



Turun yliopisto
University of Turku

KAIVOSTEN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

**RegFin-aluemalli Talvivaaran kaivoksen aluetaloudellisessa vaikutus-
tutkimuksessa**

Kansantaloustieteen pro gradu -tutkielma

Laatija:

Annika Vehviläinen

Ohjaaja:

VTT Hannu Salonen

14.3.2014

Turku



Turun kauppakorkeakoulu • Turku School of Economics

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus	8
1.2	Tutkielman rakenne	8
2	KAIVOSTOIMINTA	9
2.1	Yleistä	9
2.2	Kaivosalan kilpailukykytekijät	11
2.3	Suomen kaivosalan nykytilanne ja tulevaisuudennäkymät	12
3	KAIVOSTEN TALOUDELLINEN VAIKUTUS	15
3.1	Kansantaloudellinen vaikutus	15
3.2	Aluetaloudellinen vaikutus	16
4	ALUEMALLIT KAIVOSHANKKEIDEN VAIKUTTAVUUSTUTKIMUKSISSA	18
4.1	Panos-tuotos-malli	18
4.2	Alueellinen panos-tuotos-malli	20
5	LASKENNALLINEN YLEISEN TASAPAINON MALLI	23
5.1	Mallin teoreettinen tausta	24
5.2	Mallin teoriakehys	25
5.3	Mallin rakenne ja ratkaisuprosessi	25
5.4	Mallin sovellukset	28
5.4.1	Dynaaminen malli	28
5.4.2	Sovellukset Suomessa	28
6	REGFIN-MALLI	30
6.1	Mallin kuvaus	30
6.2	Mallin käyttäytymisyhtälöt	31
6.2.1	Mallin tasapainoehdot	31
6.2.2	Kulutus ja tuotanto	31
6.2.3	Ulkomaankauppa	32
6.2.4	Työttömyyden mallintaminen	33
6.2.5	Muuttoliike	33
6.2.6	RegFin-malli kaivoshankkeiden aluetaloustutkimuksissa	34
7	TALVIVAARAN KAIVOKSEN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET	35

7.1	Kainuun aluetalouden rakenne	35
7.2	Talvivaaran kaivos	38
7.3	Talvivaaran kaivoksen vaikutukset talouskasvuun	39
7.3.1	Vaikutukset Kainuun maakuntaan	40
7.3.2	Vaikutukset muihin maakuntiin	42
7.4	Työllisyysvaikutukset	43
7.5	Vaikutukset Kainuun muuttoliikkeeseen	45
8	LOPUKSI	48
8.1	Yhteenveto	48
8.2	Jatkotutkimusehdotukset	49
	LÄHTEET	51

KUVIOT

Kuvio 1	Kaivoksen elinkaari.....	9
Kuvio 2	Suomen metallimalmikaivokset ja vuotuinen louhintamäärä	13
Kuvio 3	Suomen teollisuusmineraali-, vuolukivi- ja jalokivikaivokset.....	14
Kuvio 4	Kaivostoiminnan kytkennät talouden tuotantoon ja työllisyyteen	16
Kuvio 5	Metallimalmien louhinnan panoskäyttö ja tuotos vuonna 2007	22
Kuvio 6	Kainuun maakunnan sijainti ja alueen kunnat	35
Kuvio 7	Kainuun väkiluvun kehitys vuosina 1980–2012.....	36
Kuvio 8	Bruttokansantuotteet maakunnittain; suhteellisina osuuksina kokonaisbruttokansantuotteesta	37
Kuvio 9	Kaivannaistoiminnan henkilöstömäärän ja liikevaihdon trendivertailu.....	38
Kuvio 10	Talvivaaran kaivoksen vaikutus Kainuun investointeihin	40
Kuvio 11	Talvivaaran kaivoksen vaikutus Kainuun bruttokansantuotteeseen	41
Kuvio 12	Kainuun käytettävissä olevat nimellistulot	42
Kuvio 13	Talvivaaran kokonaistyöllisyysvaikutusten suhteellinen jakautuminen	44

Kuvio 14 Talvivaaran jalostusketjun vaikutukset maakuntien työllisyyteen	45
Kuvio 15 Kainuun nettomuutto vuosina 2000–2012	46

TAULUKOT

Taulukko 1 Panos-tuotostaulukko	19
Taulukko 2 Bruttokansantuotteen kehitys asukasta kohti mitattuna Kainuussa, Uudellamaalla sekä Pohjois- ja Itä-Suomessa	36
Taulukko 3 Väestönmuutokset Kainuussa vuosina 2000–2012	46

1 JOHDANTO

Kaivostoiminta perustuu kallioperässä esiintyvien metallimalmien ja teollisuusmineeraalien, joita molempia louhitaan myös Suomessa, hyödyntämiseen. Kaivostoiminnan ominaispiirteitä ovat toiminnan rakentuminen rajallisen resurssin varaan sekä kaivosalan pääomavaltaisuus. Kaivostoimintaa sääteleviä lakeja on Suomessa useita, kuten kaivoslaki ja ympäristönsuojelulaki. Suomessa toimii tällä hetkellä 12 metallimalmikaivosta ja 29 teollisuusmineraalikaivosta. Tämän lisäksi käynnissä on useita malminetsintähankkeita sekä malmivaranto- ja kannattavuusarviointeja, joiden päämääränä on uuden kaivostoiminnan aloittaminen tai jo olemassa olevan kaivoksen toiminnan jatkuminen tai laajentaminen. Kaivostoiminnalla on aluetaloudellisia vaikutuksia. Kaivostoiminnan vaikutus aluetalouteen on ensisijaisesti uusien työpaikkojen muodostuminen, ja tästä syntyvä vero- ja tulojen sekä palveluiden kysynnän kasvu. Uuden kaivoshankkeen vaikutukset alueen tuotantoon ja työllisyyteen riippuvat kuitenkin aina aluetalouden koosta ja elinkeinorakenteesta.

Aluevaikutuksissa tarkastellaan muutoksen tai hankkeen välittömiä vaikutuksia, kerrannaisvaikutuksia ja johdettuja vaikutuksia. Aluemallien avulla pyritään tutkimaan muun muassa sitä, kuinka paljon tietyn alueen talous hyötyy kaivoksesta, ja kuinka paljon alueelle arvioidaan syntyvän työpaikkoja. Panos-tuotos-malleja on perinteisesti käytetty aluetaloudellisissa vaikuttavuustutkimuksissa. Laskennallisten yleisten tasapainon mallien hyödyntäminen on kuitenkin lisääntynyt etenkin 2000-luvulla, ja niitä käytetään nykyisin maailmanlaajuisesti.

Yleisen tasapainon analyysissä tarkastellaan samanaikaisesti kaikkien hyödykkeiden ja tuotannontekijöiden markkinoita, kysynnän ja tarjonnan vuorovaikutusta sekä tasapainon olemassaolon ehtoja. Kysynnän ja tarjonnan tasapaino muodostuu hintamekanismin kautta. Yleisen tasapainon mallin keskiössä ovat kulutusta, tuotannontekijöiden markkinoita ja julkisen vallan käyttäytymistä kuvaavat yhtälöt. Yleisen tasapainon mallin ominaispiirre on ratkaistavuuden lisäksi mallin yleistettävyyden ja optimointiteoriaan perustuminen. Suomessa on käytössä useita yleisen tasapainon mallia. Tässä tutkielmassa selvitetään tarkemmin Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin RegFin-aluemallia.

RegFin-mallin erityispiirteenä ja erona muihin numeerisiin yleisen tasapainon malleihin voidaan pitää sitä, että mallissa on huomioitu myös työttömyys ja muuttoliike. Mallin avulla on tehty useita kaivoshankkeisiin liittyviä vaikutustutkimuksia. Tässä tutkielmassa selvitetään mallilla suoritettujen tutkimusten tuloksia Talvivaaran kaivoksen osalta.

Talvivaaran kaivos toimii Kainuussa Sotkamon kunnassa. Kainuun aluetalous on pieni, työttömyys on maan keskiarvoa korkeammalla ja alueen väestömäärä vähenee. Talvivaaran kaivoshankkeella on ollut selvä aluetaloudellinen merkitys Kainuussa erityisesti kaivoksen rakentamisen aikana.

1.1 Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus

Pro gradu -tutkielmani tarkoituksena on selvittää kaivoshankkeen taloudellisia vaikutuksia. Toisaalta tutkielmassa käsitellään taloustieteen keinoja aluetaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi. Tutkielman tavoite on vastata kysymyksiin: i) mitä taloudellisia vaikutuksia kaivoksella on? ii) millä menetelmällä kaivosten aluetaloudellisia vaikutuksia tutkitaan? iii) miten RegFin-aluemallin avulla tutkitaan aluetaloudellisia vaikutuksia? Lisäksi pyritään selvittämään, miten Talvivaaran kaivos on vaikuttanut Kainuun aluetalouteen? Menetelmänä on kirjallisuuskatsaus. Talvivaaran kaivoksen aluetaloudellisiin vaikutuksiin paneudutaan yksityiskohtaisemmin esittelemällä Helsingin yliopiston Ruralia-insituutin tutkimuksia aiheesta.

Tutkielma ei ota kantaa kaivosten aiheuttamiin ympäristöön kohdistuviin vaikutuksiin. Lisäksi ei myöskään esitellä kaivosten aiheuttamia sosiaalisia vaikutuksia. Näkökulma on pyritty pitämään aluetaloudellisissa vaikutuksissa sekä taloustieteellisissä aluemalleissa.

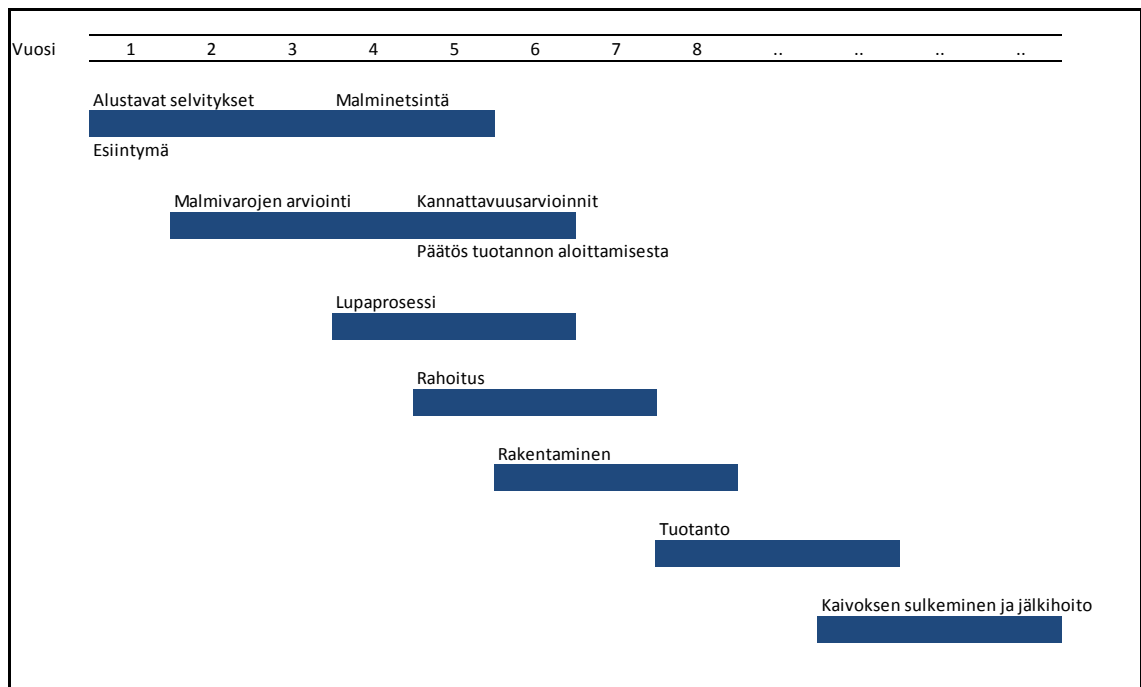
1.2 Tutkielman rakenne

Tutkielman rakenne on seuraava. Luvussa kaksi luon yleisen katsauksen kaivostoimintaan ja selvitän sitä, minkälainen on kaivosalan toimintaympäristö Suomessa ja mitkä ovat kaivosalan kilpailukytekijöitä. Luvussa kolme tarkastelen kaivosten taloudellisia vaikutuksia erityisesti aluetalouden näkökulmasta, ja määrittelen sen, mitä tarkoitetaan välittömillä vaikutuksilla, kerrannaisvaikutuksilla ja johdetuilla vaikutuksilla. Luvussa neljä tarkastellaan aluevaikutusten tutkimuksessa käytettyjä aluemalleja, ja keskitytään tässä yhteydessä tarkastelemaan erityisesti panos-tuotos-malleja. Luvussa viisi perehdytään tarkemmin laskennalliseen yleisen tasapainon malliin, ja esitellään mallin teorian kehittyminen ja teoreettinen tausta. Lisäksi paneudutaan mallin ratkaisuprosessiin ja siihen, miten staattisen mallin sovelluksella tarkastellaan dynaamisia vaikutuksia. Tässä luvussa esitellään myös Suomessa käytössä olevia yleisen tasapainon malleja. Luvussa kuusi käsitellään RegFin-aluemallia, ja erityisesti tarkastellaan mallin käyttäytymisyhtälöitä, ja sitä miten mallissa käsitellään muuttoliike ja alueellinen työttömyys. Luvussa seitsemän analysoidaan Ruralia-instituutin RegFin-mallin tutkimuksia Talvivaaran aluetaloudellisista vaikutuksista Kainuun aluetaloudelle. Erityisesti selvitetään kaivoksen työllisyysvaikutuksia. Luvussa kahdeksan on yhteenveto sekä jatkotutkimusehdotuksia.

2 KAIVOSTOIMINTA

2.1 Yleistä

Kaivostoiminta perustuu kallioperässä esiintyvien metallimalmien ja teollisuusmineraalien hyödyntämiseen. Kaivoksen elinkaaren katsotaan sisältävän kolme päävaihetta, joita ovat malmin etsintä, varsinainen tuotanto sekä kaivostoiminnan päättäminen ja kaivoksen sulkeminen. Malmiesiintymän löytymisestä kaivoksen perustamiseen kuluu yleensä noin 7–10 vuotta (kuvio 1). Ainoastaan osa tutkituista alueista johtaa kaivoksen perustamiseen. Perustamisvaiheessa arvioitu toiminta-aika voi jatkua alun perin arvioitua pidempään, sillä malminetsintää jatketaan yleensä kaivoksen lähellä kaivoksen ollessa toiminnassa. Etsinnän tuloksena voidaan malmivaroja todeta olevan enemmän kuin alun perin oli arvioitu. (Uusisuo 2012a, 8–10.)



Kuvio 1 Kaivoksen elinkaari (mukaeltu Uusisuo 2012a, 10)

Taloudelliset kiinnostavat mineraalit voidaan jakaa metallimalmeihin ja teollisuusmineraaleihin. Metallimalmeja, kuten kromiittia ja kuparikiisua, hyödynnetään metallien valmistuksessa, kun taas teollisuusmineraaleja ovat ne mineraalit, joita itsessään käytetään teollisissa prosesseissa (Evans 1993, 3). Teollisuusmineraaleja käytetään esimerkiksi paperin ja elektroniikan valmistukseen sekä lannoiteteollisuudessa (Geologian tutkimuskeskus 2014a). Suomessa louhitaan sekä metallimalmeja että teollisuusmineraaleja. Teollisuusmineraalien tuotannon kehitys on ollut tasaista, mutta me-

tallimalmien tuotannon kehitys on vaihdellut voimakkaasti erityisesti kahden viime vuosikymmenen aikana metallien maailmanmarkkinahintojen vaihtelun myötä (Hernesniemi, Berg-Andersson, Rantala ja Suni 2011, 37).

Kaivostoiminnan tuotanto sisältää kaksi päävaihetta, malmin irrotuksen maaperästä eli louhinnan ja mineraalien rikastuksen louhitusta malmista (Uusisuo 2012a, 51). Kaivoksesta louhittava kiviaines sisältää malmimineraaleja eli arvoainesta ja muita mineraaleja eli sivukiveä. Itse malmi erotetaan muista mineraaleista rikastamalla. Rikastamo sijaitsee tyypillisesti kaivoksen yhteydessä. (Papunen, Haapala & Rouhuankoski 1986, 306.) Mineraalien erottamiseen käytetään mekaanisia, fysikaalisia, kemiallisia tai biokemiallisia menetelmiä. Yleensä kaivoksen rikastusprosessi koostuu useiden menetelmien yhdistelmästä ja monista toisiaan seuraavista vaiheittaisista prosesseista. Modernien kaivosten rikastusprosessit ovat suljettuja systeemejä, joissa on myös käytettyjen kemikaalien talteenotto ja kierrätys. (Uusisuo 2012a, 51.) Rikastaminen ja muu jatkojalostus kuuluvat kaivosyhtiön ydintoimintoihin itse kaivostoiminnan suunnittelun ja organisoinnin lisäksi. Louhintatyö, lastaus, murskaus ja kuljetus toteutetaan usein ulkoisen toimijan toimesta. (Rosenqvist 2005, 15–17.)

Suomessa metallikaivosten tuottamien metallien jalostusaste on korkea. Metallijalosteet ovat pääasiallisesti vientituotteita, mutta osa jalostetaan myös kotimaassa erilaiksi metallituotteiksi. Myös teollisuusmineraalikaivosten tuotteiden jalostusaste on Suomessa korkea. Teollisuusmineraalijalosteet käytetään kuitenkin pääsääntöisesti kotimaisessa teollisuudessa kuten rakennusmateriaaliteollisuudessa. Paperiteollisuuden hyödyntämät täyte- ja pinnoitusaineet kuten apatiitti ovat kuitenkin suuremmaksi osaksi vientituotteita. (Hernesniemi ym. 2011, 38.)

Lindborg (1996, 50) on tarkastellut kaivostoiminnalle ominaisia piirteitä. Tärkein ominaisuus on rakentuminen rajallisen resurssin varaan. Tästä johtuen jokaisen kaivoshankkeen kesto-aika voidaan ennalta arvioida ja määrittellä tämän perusteella myös sijoitetun pääoman takaisinmaksuaika. Kaivoshankkeiden edetessä taloudellisia tarkasteluja tehdään useammassa vaiheessa ja niissä arvioidaan hankkeen elinikäistä kannattavuutta. Kaivostoiminnan kustannuksiin vaikuttavat muun muassa mineraaliesiintymän suuruus, hyötymineraalien pitoisuudet ja hyödynnettävyys, maantieteellinen sijainti ja onko louhittava malmi lähellä maan pintaa vai syvemällä maan alla (Uusisuo 2012a, 71).

Toinen tärkeä ominaispiirre on Lindborgin (1996, 50) mukaan se, että kaivosyhtiön on kyettävä paikallistamaan mineraaliesiintymä, joka sijaitsee yleensä rajatulla maantieteellisellä alueella. Kaivosten maantieteellinen sijoittuminen perustuu mineraaliesiintymän sijaintiin. Toimipaikan valintaa ei voi tehdä työvoimakustannusten, valtion tai muiden tuotantotekijöiden hinnan perusteella. Esiintymän paikkasidonnaisuudesta johtuen infrastruktuurikustannukset ovat yleensä suuremmat kuin muulla teollisuudella.

Kolmantena erityispiirteenä Lindborg (1996, 51) mainitsee alan pääomavaltaisuuden. Suuria investointeja vaaditaan jo perustutkimusvaiheessa malminetsinnässä. Uusisuon (2012a, 71) mukaan malminetsinnän kustannukset muodostuvat muun muassa malmion paikallistamiseen tehtävistä mittauksista ja kartoituksista sekä malmivarantojen todentamiseen tarvittavista kairauksista maastossa.

