 \end{aligned}$$

Differentioidaan kertymäfunktio  $x$ :n suhteen, jolloin saadaan tiheysfunktio

$$\begin{aligned}
 g(x) &= G'(x) \\
 &= p(x) \int_{-\infty}^{\eta_{1l}} f(\eta) d\eta \\
 &+ \sum_{k=1}^n \int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} f(\eta) p(x - \alpha w_k - \beta y_k - \gamma z - \eta) d\eta \\
 &+ \sum_{k=1}^{n-1} \int_{\eta_{ku}}^{\eta_{(k+1)l}} f(\eta) p(x - H_k) \\
 &+ p(x - H_n) \int_{\eta_{nu}}^{\infty} f(\eta) d\eta.
 \end{aligned}$$

Merkitään nyt seuraavasti:

$$x = h_i$$

$$e_{ik} = h_i - \alpha w_{ik} - \beta y_{ik} - \gamma z$$

$$\sigma^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2$$

Toinen termi on nyt muotoa

$$\int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} f(\eta) p(e_{ik} - \eta) d\eta$$

jossa

$$f(\eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\eta} \exp\left[\frac{-\eta^2}{2\sigma_\eta^2}\right]$$

$$p(e_{ik} - \eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\varepsilon} \exp\left[\frac{-(e_{ik} - \eta)^2}{2\sigma_\varepsilon^2}\right]$$

$\Rightarrow$

$$\int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} f(\eta) p(e_{ik} - \eta) d\eta = \frac{1}{2\pi\sigma_\eta\sigma_\varepsilon} \int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{\eta^2}{\sigma_\eta^2} + \frac{(e_{ik} - \eta)^2}{\sigma_\varepsilon^2}\right]\right\} d\eta. \quad (C.1)$$

Merkitään nyt

$$Q = \frac{\eta^2}{\sigma_\eta^2} + \frac{(e_{ik} - \eta)^2}{\sigma_\varepsilon^2}$$

Lavennusten, termien järjestelyn ja (tekninen ja pitkä) neliöön täydentämisen jälkeen  $Q$  voidaan esittää muodossa

$$Q = \frac{(\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2)}{\sigma_\varepsilon^2 \sigma_\eta^2} \left[ \eta - \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2} \right]^2 + \frac{e_{ik}^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}.$$

Sijoitetaan  $Q$  takaisin yhtälöön 44, jolloin siis saadaan muoto

$$\int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} f(\eta) p(e_{ik} - \eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{e_{ik}^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}\right) \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_\eta \sigma_\varepsilon} \int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}{\sigma_\varepsilon^2 \sigma_\eta^2} \left[\eta - \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}\right]^2\right\} d\eta \quad (\text{C.2})$$

Lavennetaan yo. lauseke tekijällä  $\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}$

$\Rightarrow$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{e_{ik}^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}\right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{(1/\sigma_\varepsilon^2) + (1/\sigma_\eta^2)} \int_{\eta_{kl}}^{\eta_{ku}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2)}{\sigma_\eta^2 \sigma_\varepsilon^2} \left[\eta - \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2}\right]^2\right\} d\eta. \quad (\text{C.3})$$

Voidaan osoittaa (vertaamalla yo. yhtälöä standardoidun normaalijakauman tiheys- ja kertymäfunktioimuotoihin ja tekemällä algebrallisia manipulaatioita), että yo. muoto vastaa uskottavuusfunktion 2. termiä eli

$$\frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{e_{ik}}{\sigma}\right) \left\{ \Phi\left[\frac{\eta_{ku} - \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma^2}}{\sigma_\varepsilon \sigma_\eta / \sigma}\right] - \Phi\left[\frac{\eta_{kl} - \frac{\sigma_\eta^2 e_{ik}}{\sigma^2}}{\sigma_\varepsilon \sigma_\eta / \sigma}\right] \right\}.$$

Uskottavuusfunktion ensimmäinen, kolmas ja neljäs termi voidaan johtaa käyttämällä samaa logiikkaa kuin yllä.

# Liite D

Palkkayhtälössä käytettyjen muuttujien kuvaus.

