



Metsitystuen mahdollisuudet ilmastopolitiikassa

Henrik Wejberg
Maisterin tutkielma
AGERE maisteriohjelma
Taloustieteen osasto
Helsingin yliopisto
2020



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos/Institution – Department	
Maatalous-metsätieteellinen		Taloustieteen laitos	
Tekijä/Författare – Author			
Henrik Wejberg			
Työn nimi / Arbetets titel – Title			
Metsitystuen mahdollisuudet ilmastopoliitikassa			
Oppiaine / Läroämne – Subject			
Maatalousekonomia			
Työn laji/Arbetets art – Level		Aika/Datum – Month and year	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages
Maisterin tutkielma		Huhtikuu, 2020	57
Tiivistelmä/Referat – Abstract			
<p>EU:n maatalouspolitiikka on muuttumassa vuosille 2021–2027. Samaan aikaan EU:n sisällä ilmastopoliitikassa tavoitellaan taakanjakosektoreilla päästövähennyksiä ja LULUCF-sektorilla nettonielua. Työn tavoite oli selvittää, voisiko metsitystuki olla kustannustehokas instrumentti, jolla voitaisiin vähentää sekä maatalouden että LULUCF-sektorin päästöjä.</p> <p>Teoriapohjana on käytetty ulkoisvaikutuksia ja kustannus-hyötyanalyysia. Maataloustukien negatiivisena ulkoisvaikutuksena on maankäytön muutos metsistä pelloiksi, jolloin maatalouden päästöt varsinkin turvemaista kasvavat ja hiilinielut pienenevät metsämaan vähentyessä. Kustannus-hyötyanalyysin avulla on mahdollista laskea maanomistajalle nettonykyarvo sekä viljelystä että metsityksestä. Näiden erotus kertoo vaadittavan metsitystuen suuruuden, jotta viljelijä suostuu muuttamaan maankäyttöään. Jos erotus on suurempi kuin saavutettavat ilmastohyödyt tietyllä hiilen hinnalla, metsitystuki ei ole tehokas instrumentti.</p> <p>Yksivuotisessa viljelyssä olevan turvemaan metsittämisen ilmastohyöty ylitti vaadittavan metsitystuen suuruuden jokaisen ELY-keskuksen alueella. Monivuotisessa viljelyssä turvemaan päästöt ovat sen verran alhaisemmat, ettei eniten metsitystukea vaativilla alueilla ilmastohyöty ylitä kustannuksia, kun päästöjen hinta on 25 € per hiilidioksidiekvivalenttonni. Metsityksen myötä ei pelkkä kasvavan biomassan hiilihyöty ylitä kustannuksia yhdenkään ELY-keskuksen alueella. Nykyisillä pellon nettonykyarvoilla metsitystuki ei ole nielujen lisäämiseksi kivennäismailla kustannustehokas keino.</p> <p>Metsitystuki olisi 25 €:n hiilidioksidiekvivalentin tonnihinnalla kustannustehokas keino useimpien paksu- turpeisten maiden metsitykseen. Lisätutkimusta tarvittaisiin siitä, miten metsitystuen käyttö vaikuttaisi muiden tukien määriin ja sitä kautta tuotantomääriin, kansallisten tukien määrään sekä taakanjakosektorin päästövähennystavoitteisiin.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Metsitystuki, turvepelto, maatalouspolitiikka			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
E-thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	5
1.1	Ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka	5
1.2	Suomen osa ilmastopolitiikassa.....	6
1.3	Maatalouspolitiikan rooli ilmastonmuutoksessa	7
1.4	Tutkielman tavoite ja rakenne	10
2	Teoreettinen tausta.....	11
2.1	Ulkoisvaikutukset.....	11
2.2	Kustannus-hyötyanalyysi	13
2.3	Maataloustukien vaikutus peltomaan määrään.....	15
2.4	Huutokaupan teoria ja informaatiokorko	17
3	Aineisto ja menetelmät	19
3.1	Viljelijän hyötyfunktio	19
3.1.1	Pellon nettonykyarvo	19
3.1.2	Metsän nettonykyarvo.....	20
3.1.3	Viljelijän maankäytön nettonykyarvo tuen kanssa	22
3.2	Maatalouden markkinametodilla laskettu kannattavuus	23
3.3	Pellon vuokra-aineisto maakunnittain	24
3.4	Maalajien alueellinen jakautuminen.....	25
3.5	Maalajien päästöt.....	25
4	Tulokset	26
4.1	Peltojen nettonykyarvo maakunnittain	26
4.2	Metsien nettonykyarvo maakunnittain	28
4.3	Vaadittava metsitystuen määrä maakunnittain.....	29
5	Tulosten analysointi.....	30
5.1	Metsitystuen allokointuminen	30
5.2	Metsityksen hyödyt verrattuna kustannukseen.....	32



5.3	Metsitystuki osana maatalouspolitiikkaa.....	40
5.3.1	Skenaario 1, nykytilanteen jatkaminen	41
5.3.2	Skenaario 2, metsitystuki tuotannon pysyessä samana.....	42
5.3.3	Skenaario 3, metsitystuki korvaa muita EU-tukia	42
5.3.4	Skenaario 4, metsitystuki ja kansallisten tukien lopettaminen	43
6	Johtopäätökset.....	46
7	Lähteet	47
8	Liitteet.....	52

1 Johdanto

1.1 Ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka

Ilmastonmuutos on aikamme suurin globaali ongelma. Jokaisella talouden sektorilla on odotettavissa muutoksia toimintatavoissa, jotta sektorin päästöt vähenisivät. Tämä koskee luonnollisesti myös maataloutta. Työni tavoitteena on tutkia maatalouspolitiikan vaikutuksia Suomen maankäyttöön sekä onko maatalouspolitiikan negatiivisia ulkoisvaikutuksia mahdollista korjata metsitystuen avulla.