Kaivostoimintaa sääteleviä lakeja on Suomessa useita. Keskeisimpiä niistä ovat kaivoslaki, ympäristönsuojelulaki, vesilaki, laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, luonnonsuojelulaki sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (Alapassi & Aaltonen 2012, 16–20). Suomen kaivoslaki uudistui vuonna 2011. Aiempi vuodesta 1965 voimassa ollut kaivoslaki korvattiin uudella lailla. Uudistuksen tavoitteena oli saattaa voimaan laki, joka ottaisi vanhaa lakia paremmin huomioon yksilöiden ja yhteisöjen vaikutusmahdollisuudet niin malminetsintälupa- kuin kaivoslupaprosessissa (Kaivoslaki). Uuden lain myötä muuttui myös käytössä ollut terminologia. Vanha lain aikaan prosessi kaivoskivennäisten etsinnästä toimivaksi kaivokseksi oli seuraavanlainen: valtausvaraus, valtaus ja kaivospiiri. Uudessa laissa vastaavia asioita tarkoittaessa käytetään termejä varausilmoitus, malminetsintälupahakemus ja kaivoslupa.

2.2 Kaivosalan kilpailukytekijät

Suomen kaivostoimialan vahvuudet perustuvat kallioperän mineraalivarantoihin, laadukkaisiin tutkimusaineistoihin, korkeaan koulutuksen ja teknologian osaamisen tasoon sekä poliittisesti vakaaseen toimintaympäristöön (Kunnari, Niemelä & Suikkanen 2008, 11). Kaivosteollisuuden lähtökohtana on alueen geologinen potentiaali. Suomi kuuluu geologisesti Fennoskandian kilpialueeseen, joka muodostaa ainutlaatuisen malmipotentiaalisen alueen. Karhulan ja Loukola-Ruskeeniemen (2012, 29) mukaan Suomen yhtenä tärkeimpänä kilpailukytekijänä kaivosalalla ovat laajat geologiset tutkimusaineistot maamme kallioperästä. Tämä on merkittävä asia, koska Suomen kallioperästä vain kolme prosenttia on näkyvillä. Suurin osa kallioperästä sijaitsee paksuudeltaan vaihtelevan maapeitteen alla, minkä vuoksi malminetsintä perustuu paljolti geofysikaalisten ja geokemiallisten tutkimusmenetelmien avulla tuotettuihin aineistoihin. Lisäksi rakennegeologiset tutkimukset tuottavat tarkempaa tietoa kallioperästä, mikä mahdollistaa malmikriittisten alueiden yksityiskohtaisemman tarkastelun. Geofysikaalisten ja geokemiallisten menetelmien kehittämistyön ansiosta Suomella on erinomaiset geologiset tutkimusaineistot, joita malminetsintä- ja kaivosyritykset voivat myös hyödyntää. Geologian tutkimuskeskuksen tietoaaineistoa on osittain ilmaiseksi saatavilla, mutta myös maksullisena aineistopalveluna. Suomesta on lisäksi olemassa tutkimusaineistoa ympäristögeologian alalta, mikä osaltaan auttaa kaivosyhtiöitä muun muassa ympäristölupiin liittyvien selvitysten laadinnassa. (Karhula & Loukola-Ruskeeniemi 2012, 29.)

Suomalainen osaaminen kaivosteollisuuden eri sektoreilla on monipuolista. Suomessa on esimerkiksi korkeatasoista louhinta- ja rikastusteknologian osaamista, ja Suomessa toimii useita kansainvälisesti tunnettuja laitetoimittajia kuten Metso Mining, Sandvik ja Outotec (Kokko 2013, 44). Suomen kaivokset ovat lisäksi kansainvälisesti vertaillen tehokkaita, ja niissä käytettävä kalusto on pyritty automatisoimaan (Kunnari ym. 2008, 11–12).

Kaivosalan yritykset ovat kokeneet alan toiminnan kehittymisen kannalta ongelmalliseksi muun muassa raaka-ainevarojen huomioon ottamisen maan käytön suunnittelussa sekä raaka-aineiden hyödyntämistä edeltävät lupaprosessit (Hernesniemi ym. 2011, 199). Kaivoslain mukaisten lupien käsittelyajat ovat viime vuosien aikana olleet pitkiä. Esimerkiksi malminetsintälupien käsittely kestää asiasta vastaavalla lupaviranomaisella Turvallisuus ja kemikaalivirastolla yli kaksi vuotta. Talven 2014 aikana on päätöksiä annettu sellaisiin malminetsintälupahakemuksiin, jotka on laitettu jo vireille vuonna 2011. Haasteen kaivostoiminnalle tuo myös työvoiman saanti kaivosten sijaintipaikkakunnille. Työntekijäpuolaa on koettu olevan erityisesti korkeakoulutetuista henkilöistä, jotka kykenevät johtamaan kaivoskehitysprojekteja ja kaivosyrityksiä sekä alan tekniikan korkeakoulutetuista ammattilaisista (Hernesniemi ym. 2011, 218).

Rahoituksen saatavuuden on koettu hankaloittavan kaivostoiminnan kehittymistä (Kunnari ym. 2008, 13). Kotimaisen laina- ja omanpääomanehtoisen riskirahoituksen puute on merkittävin riski rahoituksessa (Hernesniemi ym. 2011, 199). Suomen pääomien rajallisuuden takia tänne perustettavat kaivokset vaativat useimmiten rahoitusta kansainvälisiltä pääomamarkkinoilta (Uusisuo 2012a, 79). Esimerkiksi Kittilän, Kevitsan, Talvivaaran, Laivakankaan, Kylylahden ja Pampalon kokonaiskaivosinvestoinneista ulkomaisen rahoituksen osuus on ollut yli 83 prosenttia (Korhonen 2012, 37).

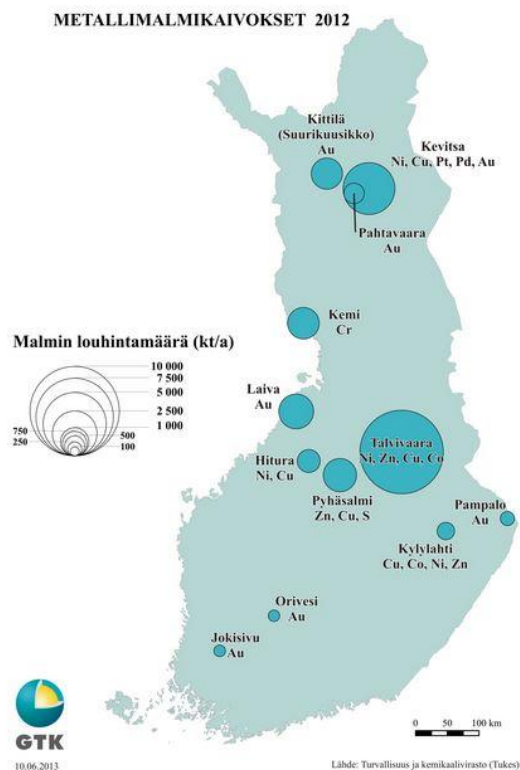
Mitchellin (2009, 27–28) mukaan kaivosyhtiöt pitävät kaivoinvestointiin liittyvänä riskinä myös verolainsäädännön pysyvyyttä kohdemaassa. Kaikissa valtioissa, esimerkiksi Suomessa, ei ole tällä hetkellä käytössä erillistä kaivos- tai louhintaveroa. Tästä syystä verokäytännöillä on tärkeä merkitys myös valtion kannalta, sillä se vaikuttaa valtion kannalta valtion suhteellisiin houkuttelevuustekijöihin.

2.3 Suomen kaivosalan nykytilanne ja tulevaisuudennäkymät

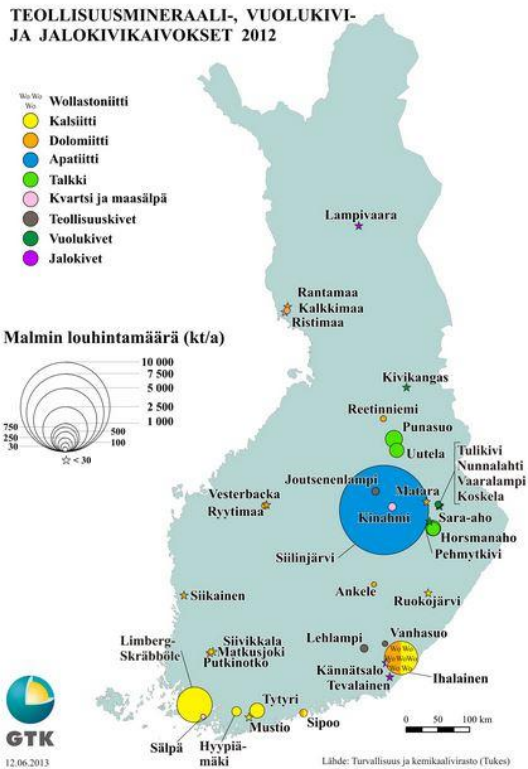
Suomessa toimii tällä hetkellä 12 metallimalmikaivosta (kuviot 2), joista pääosin suomalaisessa omistuksessa on Kemin kromikaivos ja Talvivaaran monimetallikaivos. Muissa kaivoksissa kaivostoimintaa harjoittavat ulkomaisissa pörssiissä noteerattujen yhtiöiden suomalaiset tytäryhtiöt tai sivuliikkeet. (Uusisuo 2012a, 9.) Suomen metallikaivostoiminnan on arvioitu olevan Suomen mineraaliklusterin vaikuttavuusselvityksen (Hernesniemi ym. 2011, 112) mukaan nopeasti kasvava toimiala. 2000-luvun alkuvuo-

sina metallimalmeja louhittiin Suomessa muutama miljoona tonnia vuodessa. Vuonna 2012 vuotuinen louhinta oli noin 20 miljoonaa tonnia (Kokko 2013, 45). Suomessa toimii 29 teollisuusmineraalikaivosta tai -louhosta (kuvio 3), joista kaikki, joilla on voimassa olevat luvat toiminnalleen, eivät kuitenkaan ole joka vuosi aktiivisessa tuotannossa. Teollisuusmineraalimalmien hyötykiveä louhittiin vuonna 2012 yhteensä noin 15 miljoonaa tonnia. (Kokko 2013, 15, 46.)

Malminetsintää harjoitti Suomessa vuonna 2012 45 yhtiötä, joiden omistus on pääosin ulkomailla, mutta ne ovat rekisteröityneet Suomeen malminetsintää varten tai niillä on yhteistyöorganisaatio Suomessa. Suomessa malminetsintää harjoittaa myös Geologian tutkimuskeskus, jonka tulee luovuttaa paikallistamansa malmiaiheet Työ- ja elinkeinoministeriölle, joka myy niihin liittyvät valtausoikeudet tarjouskilpailulla. (Uusisuo 2012a, 9, 19.)



Kuvio 2 Suomen metallimalmikaivokset ja vuotuinen louhintamäärä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014a)



Kuvio 3 Suomen teollisuusmineraali-, vuolukivi- ja jalokivikaivokset (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b)

Kokko (2013, 3) on esittänyt arvioin kaivosalan kehittämisestä, ja heikentyneen maailmantaloustilanteen vaikutuksista alan tulevaisuudennäkymiin. Kokon mukaan talouden taantumana vuoksi myös kaivosalan lähitulevaisuuden odotukset ovat laskeneet ja päätökset uusista kaivoksista ovat viivästyneet. Tämän vuoksi myös kaivoshankkeiden rahoittaminen on vaikeutunut, ja investoinnit malminetsintään vähentyneet. Kaivostointia pidetään Suomessa kasvualana pitkällä aikavälillä. Kehittyvien maiden talouskasvun odotetaan lisäävän kaivosmineraalien kysyntää.

Laitteiden ja teknologian kehityksen ennustetaan luovan kysyntää hi-tech-metalleille. Hi-tech-metalleilla tarkoitetaan metalleja, joita käytetään niin sanotun uuden teknologian tuotteissa. Tällaisia ovat esimerkiksi ympäristöteknologiaan liittyvät tuotteet kuten hybridi- ja sähköautot sekä tuuli- ja aurinkoenergiaa tuottavat laitteet. Hi-tech-metalleja hyödynnetään myös tietotekniikan ja viihde-elektroniikan valmistuksessa. (Geologian tutkimuskeskus 2014b.)

3 KAIVOSTEN TALOUDELLINEN VAIKUTUS

3.1 Kansantaloudellinen vaikutus

Kaivosteollisuus on osa Suomen mineraalialaa, johon kuuluu lisäksi kiviaineksia ja luonnonkiviä jalostava muu kaivannaisteollisuus sekä yritykset, jotka tuottavat toiminnassa tarvittavia koneita, laitteita, teknologiaa ja palveluja. Suomen mineraalistrategia valmistui vuonna 2010 osana Suomen luonnonvarastrategian kehittämistyötä. Strategian tavoitteena on kotimaisen kasvun ja hyvinvoinnin edistäminen, ratkaisujen löytäminen mineraaliketjun globaaleihin haasteisiin ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Pitkän aikavälin tavoitteeksi on määritelty Suomessa toimiva elinvoimainen ja globaalisti kilpailukykyinen mineraaliala, joka turvaa Suomen raaka-ainehuoltoa, tukee alueiden elinvoimaisuutta ja edistää luonnonvarojen vastuullista käyttöä. Alueiden elinvoimaisuuden ja tasapainoisen alueellisen kehityksen tavoite korostuu erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa. (Suomen mineraalistrategia.)

Vuonna 2011 kaivostoiminnan liikevaihto Suomessa oli 1,86 miljardia euroa (Kokko 2013, 3), ja vuonna 2010 1,16 miljardia (Korhonen 2012, 34). Metallimalmien liikevaihdon osuus koko kaivostoiminnan liikevaihdosta on noin 59 prosenttia. Liikevaihto on kasvanut ja kasvaa voimakkaasti, sillä vuonna 2006 liikevaihto oli noin 120 miljoonaa euroa. (Korhonen 2012, 34.)

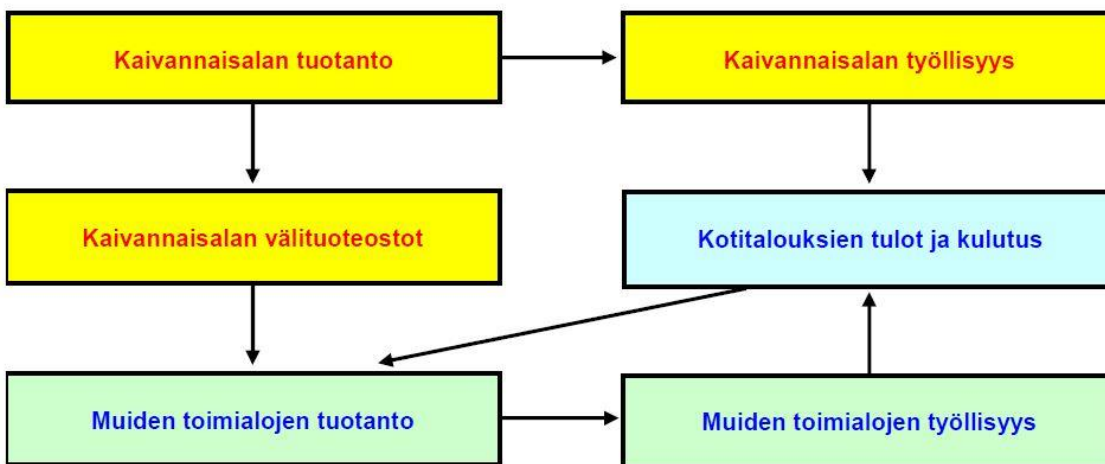
Malminetsintä on myös merkittävää liiketoimintaa. Vuonna 2012 malminetsintään investoitiin noin 87 miljoonaa euroa (Kokko 2013, 66). Malminetsintäyhtiöiden lukumäärä ja etsintään käytetyt investointirahamäärät ovat lisääntyneet viime vuosina. Vuonna 2010 Suomessa toimi 34 malminetsintäyhtiötä, ja panostukset malminetsintään olivat tuolloin 61 miljoonaa euroa (Uusisuo 2012b, 16).

Suomen mineraaliklusterin vaikuttavuusselvityksen (Hernesniemi ym. 2011, 112) mukaan kaivostoiminnan kasvu tuottaa kansantalouteen välittöminä vaikutuksia 1,5 miljardin euron lisän vuosikymmenen loppuun mennessä. Kerrannais- sekä johdettujen vaikutusten kautta kansantalouden tuotoksen arvioidaan kasvavan yli 2,5 miljardilla eurolla vuodessa. Viime vuosina aloittaneet kaivokset ja lähivuosina käynnistyvät uudet hankkeet merkitsevät noin 1,5 miljardin euron lisäystä metallikaivostoiminnan liikevaihtoon. Tässä yhteydessä on otettu huomioon metallikaivostoiminnan laajennushankkeina vain viime vuosina käynnistyneet ja tällä hetkellä tiedossa olevat lähivuosina käynnistyvät uudet kaivokset. On todennäköistä, että uusia kaivoshankkeita tulee jo toteutus päätöksen saaneiden hankkeiden jälkeenkin. (Hernesniemi ym. 2011, 114.)

3.2 Aluetaloudellinen vaikutus

Kaivoksilla on taloudellisia vaikutuksia sijaintipaikkakunnalleen ja lähialueille. Kaivostoiminta vaikuttaa Korhosen (2012, 37) mukaan aluetalouteen lisääntyneiden työ- ja verotulojen sekä alihankkijoiden ja palvelujen kysynnän kautta, mutta myös alueen elinkeinorakenteen monipuolistumisen kautta. Verotuloja kertyy yhteisöveroista, asukkaiden maksamista kunnallisveroista ja kulutuksen kasvuun liittyvistä veroista. Kaivostoiminnalla on myös positiivisia yhteiskuntavaikutuksia esimerkiksi palveluiden ja liikenneyhteyksien parantumisen tai jo olemassa olevien yhteyksien säilymisen avulla.

Uuden kaivoshankkeen vaikutukset alueen tuotantoon ja työllisyyteen riippuvat aluetalouden koosta ja elinkeinorakenteesta. Kaivostoiminnan investointien ja tuotannon kasvun aluekohtaisten vaikutusten voimakkuutta määrittää keskeisesti myös se, kuinka suuren tuotantovaikutuksen kaivostoiminnan kasvu saa aikaan kohdealueella, ja kuinka paljon aluetalouden kysynnän lisäyksestä vuotaa tuontina muille alueille tai ulkomaille. (Hernesniemi ym. 2011, 118.) Kuviossa 4 on havainnollistettu kaivostoiminnan kytkentöjä tuotantoon ja työllisyyteen.



Kuvio 4 Kaivostoiminnan kytkennät talouden tuotantoon ja työllisyyteen (Hernesniemi ym. 2011, 115)

Aluevaikutuksia tutkittaessa tarkastellaan muutoksen tai hankkeen välittömiä vaikutuksia, kerrannaisvaikutuksia ja johdettuja vaikutuksia (esim. Oikarinen 2002, 17). Välittömillä vaikutuksilla tarkoitetaan muutoksen tai hankkeen aiheuttamia suoria vaikutuksia. Suorien vaikutusten ansiosta kysyntä lisääntyy, ja sitä kautta tuotanto ja työllisyys kasvavat. Jotta yritykset voisivat lisätä tuotantoaan kysyntää vastaamaan, ne tarvitsevat välituotepanoksina muilta yrityksiltä ja toimialoilta tavaroita ja palveluita. Tämä lisää välituotepanoksia tuottavien yritysten tuotantoa, mikä taas lisää niiden toiminnassaan tarvitsevien välituotepanoksien tarvetta. Tämänlaisia vaikutuksia sanotaan kerran-

naisvaikutuksiksi. Kerrannaisvaikutukset tietyssä maakunnassa ovat sitä suuremmat, mitä enemmän rahankäyttö suuntautuu maakunnan tuotantoyksiköihin ja mitä enemmän nämä puolestaan käyttävät paikallisia alihankkijoita (Oikarinen 2002, 17.)