Ikä=ikä vuosissa

Koul. ala= koulutusala. Saa arvon 1, jos yksilöllä on tekninen, luonnontieteellinen, oikeustieteellinen, kaupallinen tai yhteiskuntatieteellinen koulutus

Koulutus=koulutus vuosissa

Kunta=saa arvon 1 yksilön asuessa kaupungissa

Lääni= saa arvon 1, jos yksilö asuu Uudenmaan, Hämeen tai Turun ja Porin läänissä

Sos. ekon.= saa arvon 1, jos yksilö on johto-, valmistelu-, esittely-, tutkimus-, suunnittelu- tai opetustehtävissä toimiva ylempi toimihenkilö

Status= saa arvon 1, jos yksilö on työntekijä

Työkokem= työkokemus vuosina

Työkoulut= saa arvon 1, jos yksilö on osallistunut työnantajan järjestämään koulutukseen

Suht. kesto= nykyisen työsuhteen kesto vuosina

Työsuhde= saa arvon 1, jos yksilöllä on vakituinen työsuhde

Ylsiv= saa arvon 1, jos yksilöllä on korkeakoulututkinto

# Liite E

Tärkeimpien muuttujien otoskeskiarvot ja -keskihajonnat.

MUUTTUJA	KESKIARVO	KESKIHAJONTA
Tuntipalkka ( $w$ )	70.60	28.46
Tuntipalkan ennuste ( $\hat{w}$ )	67.99	17.86
$\hat{w}_1$	56.32	14.81
$\hat{w}_2$	48.53	12.76
$\hat{w}_3$	41.44	10.91
$\hat{w}_4$	37.90	9.98
$\hat{w}_5$	33.65	8.87
$\hat{w}_6$	30.10	7.95
$\hat{w}_7$	25.15	6.66
Marginaalipalkka	44.92	13.36
Verovähennykset	5252.80	1842.5
Eksogeeniset tulot ilman puolison nettotuloja	5364.61	6667.26
Eksogeeniset tulot	54143.09	29837.86
$y_2$	62596.71	29895.99
$y_3$	68784.52	29895.85
$y_4$	75609.80	29900.78
$y_5$	80322.45	29905.06
$y_6$	89037.62	29911.78
$y_7$	101800.26	29918.70
Vuosit. työtunnit	1858	218
$H_1$	618	157
$H_2$	844	212
$H_3$	1024	257
$H_4$	1416	356
$H_5$	2183	551

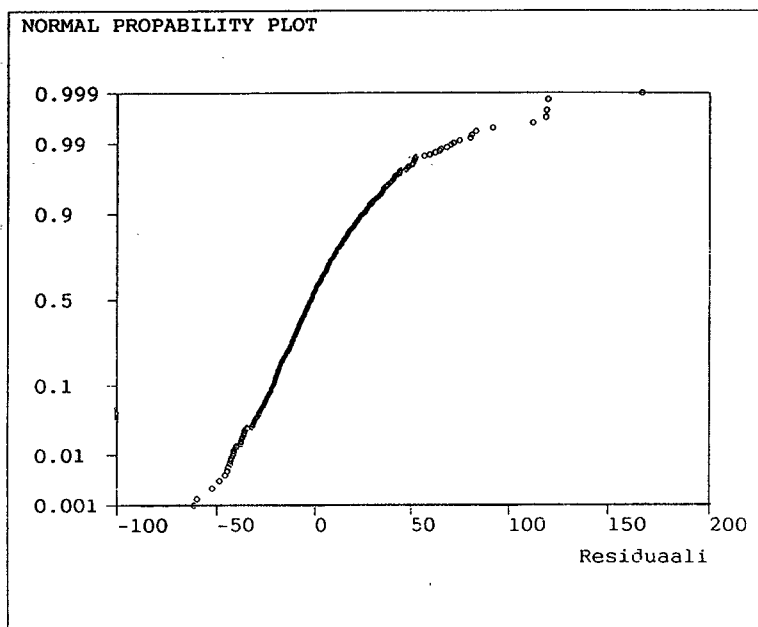
<i>H</i> <sub>6</sub>	3838	973
Lasten lkm.	1.41	1.09
Ikä	40	8
Työkokemus vuosissa	21.3	10.28
Työsuhteen kesto v.	11.3	10.5