Suorien ja kerrannaisvaikutusten lisäksi tuotantoa lisäävät johdetut vaikutukset eli kerroinvaikutukset. Kaivostoiminnan tuotannon kasvu ja kaivosten rakentaminen johtavat kaivostoiminnan ja rakennusalan työllisyyden ja palkkasumman kasvuun. Palkkasumman kasvu lisää kotitalouksien tuloja ja kulutusta. Kun kotitalous kuluttaa näitä palkkatuloja, syntyy talouteen lisäkysyntää, joka puolestaan edelleen kasvattaa tuotantoa ja lisää työpaikkoja (Karppinen & Oikarinen 2008, 62). Kulutuksen kasvu heijastuu siten muille toimialoille kuten palvelualoille.

Koski (2005, 22–24) on tarkastellut kaivoksen investointi- ja toimintavaiheen työllisyysvaikutuksia. Häneen mukaansa kaivoksen rakentamisen aikaiset työllisyysvaikutukset koostuvat kaivostoiminnan käynnistymiseen tarvittavien töiden suorittamisesta. Nämä muodostuvat lähinnä kaivoksen rakentamiseen liittyvästä suunnittelusta, kaivoksen tarvitsemien kiinteistöjen ja rakennelmien rakentamisesta sekä erilaisista maanrakennus ja infrastruktuurin kehittämiseen liittyvistä töistä. Kaivoksen toimintavaiheen työllisyysvaikutuksista suoria vaikutuksia ovat ne, jotka liittyvät suoraan kaivostoiminnan ylläpitämiseen. Kaivoksen toimintavaiheeseen liittyviä toimintoja ovat muun muassa kaivostoiminnan suunnittelu ja organisointi, tuotannolliset tehtävät, kuljetus, tuotekehitys sekä tukitoiminnot. Kaivoksen rakentamisvaiheessa käytetään paljon välituotteita muilta toimialoilta, mistä syntyy kerrannaisvaikutuksia teollisuus- ja palvelualoille. Tämän lisäksi muodostuu johdettuja vaikutuksia, kun henkilöt kuluttavat palkkatulojaan erilaisten tuotteiden ja palveluiden hankkimiseksi.

4 ALUEMALLIT KAIVOSHANKKEIDEN VAIKUTTA- VUUSTUTKIMUKSISSA

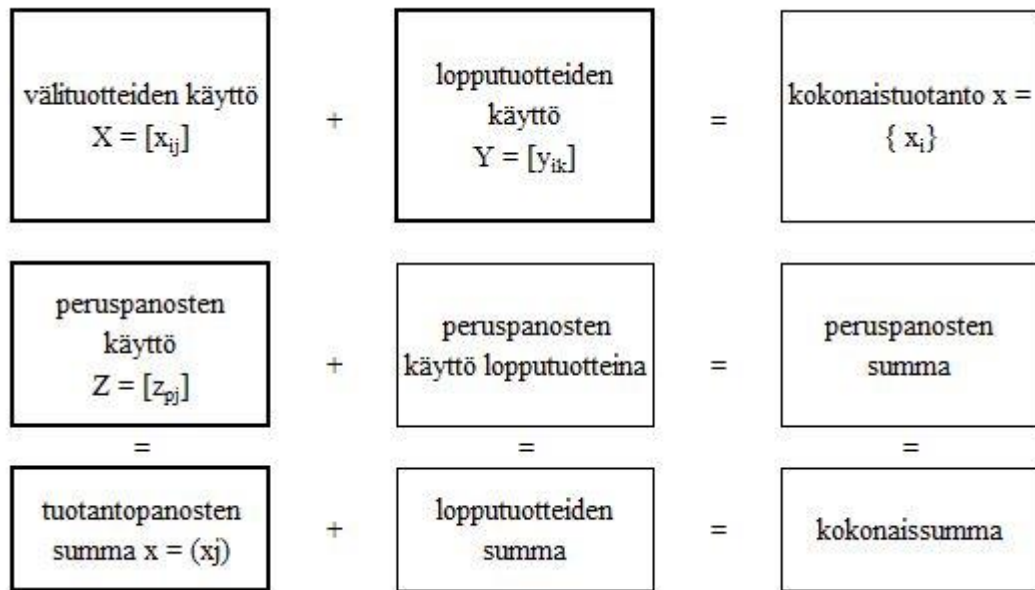
Kaivoshankkeet sijoittuvat pääasiassa Itä- ja Pohjois-Suomeen eli alueille, joissa väestö vähenee ja työttömyysaste on korkea. Kaivokset tuovat sysäyksen alueiden elinkeinoelämään, työtä alueen ihmisille ja tätä kautta luovat edellytykset myös palveluiden saatavuudelle. Se kuinka paljon kaivoksen vaikutuksesta jollekin alueelle uskotaan syntyvän työpaikkoja, ja kuinka paljon alueen tai kaivospaikkakunnan talous hyötyy kaivoksesta, ovat kysymyksiä, joihin etsitään vastausta aluemallien avulla. Aluetaloustieteessä käytetään aluemalleja, kun halutaan tutkia jonkin muutoksen vaikutusta tietyille alueille. Tutkimuksen kohteena oleva alue voi olla kansantalous, sitä pienempi yksikkö kuten maakunta tai kunta. Tämän tutkielman puitteissa esitellään tässä luvussa panos-tuotos-malli ja seuraavassa luvussa 5 laskennallinen yleisen tasapainon malli.

Aluetutkimuksissa alueellisen kehityksen suuntaa kuvataan alueellisilla työllisyys- ja työttömyystiedoilla. Useissa maakunnissa pelkkä työttömyyden määrä ei ole riittävä kuvaus koko maakunnan tilanteesta, jolloin uusien työpaikkojen syntyminen on ensisijainen mittari alueiden elinvoimaisuudelle (Kerkelä 2012, 17). Tämä tulee kyseeseen erityisesti alueilla, joissa väestön väheneminen on voimakasta.

4.1 Panos-tuotos-malli

Panos-tuotos-malleilla voidaan tutkia erilaisten muutosten vaikutuksia talouteen ja talouden indikaattoreihin kuten inflaatioon ja työllisyysasteeseen. Panos-tuotos-malli laaditaan panos-tuotostaulukoiden avulla, jotka muodostetaan tarjonta- ja käyttötaulukoisista. (Panos-tuotos.) Panos-tuotos-malleissa hyödynnetään panos-tuotos-aineiston perusteella laskettuja panoskertoimia, joiden avulla voidaan analysoida, kuinka panoskäytön on muututtava, kun esimerkiksi kysyntä muuttuu (Honkatukia 2009a, 6). Panos-tuotostaulukko voidaan esittää esimerkiksi Forssellin (1985, 8) mukaan lohkokaaaviona (taulukko 1).

Taulukko 1 Panos-tuotostaulukko (Forssell 1985, 8)



Taulukon 1 lohko X kuvaa alueen toimialojen keskinäistä välituotekauppaa. Sarake j osoittaa toimialan käyttämien raaka-aineiden, välituotteiden ja palveluiden arvon. Rivillä i on toimialojen tuotteiden käyttö välituotteina. Taulukon lohko Z sisältää toimialojen käyttämät peruspanokset, joihin kuuluvat muun muassa kotimaiset ja ulkomaiset tuontipanokset. Kun toimialojen peruspanosten summasta vähennetään välituotteiden tuonti, jää jäljelle arvonlisäys. Arvonlisäys koostuu toimialoilla maksetuista palkoista, tuoteveroista ja tukipalkkioista sekä jäännöserän muusta arvonlisäyksestä. Taulukon osa Y osoittaa toimialojen valmistamisen hyödykkeiden loppukäytön. Yhdessä lohkot X ja Y kuvaavat toimialojen tuotantoa niiden valmistuksen ja käytön näkökulmasta. Lohkot X ja Z selittävät toimialojen tuotantoa niiden panoskäytön avulla. Kullakin toimialalla tuotannon kokonaiskäytön rivisumman on oltava yhtä suuri kuin tuotantoon käytetyt panokset eli sarakesumma. (Forssell 1985, 16–17.)

Panos-tuotoksen tuotantomalli selittää toimialojen kokonaistuotannon muutoksia. Tuotantomallin laatiminen (esim. Forssell 1985, 21–24) aloitetaan panos-tuotostaulun riviyhtälöstä. Riviyhtälöissä kuvataan tuotannon käyttö toimialoilla panoksina ja lopputuotteina

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i.$$

Panoskerroimet lasketaan panostuotostaulusta,

$$\frac{x_{ij}}{x_j} = a_{ij},$$

jossa a_{ij} on panoskerroin, joka ilmaisee sitä, kuinka paljon toimiala j tarvitsee yhden yksikön valmistamiseen toimialan i tuotantoa. Tuotantomalli saadaan sijoittamalla mal-

lin taseyhtälöön panoskertoimien mukainen välituotteiden kysynnän yhtälö, joka saadaan panoskertoimien määritelmästä

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j + y_i.$$

Matriisimerkintöjä käytettäessä malli on

$$x = Ax + y.$$

Yhtälöryhmän yleinen ratkaisu

$$(I - A)x = y, \text{ josta saadaan edelleen}$$

$$x = (I - A)^{-1}y, \text{ tai}$$

$$x_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}y_j, \text{ kun}$$

$$(I - A) = b_{ij}.$$

Käänteismatriisia $(I - A)^{-1}$ kutsutaan Leontiefin matriisiksi. Sen avulla kuvataan kokonaistuotoksen ja lopputuotteiden kysynnän välinen riippuvuus. Matriisin elementti b_{ij} ilmaisee kuinka paljon tuotantoa tarvitaan toimialalla i jotta toimialalta j voitaisiin saada yksi yksikkö lopputuotetta j . (Forssell 1985, 24.)

Peruspanoksia ja niiden käyttöä voidaan Forssellin (1985, 101–102) mukaan tutkia panos-tuotos-mallin avulla silloinkin, kun panoksia mitataan fyysisissä yksilöissä esimerkiksi työpanosta työvuosina. Tällöin panoksen käyttö lasketaan määrätyn arvoista toimialan tuotoista kohden esimerkiksi työvuotta miljoonan euron arvoista tuotantoa kohti. Käyttäen näitä työllisyyskertoimia tuotantomallin käänteismatriisi voidaan muuntaa työvuosina ilmaistuksi työllisyystarpeeksi. Tämä tehdään kertomalla käänteismatriisin sarakkeet vastaavasti työllisyyskertoimella. Näin saadun taulun sarakkeista nähdään, kuinka paljon työllisyyttä kyseisen toimialan miljoonan euron arvoisen lopputuotteen valmistus aiheuttaa eri toimialoille. Tuotantotoiminnassa aiheutuvat kerrannaisvaikutukset ovat tällöin laskelmissa mukana.

4.2 Alueellinen panos-tuotos-malli

Koko kansantaloutta koskevia panos-tuotos-malleja voidaan Forsselin (1985, 73) mukaan pitää myös yhden alueen panos-tuotos-malleina. Tällöin alueellisista panos-tuotos-malleista puhutaan sellaisessa tapauksessa, jossa kyseessä on jonkin kansantalouden osa-alueen tai useiden kansantalouksien muodostaman kokonaisuuden panos-tuotos-malli. Alueellisissa malleissa voidaan näin ollen tarkastella joko yhden alueen mallia tai sitten alueiden välisiä malleja. Ainalin (2006, 1) mukaan alueellisia panos-tuotos-mal-

leja käytetään erityisesti silloin kun halutaan saada käsitys alueen kokonaisrakenteesta ja eri toimialojen riippuvuuksista. Alueellisten panos-tuotos-mallien käyttö on eräs vaihtoehto, kun halutaan tutkia aluetalouksia kattavasti, ja samalla nähdä ne koko kansantalouden osina (Susiluoto 1999, 11).

Forssell (1985, 73) on esittänyt seuraavanlaisen yhden alueen panos-tuotos-mallin tuotantomallin:

$$X_i^g = \sum_{j=1}^n a_{ij}^g x_j^y + y_i^g + e_i^g - m_i^g, \text{ jossa}$$

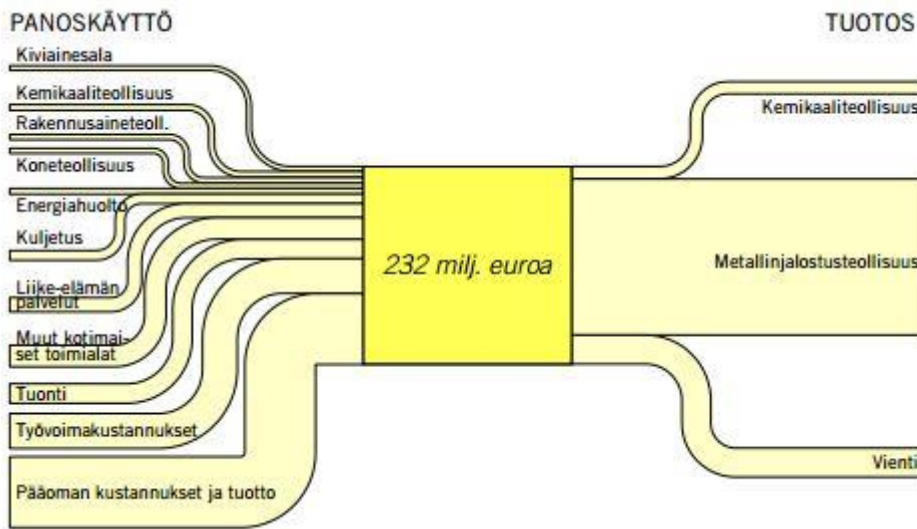
- X_i^g = toimialan i kokonaistuotos alueella g
- a_{ij}^g = toimialan j panoskerroin alueella g
- y_i^g = toimialalle i ominaisten lopputuotteiden kysyntä alueella g
- e_i^g = toimialan i tuotteiden vienti alueelta g
- m_i^g = toimialalle i ominaisten tuotteiden tuonti alueelle g.

Vientiä ja tuontia esittävät erät, e_i^g ja m_i^g , sisältävät ulkomaisen viennin ja tuonnin lisäksi viennin kotimaan muille alueille ja tuonnin kotimaan muilta alueilta. Tällä tavoin pyritään selittämään myös alueiden välisiä hyödykevirtoja

Tilastokeskuksen alueellinen panos-tuotos sisältää alueelliset tarjonta- ja käyttötaulukot. Alueellisen panos-tuotostutkimuksen laadinnassa kootaan ja johdetaan tietoja monista eri rekistereistä ja tietokannoista. Lisäksi hyödynnetään perustilastojen tilastoinnista saatuja tietoja. Erotuksena koko kansantaloutta kuvaavaan panos-tuotostutkimukseen alueellisessa tutkimuksessa tarvitaan myös kauppavirtatutkimuksen tietoja eli tietoja alueiden välisistä tuotevirroista. Alueellisia panos-tuotostutkimuksia on Suomessa julkaistu kaksi. Ensimmäinen julkaistiin vuonna 2000, ja siinä käytettiin vuoden 1995 tietoja. Toinen julkaistiin vuonna 2006, ja siinä käsiteltiin vuoden 2002 tietoja. Nämä tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään johtuen osaksi kansantalouden tilinpidon EKT95 uudistusprosessista sekä aluetilinpidon itsensä uudistumisesta. Vuoden 2002 tutkimusta varten tuotettu kauppavirtatutkimus on laskettu eri tavoin kuin vuodelle 1995. Lisäksi muutoksia tehtiin toimiala- ja tuoteluokitusten nimikkeistöissä ja sisällössä. (Alueellinen panos-tuotos.)

Kaivoshankkeiden aluetaloudellisten vaikutusten arviointiin voidaan soveltaa maakuntatason panos-tuotostilastojen pohjalle rakennettuja alueellisia panos-tuotos-malleja, jotka on täydennetty aluetason tuotannon, työllisyyden, tulonmuodostuksen ja kotitalouksien kulutuksen riippuvuudella (Hernesniemi ym. 2011, 115). Kuviossa 5 tarkastellaan kaivostoiminnan, erityisesti metallimalmien louhinnan, kytkentöjä muuhun kansantalouteen panosten ja tuotosten käytön mukaan. Metallimalmien louhinta tuottaa raaka-aineita ennen muuta metallinjalostusteollisuudelle sekä muun muassa kemikaaliteollisuudelle. Metallimalmien louhinnan toimiala käyttää tuotannossaan välituote-panoksina muun muassa kiviainesalan, kemikaaliteollisuuden, rakennusteollisuuden,

koneteollisuuden, energiahuollon, kuljetusten ja liike-elämän palveluiden tuotantoa. (Hernesniemi ym. 2011, 113.)



Kuvio 5 Metallilalmien louhinnan panoskäyttö ja tuotos vuonna 2007 (Hernesniemi ym. 2011, 114).

Panos-tuotos-menetelmään perustuvia kaivoshankkeiden vaikutustutkimuksia ovat tehneet muun muassa Ravaska ja Nenonen (1986): Soklin kaivoshankkeen kansantaloudellinen kannattavuus ja aluetaloudelliset vaikutukset, Nieminen, Naukkarinen ja Jutila (1999): Pahtavaaran kultakaivoksen alueelliset vaikutukset, Koski (2005): Pampalon kultakaivoshankkeen työllisyys- ja aluetaloudelliset vaikutukset sekä Korhonen ja Ponnikas (2006): Selvitys Talvivaaran kaivoshankkeen työvoiman kysynnästä ja tarjonnasta.

5 LASKENNALLINEN YLEISEN TASAPAINON MALLI

Yleisen tasapainon mallit ovat läheisesti yhteydessä panos-tuotos-malleihin ja molemmissa on sama perustietolähde (Kerkelä 2012, 27). Yleisen tasapainon malleja voidaan pitää panos-tuotos-mallien luonnollisena laajennuksena, koska ne laajentavat panos-tuotos-malleja huomioimalla korvausmahdollisuuden eri panosten välillä (Honkatukia 2009a, 6). Panos-tuotos-malleissa tuotannon ja kulutuksen kertoimet oletetaan kiinteiksi, kun taas yleisen tasapainon malleissa nämä kertoimet muuttuvat hintamekanismin vaikutuksesta (Kerkelä 2012, 27). Yleisen tasapainon malleissa jäykkä panosrakenne korvautuu mikrotalousteoriaan perustuvilla tuotanto- ja kysyntäfunktiolla, joiden perusteella johdetaan kaikkien tuotteiden ja tuotantopanosten kysyntää koskevat yhtälöt. Yleisen tasapainon mallit tukeutuvat näin laajemmin optimointiteorioihin mallintaakseen panosten kysynnän kuin panos-tuotos-mallit, ja niitä voidaan myös käyttää hyvinvointivaikutusten tarkasteluun. (Honkatukia 2009a, 6.) Kun yleisen tasapainon mallilla analysoidaan esimerkiksi kysynnän muutoksen vaikutusta panoskysyntään, vaikuttavat toimialakohtaiset erot tuotantopanosten käytössä tuotannontekijöiden markkinahintaan ja niiden kohdentumiseen. Hintojen muodostuminen riippuu myös tuotannontekijöiden saatavuudesta ja erityisesti työvoiman tapauksessa sekä työvoimareserveistä että palkanmuodostuksesta. (Honkatukia 2009a, 6.)

Yleisen tasapainon mallille ominaiset piirteet on Honkatukia (2009b, 1–2) tiivistänyt kolmeen pääpiirteeseen. Ensiksikin yleisen tasapainon mallit ovat yleistettäviä ja ne kattavat useiden taloudellisten toimijoiden optimointikäyttäytymisen. Optimointitehtävässä kiinnitetään huomioita hyödykkeiden hintojen tärkeyteen ja kysyntä- ja tarjontapäätöksenteon primääritekijöihin. Usein mallit ottavat huomioon myös julkisen sektorin, investoinnit tai palkkaustason. Yleisen tasapainon malleille luonteenomainen piirre on myös markkinatasapaino. Mallit kattavat kaikkien markkinoiden hintoihin vaikuttavat kysyntä- ja tarjontatekijät. Kolmanneksi yleisen tasapainon mallit ovat laskettavia. Tämä perustuu mallin rakenteeseen, jossa kaikki mallit kertoimet ja parametrit evaluoidaan perusaineistosta.

Niemelä (2002, 6) mainitsee yleisen tasapainon teorian muista taloustieteen osaluista erottavaksi erityispiirteeksi sen, että yleisen tasapainon malleissa muodostetaan yhteys talousteorian mikro- ja makroilmiöiden välille. Kun tutkitaan markkinoita mikro-teorian näkökulmasta, tasapaino syntyy keskeisimpien toimijoiden, kuluttajien ja yritysten, päätöksenteon perusteella. Makrotalouden tyypillisiä tutkimuskohteita ovat kokonaistuotanto, verotus, ulkomaankauppa ja talouden kasvu. Mikrotalouden keskeiset elementit kuten taloudellisten toimijoiden käyttäytyminen ja markkinat muodostavat siis perustan tyypillisten makrotalouden ongelmien ratkaisuille.

Tamminen (2012, 8) on tiivistänyt yleisen tasapainon mallin ominaispiirteet ytimekkäästi: ”Makrotasolla toimiva, tilastotietoja käyttävä, laskennallinen, mikroteoriaan pohjaava, simulointimalli taloudesta.”

5.1 Mallin teoreettinen tausta

Yleisen tasapainon teorian tutkimuksen kohteena on yli vuosisadan ajan ollut, millä hintavektorilla kaikki kansantalouden markkinat ovat samanaikaisesti tasapainossa (Niemelä 2002, 5). Tasapainoanalyysissä käytettävät mallit voidaan jakaa kahteen pääluokkaan, osittaisen tasapainon malleihin ja yleisen tasapainon malleihin. Taloustieteilijöiden Alfred Marshallin ja Leon Walrasin ajoista lähtien on keskusteltu siitä päästäänkö osittaisella tasapainoanalyysillä riittävään tarkkuuteen. Marshallin kannattama osittaisen tasapainon avulla voidaan analysoida tiettyä toimialaa tai ilmiötä erillään muusta taloudesta *ceteris paribus* -ehtoa käyttäen. (Etelä-Savon maakuntaliitto 1995, 56.) Walrasin mukaan *ceteris paribus* -olettamukset tai olettamukset eristetyistä markkinoista eivät ole sopivia tapoja tutkia kilpailumarkkinoiden toimintaa, koska yksittäisten hyödykemarkkinoiden tapahtumat vaikuttavat Walrasin analyysissä kaikkiin kansantalouden markkinoihin (Niemelä 1997, 3). Walras korosti, että vain yleisen tasapainon kautta saadaan oikea kuva muutosten kokonaisvaikutuksista (Etelä-Savon maakuntaliitto 1997, 56).

Yleisen tasapainon analyysissä tarkastellaan samanaikaisesti kaikkien hyödykkeiden ja tuotantotehtävien markkinoita, näiden kysyntää ja tarjontaa sekä tasapainon olemassaolon ehtoja. Talous on tällöin systeemi, jossa kaikki markkinat ovat vuorovaikutuksessa keskenään, ja vaikuttavat sillä tavoin toisiinsa määrittäen tasapainohinnat ja -määrät. (Törmä & Zawalinska 2007, 13.) Mikäli jollakin markkinoilla tapahtuu muutos esimerkiksi kysyntä- tai tarjontakäyrällä, vaikuttaa se myös muiden markkinoiden kysyntä- ja tarjontakäyriin. Tasapaino on voimassa näiden käyrien leikkauspisteessä, ja tasapaino yksillä markkinoilla voi toteutua vain, jos kaikki muutkin markkinat ovat samanaikaisesti tasapainossa. Tällöin taloudessa vallitsevat tasapainohinnat eli hyödykkeiden markkinakysyntä on yhtä suuri kuin niiden markkinatarjonta. Markkinaylikysyntä, joka kuvaa kokonaiskysynnän ja -tarjonnan määrän erotusta, on tällöin nolla. Ylikysyntäfunktioilla on ominaisuus, joka tunnetaan Walrasin lakina. (Etelä-Savon maakuntaliitto 1997, 57.)

Walrasin lain mukaan kokonaisylikysynnän arvo on identtisesti nolla kaikilla hintayhdistelmillä. Tällöin kuluttajat toimivat aina budjettirajoitteensa puitteissa. Tästä funktioiden nollannen asteen homogeneisuudesta seuraa se, että hintataso ei vaikuta mallin tuottamaan tulokseen eli ainoastaan suhteellisilla hinnoilla on merkitystä. (Vaitinen 1995, 2.)

Yleisen tasapainon historian alkuvaiheissa Niemelän (2002, 5) mukaan huomio kiinnittyi mekanismeihin ja määritelmiin. Ennen varsinaisten ratkaisumenetelmien kehittymistä tutkittiin tasapainon olemassaoloa, yksikäsitteisyyttä ja stabiilisuutta. Kiintopisteteoreemoihin perustuvat algoritmit merkitsivät uutta vaihetta yleisen tasapainon historiassa. Ratkaisumenetelmien kehittymisen myötä tutkimus suuntautui algoritmien toimivuuteen ja tehokkuuteen. Kiintopisteteoreemoihin pohjautuvat algoritmit osoittautuivat tehokkaiksi numeeristen mallien ratkaisemisessa. Kiintopistealgoritmilla tai Newton-tyyppisellä etsintäalgoritmilla voidaan arvioida muuttujien suuruutta eri tasapainotiloissa sen sijaan, että muutosta tarkasteltaisiin approksimaationa tasapainopisteen lähistöllä tai muutosta arvioitaessa nojaututtaisiin oletukseen pienistä muutoksista (Mäkelä & Männikkö 1989, 54–55).

5.2 Mallin teoriakehys

Laskennalliset yleisen tasapainon mallit nojaavat teorian osalta kilpailullisten markkinoiden teoriaan, jossa markkinoiden allokaatio on tulema optimoivien tuottajien ja kuluttajien välillä (Kerkelä 2012, 27). Kotitalouksien päätökset hyödykkeiden kysynnästä ja tuotannontekijöiden tarjonnasta perustuvat budjettirajoitteen ehdollistamalle hyödyn maksimoinnille. Hyödykkeiden tarjonta ja tuotannontekijöiden kysyntä on määritelty teknologiarajoitteiden ehdollistamasta voiton maksimoinnista. (Vaitinen 1995, 2.) Hintamekanismi ohjaa markkinat kysynnän ja tarjonnan tasapainoon. Numeerisen yleisen tasapainon malli antaa hinnoille ratkaisevan merkityksen talouden tasapainon muodostumisessa. Yleisen tasapainon laskennallinen malli ottaa huomioon sekä kysynnän että tarjonnan, kun tarkastellaan tuotantoa sekä työn ja pääoman käyttöä. (Susiluoto 1999, 44.) Mallin keskeisiä elementtejä ovat yhtälöt, jotka kuvaavat tuottajien, kuluttajien ja julkisen vallan käyttäytymistä (Kerkelä 2012, 27).

5.3 Mallin rakenne ja ratkaisuprosessi

Yleisen tasapainon ratkaiseminen alkaa tilastollisen havaintoaineiston muodostamisesta. Havaintoaineisto muodostetaan tyypillisesti kansantalouden tilinpidosta, ja siihen liittyvistä tilastoista kuten aluetilinpidosta, sosiaalilinpidosta ja panos-tuotostutkimuksen tiedoista. Havaintoaineistoon sisällytetään usein myös tiedot yksityisten ja julkisten kuluttajien tuotannontekijätuloista, lopputuotekysynnän rakenteesta, tiedot julkisen sektorin verotulojen määrästä ja tulonsiirroista eri toimialoille sekä kotimaan ja ulkomaan vientiä ja tuontia koskevat tiedot (Törmä ja Zawalinska 2007, 13.) Havaintoaineiston

tiedot saatetaan muotoon, jossa jokaisen hyödykkeen kysyntä ja tarjonta sekä alueiden toimijoiden budjetit ovat tasapainossa. (Niemelä 2002, 12).

Seuraavaksi määritellään mallin käyttäytymisyhtälöiden muoto. Käyttäytymisyhtälöiden muoto tuotantofunktiossa ja kysyntäfunktiossa määrittelee sen, miten toimijat yhdistävät esimerkiksi välituotteita ja tuotantopanoksia tai eri hyödykkeitä ja miten suhteelliset hintojen muutokset vaikuttavat valintoihin (Kerkelä 2012, 32). Funktiomuotojen valintaa ohjaa Niemelän (2002, 10) mukaan kaksi vaatimusta: funktioiden tulee noudattaa teoreettista perustaa ja funktioiden on oltava sellaisia, että uusien mahdollisten tasapainohintavektoreiden testaaminen on vaivatonta. Tavallisimmin käytettävät funktiomuodot ovat niin sanottuja vähäparametrisia standardityyppisiä CES (Constant Elasticity of Substitution), CET (Constant Elasticity of Transformation) tai panos- tuotos-mallin Leontief-tyyppisiä funktioita (Kerkelä 2012, 32). CES-funktioiden käyttö on yleistä, koska sen avulla saadaan esimerkiksi tuotannontekijöiden välinen substitutio helposti mallinnettua (Niemelä 2002, 12). CES-funktio voidaan muotoilla (esim. Shoven & Walley 1992, 96) seuraavasti:

$$\left[\sum_i \alpha_i^{\frac{1}{\sigma}} X_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\sigma/(\sigma-1)}, \sum_i \alpha_i^{\frac{1}{\sigma}} = 1, \text{ missä}$$

- σ on substitutiojousto hyödykkeiden i ja j välillä
- kysyntäfunktio on muotoa $X_i = \frac{\alpha_i I}{P_i^\alpha \sum_j \alpha_j P_j^{(1-\sigma)}}$
- kompensoimaton hintajousto on $-\sigma(1-\sigma) \alpha_i P_i \gamma^{-1}$, missä $\gamma = \sum_j \alpha_j P_j C_j$,
- kompensoitu hintajousto on $-\sigma(1-\sigma) P_i^{1-\sigma} \gamma^{-1}$
- tulojousto on 1
- kompensoimaton ristijousto on $-(1-\sigma) \alpha_j P_j^{1-\sigma} \gamma^{-1}$.

Mallin käyttäytymisyhtälöiden määrittämisen yhteydessä määritetään myös funktioiden parametrien arvot. Osa parametreista määritetään estimoinnilla, osa aiempia tutkimuksia hyödyntämällä ja osa kalibroimalla. Estimoinnin tuloksena ja muissa tutkimuksessa käytettyjen arvojen perusteella valittuja parametreit ovat usein erilaisia substitutiojoustoja, ja niitä voidaan kutsua primaarisiksi (Törmä ja Zawalinska 2007, 14). Kalibroinnissa päätetään siitä, miten työvoimaa ja pääomaa käytetään ja yhdistetään, kun alueella tuotetaan erilaisia tavaroita ja palveluita sekä päätetään siitä, miten kunkin hyödykkeen kysyntä riippuu talouden kaikista hinnoista, määristä ja tuloista (Susiluoto 1999, 46). Kalibroimalla saatuja parametreja voidaan kutsua sekundaarisiksi, koska niiden arvot riippuvat primaariparametreista. Sekundaariparametrit ovat erilaisia tehokkuus- ja jakaumaparametreja, jotka on kalibroitu tasolle, jolla yleinen tasapaino malli toistaa perusvuoden aineiston mallin perusratkaisuna (Törmä ja Zawalinska 2007, 14.)

Kun havaintoaineisto ja mallin käyttäytymisfunktiot on määritelty, muodostetaan lähtötilannetta kuvaava alkutasapaino. Alkutasapainon avulla taloudesta saadaan ver-

tailutilanne, jonka suhteen voidaan tapahtuvaa muutosta mitata (Susiluoto 1999, 46). Mallin alkutasapaino on tavallaan jo eräs mallin ratkaisu, mutta varsinaisesti mallin ratkaisulla tarkoitetaan sitä uutta vaihtoehtotasapainoa, joka tuotetaan, kun jokin mallin muuttuja saa uuden arvon eli muuttujaan kohdistuu shokki (Kerkelä 2012, 33).

Vaihtoehtotasapaino saadaan syöttämällä muutokseen liittyvät tiedot lähtötilanteessa määriteltyihin funktioihin, jonka jälkeen tutkitaan täyttyykö Walrasin lain vaatimus eli syntykö markkinoille yleinen tasapaino (Niemelä 2002, 13). Yksinkertaisimmissa staattisissa malleissa voidaan muutoksen vaikutusta tutkia vertailemalla alkutasapainoa ja vaihtoehtotasapainoa.

Mallien empiirisessä testaamisessa on Kilposen ja Ripatin (2006, 455) mukaan kehitytty runsaasti viimevuosien aikana. Yksi keskeinen selitys tähän on siinä, että tietokoneiden laskentateho on kasvanut erittäin nopeasti. Suuria dynaamisia yleisen tasapainon malleja pystytään estimoimaan uskottavuusfunktioon perustuvilla menetelmillä. Nykyisin bayesiläinen päättely ja estimointi muodostavat sillan estimoinnin ja kalibroinnin välille. Samaan aikaan mallien ratkaisualgoritmit ovat kehittyneet. Mallien ratkaisussa ja simuloinneissa voidaan käyttää valmiita ohjelmakirjastoja.

Kerkelän (2012, 28) mukaan laskennalliset yleisen tasapainon mallit sopivat numeeriseen analyysiin erityisesti kysymyksissä, joissa politiikkatoimi tai -shokki kohdistuu useaan toimialaan yhtä aikaa ja jos toimi saa aikaan samaan aikaan vastakkaissuuntaisia vaikutuksia. Mallit ovat tällöin tyypillisesti staattisia eli malli tuottaa tiedon ainoastaan alku- ja vaihtoehtotasapainon erosta. Staattinen malli ei ota huomioon sitä, miten ja millä aikavälillä muutos tapahtuu. Tätä varten yleisen tasapainon laskennallisista malleista on kehitetty laajennuksia.

Yleisimmin käytetty laajennustapa on mallien dynaamiset versiot, ja etenkin mallin rekursiivinen versio. Rekursiivinen malli tuottaa hintadynamiikan avulla vuosittain ratkaisun talouden rakenteiden kehityksestä ja käyttää siten edellisen vuoden ratkaisua lähtökohtana uudelle ratkaisulle. Malli muodostaa polun siitä, miten talous kehittyy tulevaisuudessa. (Tamminen 2012, 15.)

Dynamiikan lisäämisen lisäksi malleihin voidaan tehdä laajennuksia tulonsiirtojen ja julkisen vallan toimintojen osalta. Perusmallin ratkaisut voidaan pilkkoa toimialoihin perustuvan ydinratkaisun ympäriltä esimerkiksi tuloluokkien tai ammattiryhmien suhteen, jolloin saadaan analyysia myös työmarkkinoiden tulehasta. (Kerkelä 2012, 28.)

5.4 Mallin sovellukset

5.4.1 *Dynaaminen malli*

Niemelän (2002, 19) mukaan dynaamiset mallit kuvaavat muutoksen vaikutuksia paremmin kuin staattiset mallit, koska staattisissa malleissa erityisesti säästämisen ja investointien käsittely on puutteellista, julkistalouden budjettialijäämien tai ylijäämien huomioiminen usein mahdotonta ja tuotannon tekijöiden liikkuvuuden tutkiminen summittaista. Esimerkiksi työvoiman liikkuvuus on staattisissa malleissa joko täysin joustavaa tai joustamatonta. Tästä on seurauksena joko politiikan muutoksen vaikutusten ylitai aliarviointi. Laskennalliset yleisen tasapainon dynaamiset mallit on rakennettu siten, että tarkasteltavan muutoksen vaikutusta tutkitaan jokaiselle tarkasteluaikavälillä peräkkäiselle vuodelle erikseen ja rakennetaan niistä muutosura, jota verrataan tämän jälkeen perusuraan (Törmä & Zawalinska 2007, 17).

Perusuran laadintaa on selvittänyt muun muassa Honkatukia (2009a, 10), jonka mukaan yleinen käytäntö on, että tasapainonmalleilla tehtävä analyysi perustuu oletukseen, että talous kehittyy tasapainokasvu-uralla. Tämän uran aikaansaamiseksi riittävät yksinkertaiset oletukset tuottavuuden ja työvoiman kasvuvauhdista. Tällöin toimialakohtaisia eroja kehityksessä käsitellään vain rajatusti. Toinen tapa perusuran laadintaan on selittää toteutunutta historiaa mallin avulla, ja hyödyntää mallin ulkopuolelta kerättyjä tietoja. Lähtökohtana perusuran laadinnassa on tuoda malliin tietoja sellaisista muuttujista, joiden katsotaan vaikuttavan mallissa määräytyvien muuttujien kehitykseen. Tämän tyyppisiä muuttujia ovat esimerkiksi maailmanmarkkinoiden kehitystä kuvaavat muuttujat, väestörakenteen muutos ja tuottavuuden kehitys.

Honkatukian (2009a, 10) mukaan malleilla voidaan tuottaa myös osa perusuran laadintaan tarvittavista ennusteista. Tällaisia muuttujia ovat esimerkiksi teknologiassa ja kysynnän rakenteessa tapahtuneet muutokset, joiden laskenta liittyy lähihistorian toistamiseen mallin avulla. Tällaisia mallin tuottamia trendejä voidaan käyttää hyväksi toimialatasoisen kehityksen ennakkoinnissa.

5.4.2 *Sovellukset Suomessa*

Laskennalliset yleisen tasapainon mallit ovat laajassa käytössä eri puolilla maailmaa; mallia käytetään esimerkiksi Euroopan komissiossa, YK:ssa, Maailmanpankissa ja useissa keskuspankeissa (Tamminen 2012, 9). Malleja on sovellettu Honkatukian (2009a, 5) mukaan esimerkiksi verotuksessa tapahtuvien muutosten makro-, allokaatio-, työllisyys- ja hyvinvointivaikutusten laskemisessa sekä julkisessa kysynnässä, sosiaali-

turvan rahoituksessa ja ympäristöpolitiikassa tapahtuvien muutosten vaikutusten arviointiin. Toimintaympäristön muutoksen osalta kohteena ovat olleet kansainvälisessä kaupassa, teknologiassa ja luonnonvarojen saatavuudessa tapahtuvien muutosten vaikutukset kansantalouteen. Suomessa on käytössä tai rakenteilla useampi yleisen tasapainon malli.

Honkatukia (2009a, 6) on esittänyt kuvauksen Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen VATTAGE-mallista. Mallin avulla on arvioitu erilaisten politiikkatoimenpiteiden, veropolitiikan, energiapolitiikan ja ympäristöpolitiikan, vaikutuksia. Mallia on käytetty myös ennustustyössä, vaikka ennustemallista ei olekaan kyse. Mallin avulla on mahdollista yhdistää eri näkemyksiä kokonaisvaikutusten arvioimiseksi.