## Liite F

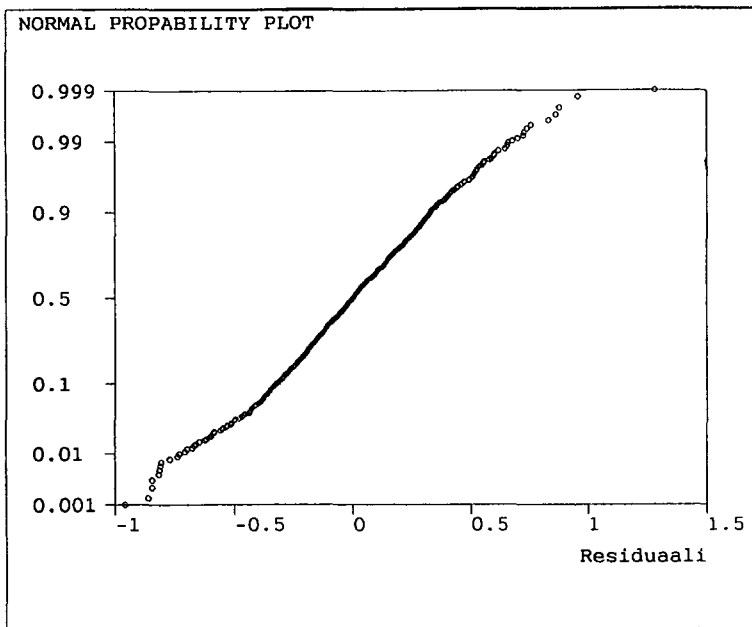
Tässä liitteessä esitetään muutamia kuvia liittyen palkkayhtälön estimointiin. Kaikkea regressiodiagnostiikkaan liittyvää ei tässä luonnollisesti pystytä esittämään.

Lineaaristen mallien eräänä oletuksena on oletus malliin liittyvän satunnaisvaihtelun jakauman normaalisuudesta. Seuraavissa kuvissa tätä on tutkittu piirtämällä aineistoon sovitettuun malliin liittyvät residuaalien kertymäfunktiot todennäköisyyspaperille. Kuva G.1 on tn-plottaus mallista, jossa selitettävänä muuttujana on tuntipalkka. Kuvassa G.2 selitettävänä muuttujana on tuntipalkan logaritmi.

Kuva G.1. Residuaalien tn-plottaus. Selitettävänä muuttujana tuntipalkka.



Kuva G.2. Residuaalien tn-plottaus. Selitettävänä muuttujana tuntipalkan logaritmi.

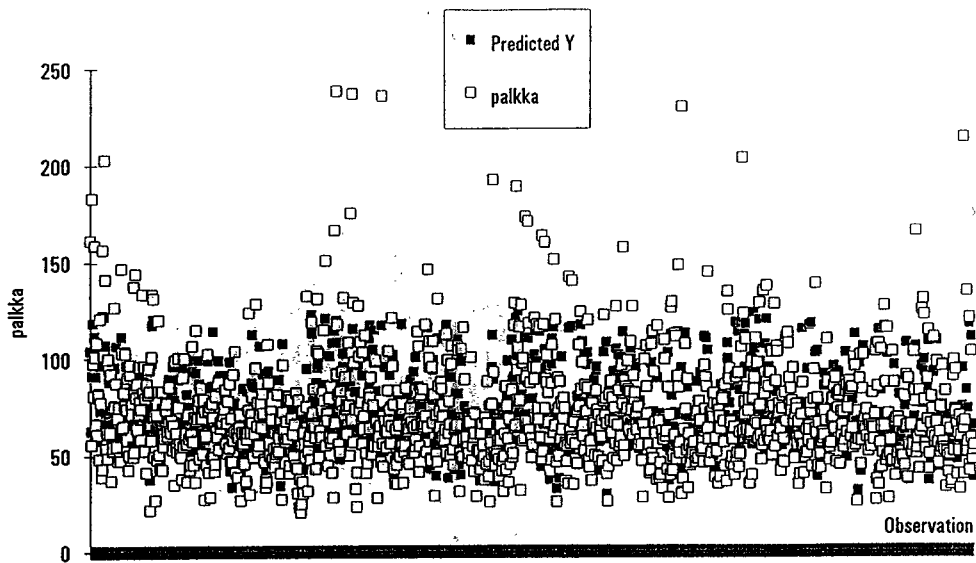


Kuvista nähdään, että logaritmoidulle mallille residuaalien tn-plotti on normaalisempi.