Newby, Railavo ja Ripatti (2011, 56–60) ovat selvittäneet Suomen Pankin yleisen tasapainon mallia. Suomen Pankki oli Englannin pankin jälkeen ensimmäinen keskuspankki, joka otti vuonna 2004 käyttöön dynaamisen stokastisen yleisen tasapainon mallin ennustekäyttöön. Aino-malli rakennettiin analysoimaan niitä finanssipoliittisia kysymyksiä, jotka liittyvät väestön ikärakenteen muutoksiin, eläkeläisten osuuden kasvuun ja tästä aiheutuviin finanssipoliittikan haasteisiin. Tämä lisäksi mallia on käytetty kokonaistaloudellisen ennusteen kokoavana työvälineenä sekä tuottaessa vaihtoehtoisia ennusteuria.

Erityisesti aluetalouteen vaikuttavien ilmiöiden tutkimiseen on käytössä Suomessa Valtion taloudellisessa tutkimuskeskuksessa kehitetty VERM-aluemalli sekä Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin kehittämä RegFin-aluemalli. VERM on aluemalli, jossa kukin maakunta kuvataan alueellisella mallilla, ja eri alueet yhdistetään toisiinsa niiden välisten kauppavirtojen avulla. VERM-mallia käytetään aluepolitiikan analyysin välineenä erityisesti kun vaikutukset ovat lähtöisin aluetasolta. Malli mahdollistaa siten myös aluekehityksen vaikutuksen tarkastelun. (Honkatukia & Marttila & Sulamaa 2007, 18.) RegFin-aluemallia on hyödynnetty useissa erityyppisissä vaikuttavuustutkimuksissa. Kaivosalaan liittyviä tutkimuksia on tällä mallilla tehty lukuisia.

6 REGFIN-MALLI

6.1 Mallin kuvaus

RegFin-aluemallin teoriaperusta pohjautuu pienelle avotaloudelle kehitettyyn yleisen tasapainon malliin, jossa on huomioitu myös väestömuutokset ja työttömyys (Etelä-Savon maakuntaliitto 1997, 57). RegFin-mallia alettiin kehittää jo yli 20 vuotta sitten. Ensimmäinen mallin avulla tehty tutkimus liittyi valtion vuoden 1996 suurien budjetti-leikkausten alueellisiin vaikutuksiin (Törmä & Zawalinska 2007, 15.) Törmä ja Rutherford (1998) esittivät ensimmäisen kerran RegFin-mallin prototyypin kuvauksen. Mallin proto-versiota käytettiin excel-ympäristössä. RegFin-mallin kehittämistyötä on jatkettu koko 2000-luvun ajan Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa (RegFin-mallit).

RegFin-malli nojaa teorian osalta kilpailullisten markkinoiden teoriaan, jonka mukaan hinnat ovat joustavia ja sopeuttavat talouden (Törmä ja Rutherford 1998, 10). Alueellisessa tuotannossa oletetaan vallitsevan vakiot skaalatuotot ja markkinoilla täydellinen kilpailu (Törmä 2008, 263, 265). Täydellisen kilpailun oletus tarkoittaa sitä, että tuotteiden hinta heijastaa tuotantokustannuksia (Honkatukia 2009a, 8).

Mallin havaintoaineisto muodostuu sosiaalitalinpitomatriiseista, joiden keskeinen tietosisältö koostetaan panos-tuotostaulukoista ja kansan- ja aluetalouden tilinpidoista (Törmä & Zawalinska 2007, 13). Sosiaalitalinpitomatriisi rakennetaan yhdistelemällä tietoja useista eri lähteistä. Tiedon yhdistelemässä käytetään tyypillisesti kahta eri lähestymistapaa: alhaalta ylös (bottom-up) tai ylhäältä alas (top-down) (Marttila 2007, 2). RegFin-mallin sosiaalitalinpitomatriisi on tyypillisesti rakennettu alueellisesta aineistosta alhaalta ylös -lähestymistavalla (Törmä & Zawalinska 2007, 16). Tällä lähestymistavalla tuotettu tieto summataan tarkimmasta mahdollisesta yksiköstä halutulle tasolle eli tietoja pyritään tarkastelemaan hyvin yksityiskohtaisella tasolla (Marttila 2007, 2, 29).

RegFin-mallin perusversio on staattinen, jota on laajennettu ottamalla dynaamisuus malliin. Mallin rekursiivisessa dynaamisessa versiossa aluetalous kasvaa yli ajan, ja malli ratkaistaan yli ajan, jolloin dynaaminen kasvu-ura saadaan ketjuttamalla vuositasapainot. (Törmä & Zawalinska 2007, 17.)

RegFin-malli ilmaistaan matemaattisesti määritelmä-, tasapaino- ja käyttäytymisyhtälöiden joukkona, ja malli on ohjelmoitu GAMS/MPSGE-ympäristöön. (Törmä ja Zawalinska 2007, 14.) GAMS (General Algebraic Modeling System) on korkean tason mallinnussysteemi matemaattiseen optimointiin ja se sisältää MINLP-ratkaisijoita (Mixed-Integer Non-Linear Programming). GAMS-systeemi tuli kaupalliseksi sovellukseksi vuonna 1987. Ohjelmointikieli sallii käyttäjän rakentaa suuria ylläpidettäviä malleja. (Lastusilta 2011, 1, 8, 125.) Systeemi on suunniteltu erityisesti lineaaristen, epälineaar-

risten ja sekalukuoptymointiongelmiin ratkaisuun. GAMS soveltuu käytettäväksi muun muassa taloustieteen ja operaatiotutkimuksen mallinnustehtävissä. (Haataja 2001, 10.)

6.2 Mallin käyttäytymisyhtälöt

6.2.1 Mallin tasapainoehdot

Käsitteellisen perustan aluemallille luovat Walrasin tasapainon mukaiset tasapainon olemassaoloehdot. Tuotannontekijämarkkinoilla vallitsee tasapaino

$$\sum_{rh} K_{rh}^E = \sum_j K_j,$$

eli voimassa on yhtäsuuruus kotitalouksien alkuvarannoista muodostetun kokonaistarjontavektorin $\sum_{rh} K_{rh}^E$ ja pääoman alueellisesta tuotannosta johdetun kokonaiskysyntävektorin $\sum_j K_j$ välillä.

Pienen avotalouden mallissa oletetaan, että tuonnin ja viennin maailmanmarkkina-hinnat ovat eksogeenisiä. Lisäksi oletetaan, että tuonnin M_i ja viennin X_i kokonaisarvo on tasapainossa. Vaihtotasetasapaino voidaan siten muotoilla,

$$\sum_i p_i^X X_i = \sum_i p_i^M M_i + B^{bm},$$

jossa p_i^X ja p_i^M ovat annettuja maailmanmarkkinahintoja ja B^{bm} on eksogeenisesti määriteltä nettokansantuotteen lisäys. Koska ainoastaan suhteellisilla hinnoilla on merkitystä yleisen tasapainon malleissa, on valuuttakurssit normalisoitu. (Törmä 2008, 266.)

6.2.2 Kulutus ja tuotanto

Kullakin alueella oletetaan olevan yksi edustava kotitalous, joka maksimoi vakiojous-toista CES-hyötyfunktioita. Edustava kuluttaja omistaa kaiken aluetalouden työvoiman ja pääoman. Hän myy niitä panosmarkkinoilla tienaten tuotannontekijätuloa rahoittaakseen yksityisen kulutuksensa. Yksityinen kulutus riippuu käytettävistä olevista tuloista ja hyödykkeiden hinnoista. (Törmä & Rutherford 2004, 14.) Edustava kuluttaja maksaa tuloveroa julkishallinnolle, joka puolestaan on jaettu kahteen toisistaan riippuvaan osaan valtioon ja kuntaan (Niemelä 2002, 16). Sekä valtio että kunta perivät maksuja ja keräävät veroja rahoittaakseen julkisen kulutuksen. Mallissa on mukana kaikki verokategoriat ja julkishallinnon maksamat tulonsiirrot. (Törmä & Rutherford 2004, 14.)

Tuotannossa mukana olevien toimialojen yritykset minimoivat tuotantokustannuksiin. Alue tuottaa hyödykkeitä tyydyttääkseen oman alueen kysynnän, toisilta alueilta

tulevan kysynnän ja osallistuaakseen kotimaiseen ja ulkomaiseen kaupankäyntiin. (Törmä & Rutherford 2004, 14.) Alueellinen kokonaistuotanto kuvataan Leontiefin kiinteäkertoimisella kysyntäfunktiolla, jossa x_{ni} on välituotekäyttö, a_{ni} on panoskerroin ja, jossa arvonlisä V_i kuvataan pääoman ja työvoiman CES aggregaatiofunktiona (Törmä 2008, 267.) Leontiefin funktion muoto on,

$$Y_i = \min \left[\frac{x_{1i}}{a_{1i}}, \dots, \frac{x_{ni}}{a_{ni}}, V_i(K_i, L_i) \right],$$

jossa arvonlisä V_i määräytyy työvoiman L_i ja pääoman K_i seuraavasti

$$V_i(K_i, L_i) = \left[\beta_i^L K_i^{\frac{\sigma_{KL}-1}{\sigma_{KL}}} + \beta_{iK} \frac{\sigma_{KL}-1}{\sigma_{KL}} \right]^{\frac{\sigma_{KL}}{\sigma_{KL}-1}}.$$

Pääoman ja työn substituutiojoustoja kuvataan termillä σ_{KL} ja β on jakaumaparametri. (Törmä 2008, 267.)

6.2.3 Ulkomaankauppa

Ulkomaankaupan osalta oletetaan, että saman toimialan kotimaiset ja ulkomaiset hyödykkeet ovat laadultaan erilaisia. Tätä Armington-oletusta käytetään yleisen tasapainon malleissa selittämään, miksi markkinoilla on eri alueilla tuotettuja hyödykkeitä, joiden hinnat ovat erisuuria, vaikka kuluttajan kannalta hyödykkeet olisivat toisiaan korvaavia (Niemelä 2002, 21). Kotimaiset hyödykkeet valmistetaan kiinteässä suhteessa vientihyödykkeiden kanssa noudattaen CET-teknologiaa (Törmä & Rutherford 2004, 14).

Tuotannon jakautuminen kotimarkkinoilla myytäviin R_i ja vientihyödykkeisiin X_i voidaan esittää Törmän (2008, 267) mukaan seuraavan funktion mukaisesti:

$$Y_i = \left[\alpha_i^R R_i^{\frac{\sigma_X-1}{\sigma_X}} + \alpha_i^X X_i^{\frac{\sigma_X-1}{\sigma_X}} \right]^{\frac{\sigma_X}{\sigma_X-1}},$$

jossa σ_X on viennin ja kotimaisen tuotannon substituutiojousto. Substituutioparametri osoittaa, miten kotimarkkinoilla myytävän ja vientihyödykkeen hintasuhteen muutos vaikuttaa määräsuhteisiin.

Tuontihyödykkeet kilpailevat kotimaisten hyödykkeiden kanssa. Alueellisesta tuotannosta R_i ja tuonnista M_i muodostuvaa kokonaistarjontaa voidaan kuvata yhtälöllä:

$$S_i = \left[\delta_i^R R_i^{\frac{\sigma_M-1}{\sigma_M}} + \delta_i^M M_i^{\frac{\sigma_M-1}{\sigma_M}} \right]^{\frac{\sigma_M}{\sigma_M-1}},$$

missä σ_M kuvaa tuonnin ja alueellisen tuotannon substituutiojoustoja ja δ_i^R ja δ_i^M ovat kotimaisten hyödykkeiden ja tuontihyödykkeiden välisiä tulonjakoparametreja. (Törmä 2008, 267.)

6.2.4 Työttömyyden mallintaminen

RegFin-mallissa sallitaan työmarkkinoiden epätasapainotila eli työttömyyden olemassaolo. Työmarkkinoilla huomioidaan reaali-palkkojen jäykkyys ja siitä johtuva työttömyys eli klassinen työttömyys. Klassinen työttömyys syntyy tilanteessa, jossa työvoiman kysyntä on tarjontaa vähäisempää. Klassinen työttömyys on otettu malliin mukaan siten, että reaali-palkkoille on asetettu alaraja ja eksogeeninen reaali-palkkakuilu. Mallissa näitä käsitellään rajoitteina, joiden täytyy olla voimassa yleisessä tasapainossa. (Törmä ja Rutherford 2004, 10–11.) Mallin ratkaisun kannalta tämä tarkoittaa uusia tasapainoehtoja, joiden täytyy siis täytyä tasapainoratkaisussa (Niemelä 2002, 15). Rajoitteiden seurauksena reaali-palkka muodostuu korkeammaksi kuin sen markkinahinta ja työvoimasta on ylitarjontaa, minkä vuoksi reaali-palkkarajoitteet tulee kalibroida tasolle, joka tuottaa maakunnittain perusvuoden työttömyysasteen (Törmä ja Rutherford 2004, 11).

Työllisyyden markkinaoletukset ovat Törmän (2008, 266) mukaan

$$\sum_{rh} L_{rh}^E = \sum_j L_j - u,$$

jossa L_{rh}^E on työvoiman määrä, L_j työvoiman kysynnän määrä sektorilla j , ja u on kokonaistyöttömyysmäärä. Mallissa oletetaan alaspäin jäykät reaali-palkat, ja työttömyyteen on kytketty rajoitteeksi reaali-palkkakuilu p_L

$$p_L = wu \cdot pc, \text{ kun } wu > p_L > p_L^{lb},$$

jossa wu on työehtosopimusten mukainen palkka, pc on kuluttajahintaindeksi ja p_L^{lb} on reaali-palkkoille asetettu alaraja.

6.2.5 Muuttoliike

Törmän ja Rutherfordin (2004, 13) esittämä muuttoliikkeen mallintaminen suoritetaan estimoimalla suhteellinen nettomuutto bruttokansantuote- ja työttömyyserojen yhtälönä. Nettomuuttoa selittää alueen suhteellinen talouskasvu ja suhteellinen työttömyysaste. Edellistä mitataan alueen bruttokansantuotteen ja koko maan bruttokansantuotteen suhteella. Jälkimmäistä taas mitataan alueen työttömyysasteen ja koko maan työttömyysasteen suhteella.

Alueen muuta maata nopeampi talouskasvu ehkäisee lähtömuuttoa ja vahvistaa tulomuuttoa, jolloin nettomuutto vähenee. Alueen suhteellinen tuotannon kasvu alentaa alueen työttömyysastetta, jolloin lähtömuutto vähenee ja tulomuutto kasvaa, jolloin nettomuutto alenee. (Honkatukia & Törmä 2005, 9–10.) Oletuksena on, että nettomuuton ja viivästetyn työvoiman suhde riippuu elintaso- ja työttömyyseroista maakuntien välillä. Muuttoliike esitetään lineaarisena yhtälönä

$$\frac{Nmuut_{t,i}}{Tyvoima_{t-1,i}} = a + b \left(\frac{Abkt_{t,i}}{Bkt_{t,j}} \right) - c \left(\frac{Työt_{t,i}}{Työt_{t,j}} \right) + e_t.$$

Oletuksena on, että alueellinen bruttokansantuote-ero korreloi positiivisesti elintasoeron suhteen. Parametrilla b on positiivinen etumerkki, joten etukäteisoletuksena on, että elintason kohoaminen kasvattaa nettomuuttoa elintasoan kohottavaan maakuntaan. Työttömyyseron parametrilla c on negatiivinen etumerkki, joten etukäteisoletuksena on, että työttömyysaste-eron lasku johtaa nettomuuttotappioiden pienenemiseen. (Törmä & Rutherford 2004, 13.) Saadun yhtälön mukaisesti nettomuuton osuutta yhdellä aikaperiodilla viivästetystä työvoimasta selitetään alueen i , ja muun Suomen, j , bruttokansantuotteen erolla sekä alueen ja muun Suomen työttömyyserolla. Toisin sanoen, alueellisen tuottavuuden kasvu lisää muuttoa alueelle ja alueellisen työttömyyden kasvu lisää poismuuttoa. (Niemelä 2002, 16.)

6.2.6 *RegFin-malli kaivoshankkeiden aluetaloustutkimuksissa*

Törmä ja Reini (2009) tutkivat Suomen kaivosalan aluetaloudellisia vaikutuksia elinkeinorakenteeseen ja työllisyyteen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin Talvivaaran, Pajala–Kolarin, Kylylahden, Soklin, Läntän, Kevitsan, Pampalon, Suurkuusikon ja Laivakankaan kaivoshankkeisiin.

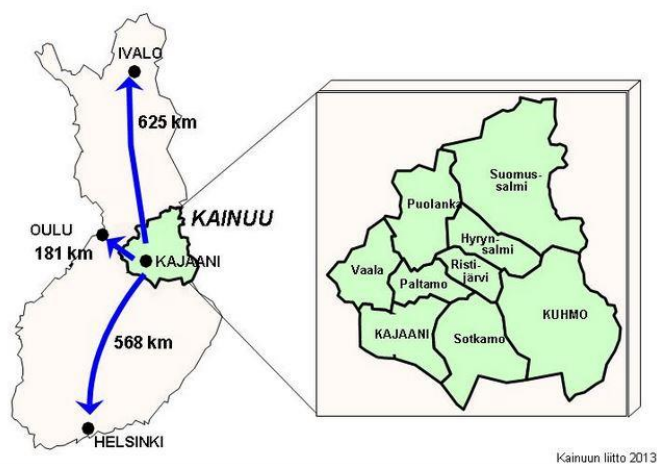
Laasanen (2010a; 2010b) on tarkastellut lähemmin Soklin kaivoksen vaikutuksia Savukosken kuntaan ja Pajala–Kolari-kaivoshankkeen vaikutuksia Kolarin kuntaan. Törmän (2010a; 2010b) tutkimuksissa keskityttiin mahdollisen kultakaivoksen vaikutusten tarkasteluun Seinäjoen seutukunnassa ja Läntän litium- ja Kävlian ilmeniitti-kaivoshankkeiden aluetaloudellisiin vaikutuksiin. Törmä, Kinnunen, Määttä ja Zimoch (2013) tutkivat Sodankylän Kevitsan nikkeli-kuparikaivoksen alue- ja kunnallistaloudellisia vaikutuksia.

Talvivaaran kaivoksen sekä jalostusketjun aluetaloudellisiin vaikutuksiin ovat keskittyneet Törmä ja Zawalinska (2007), Saartenoja, Törmä, Valkosalo, Zawalinska (2007), Törmä ja Reini (2008) ja Reini, Määttä ja Törmä (2011). Näiden tutkimusten keskeisimpiä tuloksia tarkastellaan seuraavassa luvussa.

7 TALVIVAARAN KAIVOKSEN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

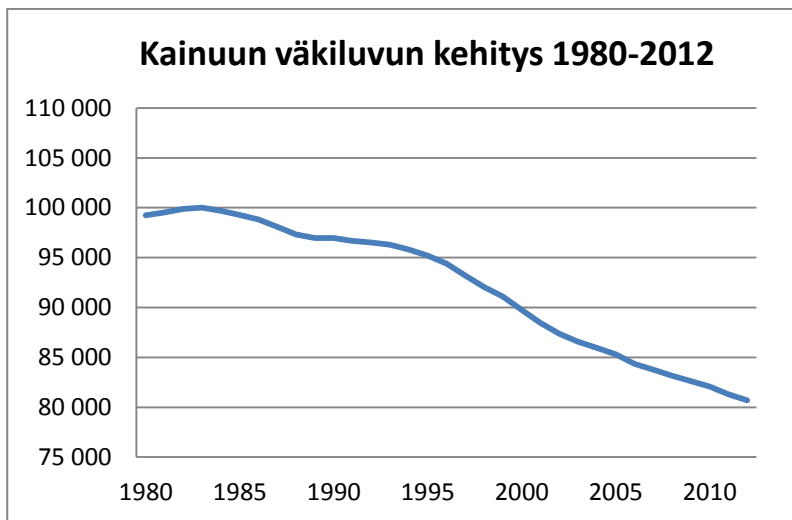
7.1 Kainuun aluetalouden rakenne

Kainuun maakunta muodostuu yhdeksästä kunnasta, joita ovat Hyrynsalmi, Kajaani, Kuhmo, Paltamo, Puolanka, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi ja Vaala (kuva 7). Kainuun naapurimaakuntia ovat Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo, Pohjois-Pohjanmaa ja Koillismaa. Kainuu rajoittuu idässä Venäjän valtioon. (Kopra 2011, 10.)



Kuvio 6 Kainuun maakunnan sijainti ja alueen kunnat (Kainuun etäisyydet Suomessa)

Kainuun asukasluku painui vuoden 2013 lopussa alle 80 000:n (Väestömuutokset kunnittain 2013, ennakkotieto tammi–joulukuu). Vuoden aikana väestö väheni 700 henkilöllä. Maakunta on pinta-alaltaan 24 452 km³ eli suhteutettuna alueen asukaslukuun alue on hyvin harvaan asuttu. Alueen väestökeskittymät ovat pääasiassa kuntakeskuksissa. (Kopra 2011, 10.) Väestön määrä on laskenut Kainuussa jo pitkään (kuvio 7).



Kuvio 7 Kainuun väkiluvun kehitys vuosina 1980–2012 (mukaeltu Väestönmuutokset Kainuussa, aikasarja 1980–2012)

Aluetaloustieteen tutkimuksessa ollaan tyypillisesti kiinnostuneita alueellisesta bruttokansantuotteesta. Tämä lasketaan maakuntien toimialoittaisen arvonlisäyksen perusteella, joten alueellinen kasvu muodostuu näin eri toimialojen kasvusta (Kerkelä 2012, 16). Aluetalous kasvaa tuottavuuden, investointien ja sitä myötä pääomakannan, sekä työn tarjonnan kasvun mukaisesti (Törmä & Zawalinska 2007, 17.) Kainuun aluetalous on bruttokansantuotteella mitattuna pieni. Vuonna 2010 bruttokansantuote oli 1 710 miljoonaa (Kainuu tilastoina).

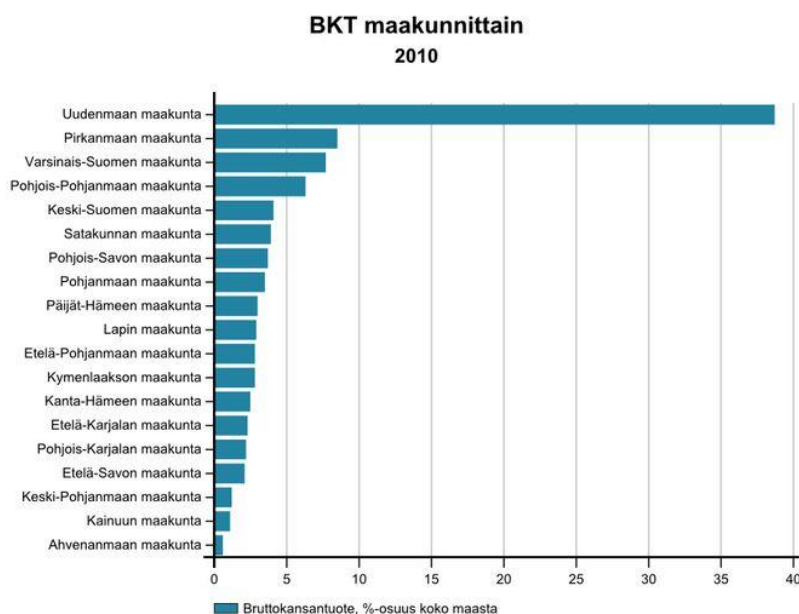
Taulukko 2 Bruttokansantuotteen kehitys asukasta kohti mitattuna Kainuussa, Uudellamaalla sekä Pohjois- ja Itä-Suomessa (Kainuu tilastoina)

ARVONLISÄYS EUROJA/ASUKAS (BRUTTO PERUSHINTAAN) EU27 = 100						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kainuu	74,9	77,8	79,8	83,4	74,9	80,3
Uusimaa	152,3	153,2	157,1	159,5	156,5	156,5
Pohjois-Savo	89,1	88,2	91	95,7	90,1	92,5
Pohjois-Karjala	83,4	84,7	84,3	84,6	81,1	82,6
Pohjois-Pohjanmaa	105,2	100,3	105	105,8	94,6	97,5
Lappi	94,4	102,6	98,5	100,1	92,7	95,8
Koko maa	114	114	117	119	114	114

Taulukossa 2 on tarkasteltu bruttokansantuotteen kehitystä Kainuussa, Uudellamaalla sekä Itä- ja Pohjois-Suomessa. Taulukosta havaitaan, että vuonna 2010 Kainuun bruttokansantuote oli 80,3 euroa asukasta kohden. Vastaavasti koko maan bruttokansantuote oli keskimäärin asukasta kohden 114 euroa. Kainuun vertailumaakunniksi soveltuvat

parhaiten Itä- ja Pohjois-Suomen alueet: Lappi, Pohjois-Pohjanmaa, Pohjois-Karjala ja Pohjois-Savo. Näin vertailtuna Kainuun bruttokansantuote on suuruudeltaan Pohjois-Karjalan tasolla. Huomion arvoista on, että talouskasvussa oli selkeä alenema vuonna 2009 kaikissa maakunnissa, mikä katkaisi 2000-luvun suotuisan talouskehityksen.

Kainuun bruttokansantuote on Manner-Suomen alhaisin (kuvio 8). Kolmasosa kokonaistuotannon arvosta tuotetaan Uudenmaan maakunnassa, kun taas Kainuussa kokonaistuotannosta tuotetaan vain noin yksi prosentti. (BKT maakunnittain.)



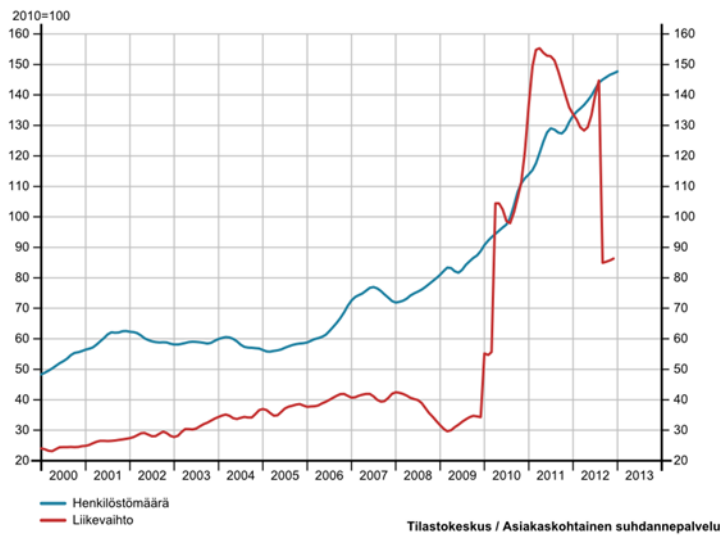
Kuvio 8 Bruttokansantuotteet maakunnittain; suhteellisinä osuuksina kokonaisbruttokansantuotteesta (BKT maakunnittain)

Kainuussa on muuta maata korkeampi työttömyysaste. Vuoden 2012 lopussa työttömien työnhakijoiden osuus työvoimasta oli Kainuussa 14,8 prosenttia, kun koko maassa tämä määrä oli 7,7 prosenttia. Työpaikkojen suhteen lähivuosien kasvuodotukset kohdistuvat kaivosteollisuuteen, sosiaali- ja terveystalouteen ja Kajaanissa käynnistyviin konesalipalveluihin. (Nieminen 2013, 235, 237.)

Kaivannaisalan merkitys on Kainuussa suuri ja kasvava. Kainuussa on metallimalmi- ja teollisuusmineraalikaivostoimintaa sekä vuolukiven louhintaa. Toiminnassa olevien kaivosten lisäksi maakuntaan on tulossa uutta kaivostoimintaa sekä kaivosteknologian yritystoimintaa. Talvivaaran kaivoksen ympäristöongelmat ovat viime aikoina olleet laajasti esillä. (Nieminen 2013, 235–236.)

Kainuun kaivannaisalan viimeaikaista kehitystä voidaan luonnehtia kaksijakoiseksi. Vuonna 2012 kaivannaistoiminnassa henkilöstömäärä kasvoi, mutta liikevaihto heikkeni (kuvio 9). Kainuussa työskentelee runsas 10 prosenttia koko kaivannaisalan henkilöstöstä. Kaivannaisalan liikevaihto oli vuonna 2011 miltei 18 prosenttia koko alan liikevaihdosta Suomessa. (Kainuun aluetalousselvitys 06/2013, 2.)

Henkilöstömäärän ja liikevaihdon trendivertailu Kainuun maakunnassa
Kaivannaistoiminta



Kuvio 9 Kaivannaistoiminnan henkilöstömäärän ja liikevaihdon trendivertailu (Kainuun aluetalouuskatsaus 06/2013, 11)

7.2 Talvivaaran kaivos

Talvivaaran kaivos sijaitsee Sotkamon kunnassa. Kaivoksessa tuotetaan nikkeliä, kuparia, sinkkiä ja kobolttia. Kaivos on hakenut ympäristölupaa myös uraanin talteenottoon, mutta lupaprosessi on vielä maaliskuussa 2014 kesken. Talvivaaran kaivos eroaa muista suomalaisista kaivoksista, koska se käyttää malmin rikastukseen biokasaliuotusta. Bioliuotuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä menetelmää, jossa sulfidimalmeissa luonnostaan kasvavien bakteerien avulla malmista liuotetaan erilaisia metalleja. Talvivaarassa hyödynnetään bakteerien luontaista liuotusominaisuutta, mutta prosessia kiihdytetään metallien liuotusprosessin tehostamiseksi ja nopeuttamiseksi. Talvivaaran kaivoksen tuotantoprosessissa on neljä päävaihetta. Louhinta tapahtuu avolouhoksesta, jonka jälkeen suoritetaan nelivaiheinen murskaus. Murskattu malmi rikastetaan biokasaliuotuksessa, jonka jälkeen metallit voidaan ottaa talteen. Malmi liuotetaan bakteerien avulla ensin niin sanotussa primaarikasassa puolentoista vuoden ajan. Kasan läpi puhalletaan alhaalta ilmaa ja kastellaan liuoksella, kunnes liuoksen metallipitoisuus on riittävän suuri nikkelin, kuparin, sinkin ja kobolttin saostamiseksi. Primaariliuotuksen jälkeen liuotusta jatketaan sekundaarikasassa, joka on myös liuotetun malmin loppusijoituspaikka. (Talvivaaran kaivoksen tuotantoprosessi.)

Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj perustettiin vuonna 2003. Seuraavana vuonna yhtiö hankki kaivosoikeudet Kolmisopen ja Kuusilammin monimetalliesiintymiin. Jo sa-

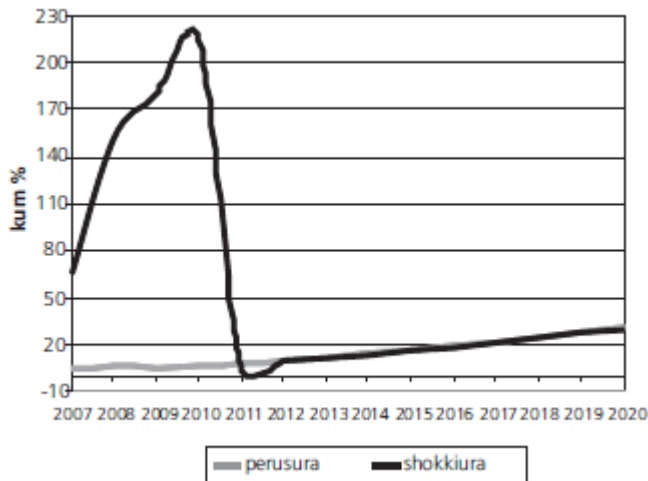
mana vuonna kaivosalueella aloitettiin bioliuotuskokeet. Yhtiö sai toiminnalleen ympäristöluvan vuonna 2007 ja rakentaminen alkoi. Vuonna 2008 ensimmäiset metallit saostettiin Talvivaarassa, ja seuraavana vuonna ensimmäiset metallit myytiin. Vuonna 2009 Talvivaaran ensimmäinen tuotantolinja valmistui. Ongelmana kuitenkin ilmeni malmin murskauksessa, jonka vuoksi yhtiö jäi asettamistaan taloudellisista tavoitteista. Vuonna 2010 valmistui Talvivaaran toinen metallien talteenottolaitoksen tuotantolinja. Vuonna 2011 Talvivaaran kaivoksella ilmeni metallin talteenottolaitoksella teknisiä ongelmia, jonka jälkeen tuotantoa häytti rikkivetylaitoksella ilmenneet ongelmat. Vuoden 2012 marraskuussa Talvivaaran kaivoksen kipsisakka-altaissa ilmeni vuoto. Tämän vuoksi kaivoksen metallintuotantolaitos oli varotoimenpiteenä pysähdyksissä yli kahden viikon ajan. Vuonna 2013 vesienhallinnan haasteet vaikuttivat Talvivaaran tuotantoon koko vuoden ajan. Malmin louhinta oli tilapäisesti keskeytettynä syyskuusta 2012 toukokuun 2013 puoliväliin. Malmin louhinta sekä käsittely keskeytettiin uudelleen vuoden 2013 lopussa yhtiön heikon taloudellisen tilanteen vuoksi. Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj ja sen tytäryhtiö Talvivaara Sotkamo Oy hakivat yrityssaneerausta 15.11.2013 ja yrityssaneerausmenettelyt alkoivat yhtiöissä 29.11.2013 ja 17.12.2013. Metallien talteenottolaitos on toiminut koko tämän ajan tasaisesti päivittäisen nikkelin tuotannon ollessa 45–55 tonnia. Malmin louhinta ja käsittely on edelleen maaliskuussa 2014 pysähdyksissä. (Talvivaaran Kaivososakeyhtiön vuosikertomukset 2008–2012; Talvivaaran Kaivososakeyhtiön pörssitiedote 2014.)

7.3 Talvivaaran kaivoksen vaikutukset talouskasvuun

Talvivaaran kaivoksen aluetaloudellisia vaikutustutkimuksia on tehty pääasiassa Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa. Korhonen ja Ponnikas (2006) ovat lisäksi selvittäneet Oulun yliopiston Kajaanin kehittämiskeskuksessa Talvivaaran kaivoshankkeen työvoiman kysyntää ja tarjontaa sekä koulutustarvearvioita, mutta varsinaista vaikutustutkimusta he eivät tehneet. Vaikutustutkimukset on tehty pääosin kaivoksen suunnittelu- ja investointivaiheessa. Tutkimuksissa on oletettu Talvivaaran kaivoksen toimintavaiheen käynnistyneen täysimääräisesti vuonna 2010, mutta muun muassa kaivoksen ympäristöongelmista johtuen, tämä oletus ei ole toteutunut. Aluemallien avulla tehtyjä arvioita tulkittaessa on kuitenkin aina muistettava, että mallit ovat yksinkertaistettuja kuvauksia todellisuudesta, ja että malli muodostetaan aina tutkimushetkellä vallitsevan tiedon avulla.

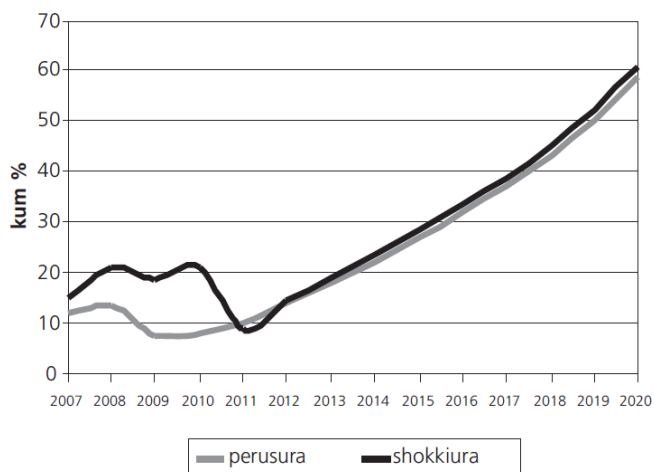
7.3.1 Vaikutukset Kainuun maakuntaan

Törmä ja Reinin (2009, 17–18) mukaan Talvivaaran investointivaiheen vaikutus Kainuun talouskasvuun oli merkittävä. Syynä tähän oli se, että Talvivaaran investointi oli todella suuri muutos pienessä aluetaloudessa. Toinen syy liittyi perusuraan, joka ennakoii Kainuulle heikohkoa talouskehitystä. Kainuun perusura on suhteessa alemmalla tasolla muihin maakuntiin kuten Lappiin verrattuna. Perusura kuvaa Kainuun kehitystä ilman kaivoksen vaikutusta ja shokkiura kehitystä, jossa kaivos on mukana. Näiden urien erotus on kaivoshankkeen aluetaloudellinen vaikutus. Esitys on kumulatiivinen, jossa peräkkäiset kasvuprosentit tai henkilötyövuodet lasketaan yhteen. Kaivoksen rakentamisen investointien arvioitiin nostavan Kainuun investoinnit likimain kaksinkertaisiksi verrattuna perusuran kehitykseen. Investointivaiheen päätyttyä Kainuun investoinnit palaisivat nopeasti perusuralle (kuvio 10.)



Kuvio 10 Talvivaaran kaivoksen vaikutus Kainuun investointeihin. (Törmä & Reini 2009, 17)

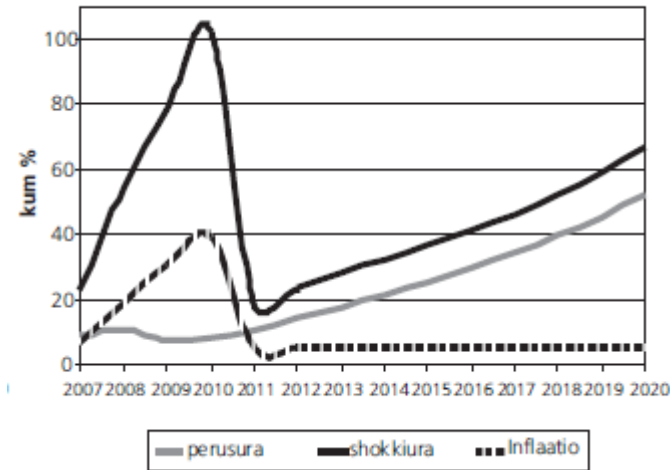
Talvivaaran kaivoksen tuotantovaiheen arvioitiin käynnistyvän vuonna 2010, ja tämän arvioitiin tuovan 1,2 prosentin lisäyksen Kainuun vuotuisen bruttokansantuotteen (kuvio 11.)