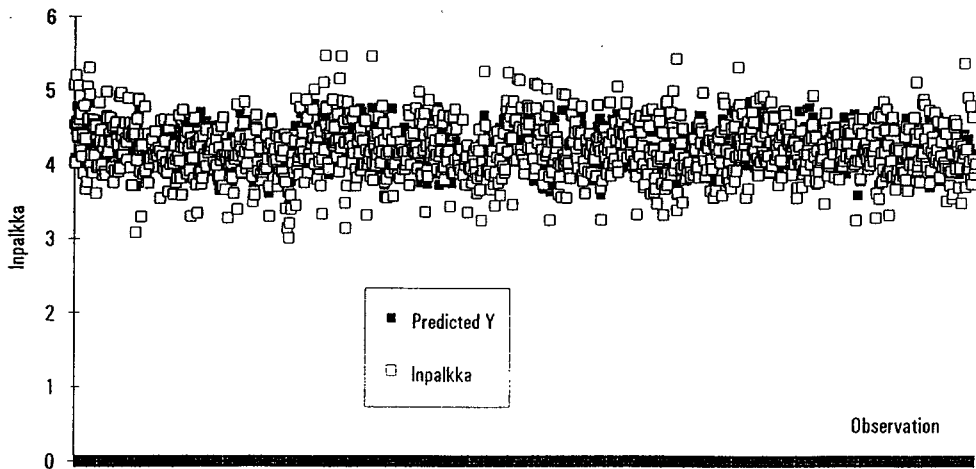
Seuraavissa kahdessa kuvassa esitetään, kuinka havaitut ja ennustetut tuntipalkat ovat jakautuneet. Kuva G.3 esittää mallia, jossa selitettävänä muuttujana on tuntipalkka ja kuva G.4 mallia, jossa selitettävänä muuttujana on tuntipalkan logaritmi.



Kuva G.3. Havaitut ja ennustetut arvot tuntipalkalle.

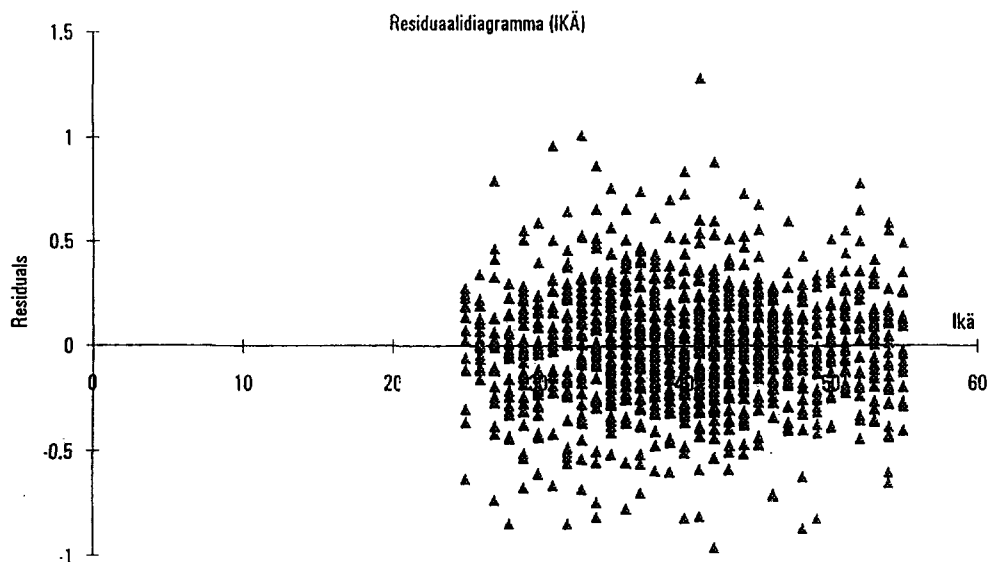


Kuva G.4. Havaitut ja ennustetut arvot tuntipalkan logaritmile.



Mallia rakennettaessa residuaalidiagramma (jäännösvaihteludiagramma) piirrettiin kaikkien mallissa mukana olleiden selittäjien että sovितteen suhteen. Sivulla 69 – 70 testattiin selittäjiä Goldfeldt–Quandt- ja Breusch–Pagan-heteroskedastisuustestien avulla. Seuraavassa kuvassa esitetään residuaalidiagramma iän suhteen.

Kuva G.5. Residuaalidiagramma iän suhteen.