Kuvio 11 Talvivaaran kaivoksen vaikutus Kainuun bruttokansantuotteeseen. (Törmä & Reini 2009, 18)

Yksityinen kulutus riippuu sekä käytettävissä olevien tulojen että tavaroiden ja palveluiden hintojen kehityksestä. Talvivaaran kaivoksen investointivaiheella oli vaikutusta Kainuun kotitalouksien käytettävissä oleviin tuloihin, mutta myös inflaatioon (kuvio 9.) Kaivostoiminnan kasvun myötä kokonaiskysynnän kasvu loisi inflaatiota, sillä kokonaistarjonta ei kasvaisi samassa tahdissa. Inflaatio vähentää kuluttajien ostovoimaa. Investointien loputtua ja pitkällä aikavälillä kaivosten vaikutus inflaatioon vähenee ja inflaation kehitys palaa lähelle perusuraa. (Törmä & Reini 2009, 21–22.)

On muistettava, että yksityisen kulutuksen kasvu sisältää myös alueen ulkopuolella käytettäviä tuloja. Kaivoshankkeissa on tyypillisesti mukana useita alihankkijoita. Etenkin rakentamisen aikana kaivoksilla voi olla paljon työvoimaa alueen ulkopuolelta. Saartenojan ym. (2007) tutkimuksessa ilmeni, että tarkkaa palkkatulojen jakautumista alueen ja muun maan kesken on vaikea selvittää.



Kuvio 12 Kainuun käytettävissä olevat nimellistulot (Törmä & Reini 2009, 21)

7.3.2 Vaikutukset muihin maakuntiin

Reini, Määttä ja Törmä (2011, 20–22) tutkivat Talvivaaran jalostusketjun ja siihen liittyvien investointien aluetaloudellisia vaikutuksia. Heidän mukaansa Talvivaaran kaivoksessa hyödynnettäviä raaka-aineita toimitetaan noin kolmasosa Suomen alueelta ja kaksi kolmasosaa ulkomailta. Suomesta raaka-aineita toimitetaan Uudeltamaalta, Keski-Pohjanmaalta, Kymenlaaksosta, Lapista, Pohjois-Pohjanmaalta, Pohjois-Savosta ja Satakunnasta. Suurin osa raaka-aineista on kemianteollisuuden tuotteita. Raaka-aineostoilla ei ole kuitenkaan merkittäviä taloudellisia vaikutuksia näihin maakuntiin, koska suuri osa Talvivaaran kaivoksen raaka-aineistoista kohdistuu ulkomaille.

Talvivaaran kaivoksella tuotettu nikkeli jalostetaan Norilski Nikelin Harjavallan tehtaassa. Osa jalostetusta nikkelistä jatkojalostetaan tämän jälkeen Outokumpu Oyj:n Tornion terästehtaalla. Talvivaaran kaivoksen tuottama sinkkimalmi jalostetaan Belgiassa Nyrstar N.V:n sinkkitehtaassa.

Reinin ym. (2011, 23) mukaan Talvivaaran kaivoksen tuotteiden jatkojalostuksella Harjavallassa ja Torniossa on vaikutuksia etenkin Satakunnan ja Lapin alueiden talouteen ja työllisyyteen. Nikkelin jalostus lisää kummankin alueen talouskasvua noin prosentilla. Sekä Satakunnan että Lapin tuotannon kasvulla on vaikutusta myös metallituotteiden valmistuksen, rakentamisen, metallimalmien louhinnan ja kierrätyksen toimialoihin.

7.4 Työllisyysvaikutukset

Törmä ja Zawalinska (2007, 30–33) arvioivat Talvivaaran kaivoksen toiminnan aikaisiksi työllisyysvaikutuksiksi noin 2000 henkilötyövuotta. Korhonen ja Ponnikas (2006, 37) arvioivat Talvivaaran kaivoksen työllisyysvaikutusten olevan 660–880 henkilötyövuotta. Ero näissä tutkimuksissa saatujen arvioiden välillä johtuu käytettyjen tutkimusmenetelmien erilaisuudesta.

Korhonen ja Ponnikas käyttivät työllisyysvaikutusten laskennassa vuoden 2003 kansallisen panos-tuotostaulukon mukaan laskettua metallimalmien louhinta -toimialaluokan työllisyyskerrointa. Työllisyyskerroimen avulla ilmaistaan yhden työpaikan lisäyksen vaikutus kokonaistyöllisyyteen. Suomessa tämä työllisyyskerroin on tasolla 1,28–3,17. Esimerkiksi kun yhtiöön syntyy yksi uusi työpaikka, muodostuu muualle talouteen 1,6 muuta työpaikkaa. Tällöin työllisyyskerroin on 2,6. Korhonen ja Ponnikas käyttivät työllisyyskerrointa 2,2. He ottivat laskelmiin mukaan vain kaivosyhtiöiden ja niihin ketjuuntuvien alihankkijoiden välittömät ja välilliset vaikutukset. He laskivat kokonaistyöllisyysvaikutukset kahdelle vaihtoehdoiselle Talvivaaran kaivoksen suoralle työllisyysvaikutusarviolle 300 tai 400 henkilötyövuodelle.

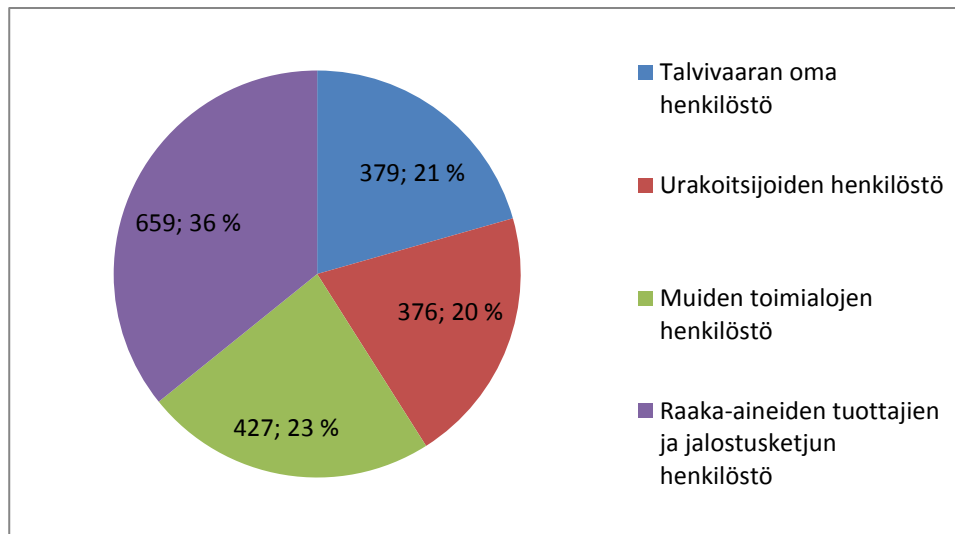
Törmä ja Zawalinska (2007, 30–33) käyttivät RegFin-mallia. Heidän tutkimuksensa mukaan kaivoksen toimintavaiheen työllisyysvaikutukset kaivostoiminnan ja louhinnan toimialalle olisivat noin 500 henkilötyövuotta, kun toimialan sisäiset kerrannaisvaikutukset otetaan huomioon. Tämän lisäksi syntyisi kerroinvaikutuksina 1500 henkilötyövuotta etenkin palvelutoimialoille, terveydenhuoltoon ja sosiaalipalveluihin, kauppaan ja majoitus- ja ravitsemusalalle.

Reini ym. arvioivat (2011, 7) seurantatutkimuksessaan Talvivaaran kokonaistyöllisyysvaikutuksia. Tällöin kaivos oli jo toiminnassa, ja tutkijaryhmällä oli käytössään taustatietona kaivoksen toteutuneita työvoimatietoja. Tutkijat arvioivat Talvivaaran kaivoksen kokonaistyöllisyysvaikutukseksi 1841 henkilötyövuotta. Tämä koostui Talvivaaran omasta henkilöstöstä (379 henkilötyövuotta), urakoitsijoiden henkilöstöstä (376 henkilötyövuotta), muiden toimialojen osuudesta (427 henkilötyövuotta) ja raaka-aineiden sekä jalostusketjun työllisyysvaikutuksesta (659 henkilötyövuotta).

Talvivaaran kaivos on pääasiassa kainuulainen työpaikka, joka työllistää eniten kainuulaisia, ja hyödyttää näin ollen erityisesti Kajaanin ja Sotkamon työllisyyttä. Kainuulaisten kokonaisuus henkilöstöstä on lähes 80 prosenttia, josta kajaanilaisia on yli 40 prosenttia, ja sotkamolaisia 30 prosenttia. Kaivoksella työskentelevien aliurakoitsijoiden henkilöstöstä on kainuulaisten osuus noin 60 prosenttia. (Reini ym. 2011, 7.)

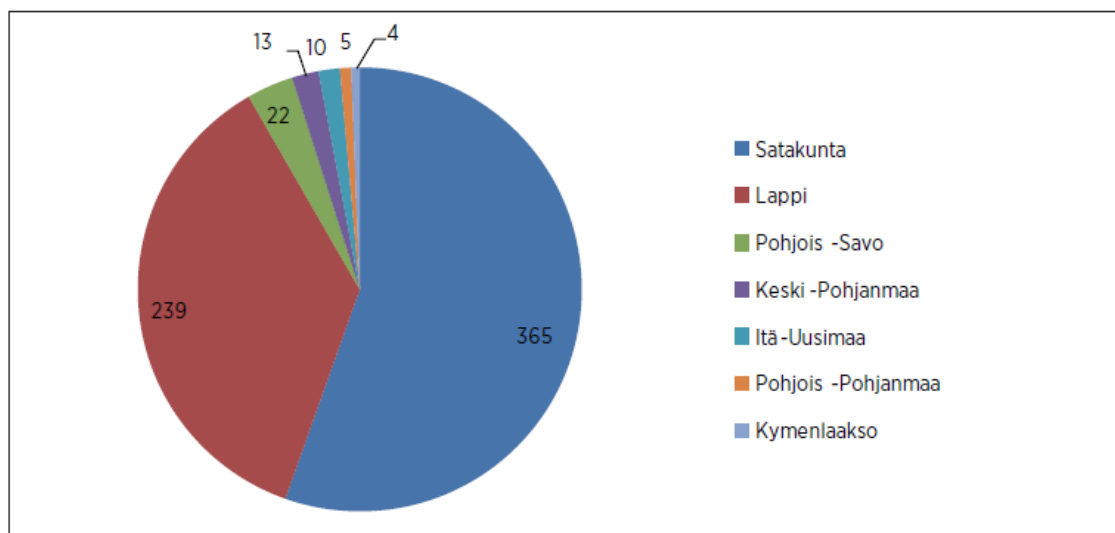
Pendelöintiä eli oman asuinkunnan tai -kaupungin ulkopuolelle suuntautuvaa työsäkäyntiä ei merkittävästi suuntaudu Talvivaaraan. Tähän tulokseen ovat tulleet niin Törmä ja Reini (2008, 11–14), jotka selvittivät Talvivaaran kaivoksen vaikutuksia pen-

delöinnin määrää Kainuussa sekä Saartenoja ym. (2007, 30–35), jotka tutkivat Ylä-Savosta Talvivaaraan suuntautuvaa pendelöintiä.



Kuvio 13 Talvivaaran kokonaistyöllisyysvaikutusten suhteellinen jakautuminen

Kuviossa 13 havainnollistetaan Talvivaaran kokonaistyöllisyysvaikutusten suhteellista jakautumista. Kuvioista havaitaan, että raaka-aineiden ja jalostusketjun työllisyysvaikutusten osuus on yhteensä 36 prosenttia kokonaistyöllisyysvaikutuksista. Reinin ym. (2011, 29) tutkimuksen perusteella Talvivaaran kaivoksen metallirikasteiden jatkojalostus, joka tapahtuu Harjavallassa ja Torniossa, tuottaa merkittäviä vaikutuksia etenkin Satakunnan ja Lapin alueiden työllisyyteen. Tästä Satakunnan alueelle seuraa työllisyysvaikutus, joka on noin 365 henkilötyövuotta. Lapin osalta kokonaisvaikutus on noin 239 henkilötyövuotta. Talvivaaran jalostusketjun tuottamat työllisyysvaikutukset ulottuvat jalostusketjun kautta yhteensä seitsemään maakuntaan (kuvio 14).



Kuvio 14 Talvivaaran jalostusketjun vaikutukset maakuntien työllisyyteen (Reini, Määttä & Törmä 2011, 28)

7.5 Vaikutukset Kainuun muuttoliikkeeseen

Kaivosten aluetalousvaikutusten yhteydessä voidaan tutkia myös kaivoksen aiheuttamia muutoksia alueen väestömäärään. Tämän kaltaiset tutkimukset tulisivat kyseeseen etenkin alueilla, joissa väestön määrä on laskeva. Kainuussa väestön väheneminen on ollut ongelma jo pitkään.

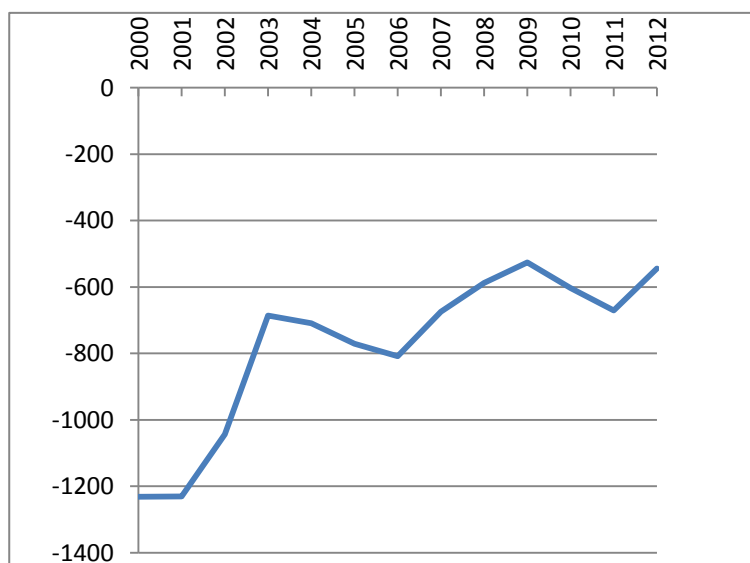
Törmä ja Reini (2008, 14–15) rakensivat muuttoliikemallin, jonka avulla he pyrkivät ennustamaan kuinka paljon Kainuu voisi vähentää vuotuista muuttotappiota. Törmä ja Reini suorittivat regressioanalyysyjä, joissa he saivat parhaan selityksasteen asetelmassa, jossa nettomuuton henkilömäärää selitettiin alueen ja koko maan bruttokansantuotesuhteella sekä alueen ja koko maan työttömyysasteiden suhteella. Nettomuutolla tarkoitetaan alueen tulo- ja lähtömuuton erotusta. Törmän ja Reinin malli selitti 67 %:a nettomuuton maakunnittaisesta vaihtelusta, kun kumpikin selittäjä olivat tilastollisesti merkittäviä. Bruttokansantuotesuhteella oli positiivinen kerroin ja työttömyysastesuhteelle negatiivinen kerroin.

Kainuun alueellisen bruttokansantuotteen kasvu lisää tulomuuttoa ja ehkäisee lähtömuuttoa, jolloin muuttotappio laskee. Työttömyysasteen alenemisella on samanlainen vaikutus. Törmän ja Reinin tutkimustulos on, että kaivoksella olisi pieni myönteinen vaikutus muuttoliikkeeseen. Koko laskentaperiodin 2007–2031 aikana heidän mallinsa ennusteen mukaan muuttotappio vähenisi 288 henkilöllä. Tästä 170 henkilöä muuttaisi vuoden 2008 aikana.

Taulukko 3 Väestönmuutokset Kainuussa vuosina 2000–2012 (mukaeltu Väestönmuutokset Kainuussa, aikasarja 1980–2012.)

Vuosi	Nettomuutto	Muutos edelliseen vuoteen
2000	-1232	
2001	-1231	-1
2002	-1044	-187
2003	-686	-358
2004	-709	23
2005	-771	62
2006	-808	37
2007	-674	-134
2008	-588	-86
2009	-526	-62
2010	-603	77
2011	-671	68
2012	-544	-127

Taulukossa 3 tarkastellaan Kainuun toteutuneita väestönmuutosten tilastoja. Taulukosta havaitaan, että vuoden 2008 aikana Kainuun nettomuutto oli negatiivinen eli alueelta muutti pois 588 ihmistä enemmän kuin alueelle muutti. Kun tätä verrataan vuoden 2007 tilanteeseen, havaitaan, että nettomuuton määrä väheni vuodessa 86 hengellä. Vuonna 2009 muuttotappio vähenisi edelliseen vuoteen verrattuna 62 hengellä. Vuonna 2010 eli kaivoksen rakentamisvaiheen päätyttyä nettomuuton määrän väheneminen taittui. Kuviossa 15 havainnollistan nettomuuton kehitystä.



Kuvio 15 Kainuun nettomuutto vuosina 2000–2012

Vertaamalla toteutuneita tilastoja Törmän ja Reinin (2008) muuttoliikemallin ennusteeseen, voidaan havaita ennusteen tulosten olevan samansuuntaisia toteutuneiden tulosten valossa. Törmän ja Reinin tutkimuksessa mallin selityksaste oli vain 67 %:a, mitä voinee pitää melko alhaisena. Mallia voidaan kuitenkin mielestäni hyödyntää väestönmuutosten arvioinnissa apuvälineenä.

8 LOPUKSI

8.1 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin kaivoshankkeen taloudellisia vaikutuksia, ja selvitettiin taloustieteellisiä mallinnusmenetelmiä aluetaloudellisten vaikutusten arviointiin.

Ensimmäiseksi tutkimuskysymykseksi asetettiin, mitä taloudellisia vaikutuksia kaivoksella on? Tutkielmassa selvitettiin, että uusien kaivosten aikaansaamat ja talouteen tuomat lisät perustuvat kaivosinvestointien ja kaivostoiminnan vaikutuksesta talouskasvuun ja työllisyyden vahvistumiseen. Lisääntyneen työllisyyden myötä palkkatulot ja kulutus kasvavat, ja tuovat talouteen lisäkasvua.

Kaivostoiminnan on arvioitu tuovan kansantalouden tuotokseen 2,5 miljardin vuotuisen kasvun vuoteen 2020 mennessä. Kaivostoiminnalla on työllisyysvaikutuksia niin investointi- kuin toimintavaiheessa. Kaivoksen investointivaiheen suorat työllisyysvaikutukset koostuvat pääosin erilaisista rakennustöistä ja suunnittelusta. Kaivoksen rakentamisvaiheessa käytetään paljon välituotteita muilta toimialoilta, mistä syntyy kerrannaisvaikutuksia teollisuus- ja palvelualoille. Kaivoksen toimintavaiheen työllisyysvaikutuksista suoria vaikutuksia ovat ne, jotka liittyvät suoraan kaivostoiminnan ylläpitämiseen. Tämän lisäksi investointi- ja toimintavaiheessa työllistyvien ihmisten palkkatuloista kanavoituu johdettuina vaikutuksina etenkin palvelualalle. Kaivostoiminta vaikuttaa aluetalouteen myös lisääntyvien yhteisöverojen, kunnallisverojen ja kulutuksen kasvuun liittyvien verojen kautta.

Toinen tutkielman ydinkysymys oli, millä menetelmällä kaivosten aluetaloudellisia vaikutuksia tutkitaan? Tässä tutkielmassa esiteltiin kaksi mallia, joiden avulla voidaan arvioida kaivosten aluetaloudellisia vaikutuksia. Panos-tuotos-mallia on aiemmin paljon hyödynnetty aluetaloudellisissa tutkimuksissa, mutta etenkin kaivosten vaikutustutkimuksissa on viime vuosina käytetty laskennallista yleisen tasapainon mallia.

Panos-tuotos-malleissa hyödynnetään panos-tuotos-aineiston perusteella laskettuja panoskertoimia, joiden avulla voidaan analysoida, kuinka panoskäytön on muututtava, kun esimerkiksi kysyntä muuttuu. Alueellisia panos-tuotos-malleja käytetään erityisesti silloin, kun halutaan saada kattava käsitys alueen kokonaisrakenteesta ja eri toimialojen riippuvuuksista, ja samalla nähdä ne koko kansantalouden osana. Kaivoshankkeiden aluetaloudellisten vaikutusten arviointiin voidaan soveltaa täydennettyjen maakuntatason panos-tuotostilastojen pohjalte rakennettuja alueellisia panos-tuotos-malleja.

Yleisen tasapainon mallit hyödyntävät samaa perusaineistoa kuin panos-tuotos-mallit. Yleisen tasapainon malleissa panosrakenne esitetään tuotanto- ja kysyntäfunktioiden avulla. Mallit nojaavat teorian osalta kilpailullisten markkinoiden teoriaan, jossa kotitalouksien päätökset hyödykkeiden kysynnästä ja tuotannontekijöiden tarjonnasta pe-

rustuvat budjettirajoitteen ehdollistamalle hyödyn maksimoinnille, ja yritysten hyödykkeiden tarjonnan ja tuotannontekijöiden kysynnän määrittelee teknologiarajoitteen ehdollistama voiton maksimointi. Mallin keskeisiä elementtejä ovat käyttäytymisyhtälöt.

Kolmanneksi tutkimuskysymykseksi esitettiin, miten RegFin-aluemallin avulla tutkitaan aluetaloudellisia vaikutuksia? Tutkielmassa selvitettiin mallin teoreettinen perusta sekä käyttäytymisyhtälöt. RegFin-aluemalli perustuu pienelle avotaloudelle kehitettyyn yleisen tasapainon malliin, jossa on huomioitu myös väestömuutokset ja työttömyys. RegFin-mallin sosiaalitalinpitomatriisi on tyypillisesti rakennettu alueellisesta aineistosta alhaalta ylös -lähestymistavalla. Tämän lähestymistavan avulla pystytään tarkastelemaan tietoja hyvin yksityiskohtaisella tasolla, joten malli on sovelias monien aluetasolla vaikuttavien ilmiöiden mallintamisessa.

Lopuksi tutkielmassa pohdittiin miten Talvivaaran kaivos on vaikuttanut Kainuun aluetalouteen? Talvivaaran kaivoksen vaikutus Kainuun talouskasvuun ilmeni etenkin kaivoksen investointivaiheessa. Kaivoksen tuotantovaiheen vaikutus Kainuun vuotuisen bruttokansantuotteeseen arvioitiin olevan 1,2 prosenttia. Talvivaaran kaivoksen jalostusketjulla on vaikutusta etenkin Satakunnassa ja Lapissa, joiden kummankin alueen kokonaistuotanto kasvaa noin prosentilla. Talvivaaran kaivos on pääasiassa kainuulainen työpaikka, joka työllistää eniten kainuulaisia, ja hyödyttää näin ollen Kajaa- nin ja Sotkamon työllisyyttä. Talvivaaran kaivoksen kokonaistyöllisyysvaikutukset ovat arviolta 1841 henkilötyövuotta. Lisäksi tutkielmassa esiteltiin Törmän ja Reinin (2008) muuttoliikemallin laskelma, joiden mukaan Talvivaaran kaivos vaikuttaa Kainuun muuttotappion pienenemiseen.

8.2 Jatkotutkimusehdotukset

Kaivostoiminnalle on luonteenomaista, että sillä on aina joitain ympäristö- ja sosiaalisia vaikutuksia. Tästä syystä kaivosten taloudellisia vaikutuksia tulisi arvioida samanaikaisesti ympäristövaikutusten kanssa. Suomessa ei ole tällä hetkellä aiheesta kovinkaan paljoa tutkimusaineistoa. Haltia, Holm ja Hämäläinen (2012) ovat käsitelleet aihetta tutkimuksessaan: Kaivostoiminnan taloudellisten hyötyjen ja ympäristö- ja hyvinvointivaikutusten arvottaminen. Lisäksi Suomen ympäristökeskuksella ja Pellervon taloustutkimuksella on käynnissä hanke, jonka aihepiirinä on kaivostoiminnan taloudellinen hyöty ja ympäristöhaittojen rahamääräinen arvottaminen. Tästä tutkimuksesta ei ollut lopullista raporttia saatavilla tämän pro gradu -tutkielman valmistumiseen mennessä.

Talvivaaran kaivos on ollut runsaasti julkisuudessa etenkin kaivoksen ympäristövaikutusten vuoksi. Tästä syystä pitäisin tärkeänä, että Talvivaaran aluetaloudelliset vaikutukset arvioitaisiin yhdessä ympäristövaikutusten kanssa käyttäen ympäristötaloustieteellisiä arvottamismenetelmiä.

Lisäksi mielenkiintoinen tutkimuksen kohde mielestäni olisi myös arvioida sitä, kuinka kaivosten yhteiskuntavastuullinen toiminta vaikuttaa yritysten liiketoimintaan, ja kanavoituvatko nämä vaikutukset aluetalouteen.

LÄHTEET

- Ainali, Saara (2006) *Pohjois-Pohjanmaan toimialojen vuorovaikutus: näkökulma seutukuntien työllisyyteen*. Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus, Oulu.
- Alapassi, Markus – Aaltonen, Riikka (2012) Lainsäädäntö. Teoksessa: *Suomen kaivosteollisuuden tilannekatsaus vuonna 2012*, toim. Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, 16–20, Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Alueellinen panos-tuotos. Tilastokeskus. <<http://www.stat.fi/til/apt/>>, haettu 27.2.2014.
- BKT maakunnittain. Kunnat.net.
<<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/indikaatori/Sivut/ind.aspx?ind=5002&th=500>>, haettu 3.3.2014.
- Etelä-Savon maakuntaliitto (1997) *Suuri aluepolitiikka Suomessa v. 1994 ja RegFin-aluemalli*. Etelä-Savon maakuntaliitto, Mikkeli.
- Evans, M. Anthony (1992) *Ore geology and Industrial minerals*. 3. p. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Forssell, Osmo (1985) *Panos-tuotostallit*. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Helsinki.
- Geologian tutkimuskeskus (2014a) Teollisuusmineraalit.
<<http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/teollisuusmineraalit/index.html>>, haettu 27.2.2014.
- Geologian tutkimuskeskus (2014b) Hi-Tech-metallit.
<http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/metallit/hi_tech_metallit.html>, haettu 3.3.2014.
- Haataja, Juha (2001) *GAMS-ohjelmiston pikaopas*. CSC-tieteellinen laskenta Oy, Espoo.
- Haltia, Emmi – Holm, Pasi – Hämäläinen, Kaisa (2012) *Kaivostoiminnan taloudellisten hyötyjen ja ympäristö- ja hyvinvointivaikutusten arvottaminen*. Pellervon taloustutkimus, Helsinki.
- Hernesniemi, Hannu – Berg-Andersson, Birgitta – Rantala, Olavi – Suni, Paavo (2011) *Kalliosta kullaksi Kummusta klusteriksi, Suomen mineraaliklusterin vaikuttavuusselvitys*. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Helsinki.
- Honkatukia, Juha (2009a.) Yleisen tasapainon käyttö työllisyyden kehityksen ennakkoinnissa ja talouspolitiikan vaikutusten analysoinnissa. *Työpoliittinen aikakauskirja*, 1/2009, 5–19.
- Honkatukia, Juha (2009b.) *VATTAGE – A dynamic, applied general equilibrium model of the Finnish Economy*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Helsinki.
- Honkatukia, Juha - Marttila, Kimmo - Sulamaa, Pekka (2007) *Budjetin aluevaikutukset - alueellistamis- ja tuottavuusohjelman vaikutukset maakunnissa*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Helsinki.

- Honkatukia, Juha – Törmä, Hannu (2005) *Stora Enso Oyj:n Veitsiluodon paperiteollisuuden 50-vuotisen toiminnan alueellinen kokonaisvaikuttavuus*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Helsinki.
- Kainuu tilastoina 2013. Kainuun liitto. <<http://www.kainuunliitto.fi/52>>, haettu 3.2.2014.
- Kainuun aluetalouuskatsaus 06/2013. Kainuun liitto. <<http://www.kainuunliitto.fi/uutiset.html?a100=61>>, haettu 10.2.2014.
- Kainuun etäisyydet Suomessa. Kainuun liitto. <<http://www.kainuunliitto.fi/48>>, haettu 2.2.2014.
- Kaivoslaki. Valtion säädöstietopankki. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110621?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=kaivoslaki>>, haettu 3.2.2014.
- Karhula, Mervi – Loukola-Ruskeeniemi, Kirsti (2012) Kaivostoiminnan edellytykset Suomessa. Teoksessa: *Suomen kaivosteollisuuden tilannekatsaus vuonna 2012*, toim. Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, 16–20, Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Karppinen, Ari – Oikarinen, Elias (2008) *Olkiluoto 3-ydinvoimalan rakentamisen taloudelliset vaikutukset*. Turun kauppakorkeakoulu: Porin yksikkö, Julkaisusarja A25/2008, Pori.
- Kerkelä, Leena (2012) *Suhdanteiden ja rakennemuutosten aluetaloudelliset vaikutukset*. Pellervon taloustutkimus, Helsinki.
- Kilponen, Juha – Ripatti, Antti (2006) Suomen Pankin dynaaminen yleisen tasapainon malli (Aino) ja reaalisten suhdannevaihteluiden teoria*. *Kansantalouden aikakauskirja*, 2006: (102; 4), 451–464.
- Kokko, Maarit (2013) *Kaivosteollisuus*. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Kopra, Sanna (2011) *Kainuun ilmastostrategia*. <http://sote.kainuu.fi/general/Uploads_files/Aluekehitys/Ilmastostrategia/Ilmastostrategia_2020_2510_pieni.pdf>, haettu 3.2.2014.
- Korhonen, Ilkka (2012) Kaivosteollisuuden rahavirrat. Teoksessa: *Suomen kaivosteollisuuden tilannekatsaus vuonna 2012*, toim. Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, 34–37, Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Korhonen, Sirpa – Ponnikas, Jouni (2006) *Töihin Talvivaaraan? Selvitys Talvivaaran kaivoshankkeen työvoiman kysynnästä ja tarjonnasta*. Oulun yliopisto: Kajaanin kehittämiskeskus. Oulun yliopistopaino, Oulu.
- Koski, Kimmo (2005) *Pampalon kultakaivoksen työllisyys- ja aluetaloudelliset vaikutukset*. <http://viestinta2.kpakk.fi/mine/uploads/julkaisut/ilomantsin_pampalon_kk.pdf>, haettu 27.2.2014.

- Kunnari, Marika – Niemelä, Mikko – Suikkanen, Asko (2008): *Kaivoshankkeiden käynnistämisvaiheiden ennakoidut sosiaaliset vaikutukset ja vaikutusten hallinnan tutkimusohjelma*. Lapin yliopisto: yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja, Lapin yliopistopaino. Rovaniemi.
- Laasanen, Juhani (2010a) *Pajala-Kolari kaivoshankkeen vaikutukset Kolarin kuntaa*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Laasanen, Juhani (2010b) *Soklin kaivoksen vaikutukset Savukosken kuntaan*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Lastusilta, Toni (2011) *GAMS MINLP Solver Comparisons and Some Improvements to the AlphaECP Algorithm*. Åbo Akademi University: Department on Chemical Engineering, Painosalama Oy, Turku.
- Lindborg, Timo (1996) *Suomalaisen kaivosklusterin rakennemuutos*. Oulun yliopisto: Taloustieteen osaston tutkimuksia No. 36, Oulu.
- Marttila, Kimmo (2007) *Kotitalouksien rahavirrat alueiden välisessä sosiaalitalinpito-matriisissa*. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto: taloustieteiden tiedekunta. Jyväskylä.
- Mitchell, Paul (2009) *Taxation and investment issues in mining*. <<http://eiti.org/files/MINING%20Compressed.pdf#page=113>>, haettu 4.3.2014.
- Mäkelä, Marko M. – Männikkö, Timo (1989) Yleisen tasapainon mallien numeerinen ratkaiseminen. Teoksessa: *Suomen kansantalouden yleisen tasapainon malli – projektin loppuraportti*, toim. Hannu Törmä, 53–63. Jyväskylän yliopisto: taloustieteen laitoksen julkaisu N:o 79/1989, Jyväskylä.
- Newby, Elisa – Railavo, Jukka – Ripatti, Antti (2011) Estimoitu yleisen tasapainon malli ennustekäyttöön. *Euro ja talous*, 3/2011, 56–64.
- Niemelä, Sami (1997) *Yleisen tasapainon mallin numeerinen ratkaiseminen*. Pro gradu -tutkielma, Turun yliopisto: Taloustiede, Turku.
- Niemelä, Sami (2002) *Yleisen tasapainon numeeristen mallien soveltaminen*. Turun yliopisto: Taloustiede, Research Reports 100, Turku.
- Nieminen, Jouko (2013) Alueelliset kehitysnäkymät 1/2013. <http://www.kainuu.fi/UserFiles/suke/File/TILASTO_Alueelliset_kehitysnakymat_1_2013_web.pdf>, haettu 3.2.2014.
- Nieminen, Markku – Naukkarinen, Arvo – Jutila, Esa (1999) Pahtavaaran kultakaivoksen alueelliset vaikutukset. Vuorimiesyhdistys, Sarja A N:o 110, Oulun yliopistopaino. Oulu.
- Oikarinen, Elias (2002) *Kajaanin varuskunnan ja maasotakoulun taloudelliset vaikutukset*. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja, Sarja: Keskustelua ja raportteja 4:2002, Turku.
- Panos-tuotos. Tilastokeskus. <<http://www.stat.fi/meta/til/pt.html>>, haettu 27.2.2014.

- Papunen, Heikki – Haapala, Ilmari – Rouhunkoski, Pentti (1986) *Suomen malmigeologia*. Suomen geologiaseura, Mäntän kirjapaino, Mänttä.
- Ravaska, Aarni – Nenonen, Tuomo (1986) *Soklin kaivoshankkeen kansantaloudellinen kannattavuus ja aluetaloudelliset vaikutukset*. Oulun yliopisto: Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Monistus – kuvakeskus, Oulu.
- Reini, Kaarina – Määttä Susanna – Törmä Hannu (2011) *Talvivaaran kaivoksen jalostusketjun ja siihen liittyvien investointien aluetaloudelliset vaikutukset*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- RegFin-mallit. Ruralia-instituutti.
<<http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/regfin.htm>>, haettu 3.3.2014.
- Rosenqvist, Olli (2005) *Kokkolan ja Kaustisen seutukuntien kaivostoimintaselvitys*. Jyväskylän yliopisto: Chydenius-instituutti, Kokkola.
- Saartenoja, Antti – Törmä, Hannu – Valkosalo, Pauli – Zawalinska, Katarzyna (2007) *Talvivaaran kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset Ylä-Savon seutukuntaan, sen kuntiin sekä Rautavaaran kuntaan*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Shoven, John B. – Whalley, John (1992) *Applying General Equilibrium*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Susiluoto, Ilkka (1999) *Aluetalouden kokonaismallit: pääsuuntia ja kehityslinjoja*. Helsingin kaupungin tietokeskus, Tutkimuksia 1999:12, Helsinki.
- Suomen mineraalistrategia.
<http://projects.gtk.fi/export/sites/projects/mineraalistrategia/documents/SuomenMineraalistrategia_2.pdf>, haettu 3.2.2014.
- Talvivaaran kaivoksen tuotantoprosessi. Talvivaaran Kaivososakeyhtiö ja Talvivaara Sotkamo Oy. <<http://www.talvivaara.com/toiminta/Tuotantoprosessi>>, haettu 27.1.2014
- Talvivaaran Kaivososakeyhtiön vuosikertomukset 2008–2012. Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj.
<<http://www.talvivaara.com/sijoittajat/Taloustieto/vuosikertomus>>, haettu 3.3.2014.
- Talvivaaran Kaivososakeyhtiön pörssitiedote 2014. Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj.
<http://www.talvivaara.com/media/Talvivaara_tiedotteet/porssitiedotteet/porssitiedote/t=talvivaaran-kaivososakeyhti-oyj/id=47423507>, haettu 11.3.2014.
- Tamminen, Saara (2012) VATT:n mallit ja ennakointityö.
<http://www.pilkahdus.fi/sites/default/files/16_vattn_mallit_ja_ennakointityo.pdf>, haettu 10.2.2014.
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2014a. Metallimalmikaivokset 2012.
<<http://www.tem.fi/yritykset/kaivosteollisuus>>, haettu 2.2.2014.

- Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b. Teollisuusmineraali, vuolukivi- ja jalokivikaivokset 2012. <<http://www.tem.fi/yritykset/kaivosteollisuus>>, haettu 2.2.2014.
- Törmä, Hannu (2008) Do Small Town Development Projects Matter, and Can CGE Help? *Spatial Economics Analysis*, Vol. 3 (2), 247–268.
- Törmä, Hannu (2010a) *Läntän litium- ja Kälviän ilmeniittikaivoshankkeiden aluetaloudelliset vaikutukset Keski-Pohjanmaan maakuntiin, sen seutukuntiin, Kokkolan kaupunkiin sekä Kaustisen, Halsuan ja Toholammin kuntiin*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, RegFin-raportteja.
- Törmä, Hannu (2010b) *Mahdollisen kultakaivoksen vaikutukset Seinäjoen seutukuntaan-esitutkimus*. Helsingin yliopisto: Ruralia-insituutti, RegFin-raportteja.
- Törmä, Hannu – Kinnunen, Jouko – Määttä, Susanna – Zimoch, Ursula (2013) *Sodankylän Kevitsan kaivoksen alue- ja kunnallistaloudelliset vaikutukset*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Raportteja 102, Seinäjoki.
- Törmä, Hannu – Reini, Kaarina (2008) *Talvivaaran kaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten seurantatutkimus*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Törmä, Hannu – Reini, Kaarina (2009) *Suomen kaivosalan aluetaloudelliset vaikutukset elinkeinorakenteeseen ja työllisyyteen*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Törmä, Hannu – Rutherford, Thomas (1998) *Regional computable general equilibrium model for Finland*. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Sarja E: Työpape-reita 1/1998, Kemi.
- Törmä, Hannu – Rutherford, Thomas F. (2004) *Voitaisiinko Norjan aluepolitiikkamallia ja arvonlisäverouudistusta soveltaa tehokkaasti Pohjois-Suomeen?* Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 4/2004, Kemi.
- Törmä, Hannu – Zawalinska, Katarzyna (2007) *Talvivaaran nikkelikaivoshankkeen aluetaloudelliset vaikutukset*. Helsingin yliopisto: Ruralia-instituutti, Seinäjoki.
- Uusisuo, Maija (2012a) *Kaivosteollisuus*. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Uusisuo, Maija (2012b) Suomen kaivostoiminta ja kaivoshankkeet. Teoksessa: *Suomen kaivosteollisuuden tilannekatsaus vuonna 2012*, toim. Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, 6–16, Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Vaittinen, Risto (1995) *Numeeriset yleisen tasapainon mallit: teoreettinen tausta ja empiiriset sovellukset*. Kuluttajatutkimuskeskus, Keskustelualoitteita 15/1995, Helsinki.
- Väestönmuutokset Kainuussa, aikasarja 1980-2012. Kainuun liitto. <http://www.kainuu.fi/index.php?mid=2_406_407&la=fi>, haettu 3.3.2014.

Väestönmuutokset kunnittain 2013, ennakkotieto tammi-joulukuu. Kainuun liitto.
<http://www.kainuu.fi/index.php?mid=2_406_407&la=fi>, haettu
3.2.2014.