Kuvasta nähdään, että ennustevirheet ovat jakautuneet nollan ympärille vakiole-  
vyyisenä vyönä, osoittaen malliin liittyvän satunnaisvaihtelun homoskedastiseksi iän  
suhteen, aivan kuten testisuureet kertoivat.

# Liite G

TAULUKKO H.1. Estimointitulokset koko otokselle täydestä mallista (yksilöllinen vähennys).

SELITETTÄVÄ MUUTTUJA: Vuosittaiset työtunnit (/1000)  
 $N = 1080$

<i>MUUTTUJAT</i>	<i>KERTOIMET</i>	<i>KESKIVIRHE<sup>1</sup></i>	<i>t-ARVOT<sup>2</sup></i>
Vakio	1.8246	0.05073	35.96
Nettopalkka ( $\alpha$ ) <sup>3</sup>	0.0287	0.0140	2.04
Kuvitteellinen tulo ( $\beta$ ) <sup>4</sup>	-0.0038	0.0018	-2.11
$\sigma_e^2$	0.2215	0.0047	46.42
Ikä	-0.0114	0.0101	-1.12
Lapset	0.0090	0.0066	1.35
Ln L	96.01		
Slutsky - ehdon täyttävien havaintojen osuus		100%. Jatkuu	

- 
- 1) Asymptoottiset keskivirheet.
  - 2) Asymptoottiset t-arvot.
  - 3) Tuntipalkka on mitattu kymmenissä markoissa.
  - 4) Kuvitteellinen tulo on mitattu kymmenissä tuhansissa markoissa.
-



VATT-TUTKIMUKSIA -SARJASSA AIEMMIN ILMESTYNEET JULKAISUT  
PUBLISHED VATT-RESEARCH REPORTS

1. Osmo Kuusi: Uusi biotekniikka, mahdollisuuksien ja uhkien teknologia. Helsinki: Tammi 1991.
2. Seija Parviainen: The Effects of European Integration on the Finnish Labour Market. Helsinki 1991.
3. Esko Mustonen: Julkiset palvelut: Tehokkuus ja tulonjako. Helsinki 1991.
4. Juha Rantala: Työpaikan avoinnaolon keston mittaaminen. Helsinki 1991.
5. Tuomo Mäki: Työvoiman riittävyys ja kohdentuminen 1990-luvulla. Helsinki 1991.
6. Martti Hetemäki: On Open Economy Tax Policy. Helsinki 1991.
7. Tanja Kirjavainen: Koulutuksen oppilaskohtaisten käyttömenojen eroista. Helsinki 1991.
8. Pentti Puoskari: Talouspolitiikan funktiot ja instituutiot. Helsinki 1992.
9. Pekka Parkkinen: Koulutusmenojen kehityspiirteitä vuoteen 2030. Helsinki 1992.
10. Seppo Laakso: Kotitalouksien sijoittuminen, asuinkiinteistöjen hinnat ja alueelliset julkiset investoinnit kaupunkialueella. Helsinki 1992.
11. Tanja Kirjavainen - Heikki A. Loikkanen: Ollin oppivuosi 13 000 - 56 000 markkaa. Helsinki 1992.
12. Teuvo Junka: Suurten teollisuusyritysten toimintasopeutus 1980-luvulla. Helsinki 1993.
13. Hannu Törmä - Rutherford Thomas: Integrating Finnish Agriculture into EC's Common Agricultural Policy. Helsinki 1993.

## **VALTION TALOUDELLINEN TUTKIMUSKESKUS**

Reino Hjerppe

Ylijohtaja

### **Kansantalouden linja**

Seppo Leppänen

Tutkimusjohtaja

### **Verotuksen ja tulonsiirtojen linja**

Iikko B. Voipio (vv.)

Tutkimusjohtaja

Rolf Myhrman

Vs. tutkimusjohtaja

### **Julkisten palvelujen ja investointien linja**

Heikki A. Loikkanen

Tutkimusjohtaja

## **JOHTOKUNTA**

Valtiosihteeri Eino Keinänen

Puheenjohtaja

Ylijohtaja Sixten Korkman

Varapuheenjohtaja

Osastopäällikkö Markku Lehto

Pääjohtaja Markku Mannerkoski

Osastopäällikkö Kari Puumanen

Budjettipäällikkö Raimo Sailas

Ylijohtaja Reino Hjerppe

Erikoistutkija Pirkko Valppu