Ilmastonmuutos aiheutuu siitä, kun hiilidioksidin ja muiden vastaavalla tavalla vaikuttavien kasvihuonekaasujen määrä ilmakehässä kasvaa. Yhä suurempi osa auringon säteilyenergiasta jää ilmakehään, koska kasvihuonekaasut vähentävät maanpinnalta avaruuteen takaisin heijastuvaa säteilyä. Mitä suurempi pitoisuus kasvihuonekaasuja on ilmakehässä, sitä suurempi osa auringon lämmittävästä säteilystä säilyykin ilmakehässä. (Hsiang & Kopp, 2018.)

Ilmakehä on kaikkien ihmisten jakama julkishyödyke. Julkishyödyke ei vähene, vaikka sitä käytetään, eikä sen käytöstä voi ketään sulkea pois. Kasvihuonekaasujen lisääntyminen ilmakehässä aiheuttaa huomattavaa hyvinvoinnin laskua ihmiskunnalle, koska ilmastonmuutos aiheuttaa kustannuksia kasvavina sään ääri-ilmiöinä, tulvina, ekosysteemien vaikeuksina sopeutua uuteen ilmastoon sekä merenpinnannousuna, joka voi uhata kokonaisia saarivaltioita. (Hsiang & Kopp, 2018; Stern, 2006.)

Koska missä tahansa ja mistä syystä tahansa aiheutettu kasvihuonekaasupäästö aiheuttaa saman määrän haittaa, on kaikilla, jotka aiheuttavat päästöjä negatiivinen vaikutus kaikkiin muihin. Päästöt ovat samanarvoisia riippumatta siitä, missä ja miten ne on päästetty. Tämän takia on tehty ilmastopimuksia, joiden tavoitteena on mahdollisimman laaja kattavuus. (United Nations, 2015; UNITED NATIONS, 2015.) Vuonna 2015 sovittu Pariisin ilmastopimus on näistä viimeisin. Ilmastopimusten tekeminen on taloudellisesti järkevää, koska yhdessä maassa tehty päästöjen vähennys ei estä ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia, mutta vähentää hyvinvointia. Päästöjen vähentäminen globaalisti on välttämätöntä ilmastonmuutoksen estämiseksi, koska päästöt syntyvät hajautetusti eri maissa ja yksittäisten maiden osuus suurimpia päästöjen aiheuttajia lukuun ottamatta ei ole merkittävä.

1.2 Suomen osa ilmastopolitiikassa

Suomi EU:n jäsenenä osallistuu EU:n ilmastopolitiikan toteutukseen. EU:n ilmastopolitiikassa päästöt on jaettu kolmeen sektoriin. Yksi päästösektori on energia- ja teollisuussektoria koskeva päästökauppa. Päästökaupassa jaetaan aluksi tietty määrä päästöoikeuksia markkinoille. Näin päästöille asetetaan katto, koska jokaista päästöä vastaan pitää olla päästöoikeus. Yritykset voivat käydä keskenään kauppaa päästöoikeuksista. Tämä kannustaa vähentämään kaikkia niitä päästöjä, joita voidaan vähentää pienemmillä kustannuksilla kuin päästöoikeuksia ostamalla. Tällaisella markkinnalla voidaan vähentää päästöjä siinä järjestyksessä kuin on edullisinta. (Aatola, Ollikainen, & Toppinen, 2013; Böhringer, Löschel, Moslener, & Rutherford, 2009.)

Taakanjakosektorilla ei ole päästökauppaa. Maat itse päättävät taakanjakosektorien vähennystoimien instrumentit. Ne voivat olla veroja, kansallista päästökauppaa tai suoraa sääntelyä. Taakanjakosektorille kuuluu liikenteen, maatalouden, rakennusten erillislämmityksen, jätehuollon sekä F-kaasujen päästöt. (Ympäristöministeriö, 2017.) LULUCF-sektori (land use, land use change and forestry) eli maankäyttö-, maankäytön muutos- ja metsätaloussektori on viimeinen kolmesta sektorista. Tässä sektorissa lasketaan maankäytön vaikutuksia päästöihin. Maankäytön muotoja ovat viljelysmaa, ruohikkoalueet, kosteikot, rakennettu maa sekä muu maa. LULUCF-sektorilla seurataan eri maankäyttömuotojen muutoksia ja maankäyttömuotojen päästöjä. Esimerkiksi paljon päästöjä aiheuttavat turvemaat kuuluvat kosteikot-luokkaan. Jos näiden määrä vähenee, LULUCF-sektorin päästöt pienenevät. (Aakkula et al., 2019; Koljonen et al., 2017; Ympäristöministeriö, 2017.)

EU:n yhteisessä ilmastopolitiikassa on määritelty taakanjakosektorin päästövähennystavoitteeksi 39 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (Ympäristöministeriö, 2017). LULUCF-sektorin tavoite on nettopäästöttömyys (Euroopan komissio, 2018b). Jos LULUCF-sektorin onkin päästölähde, nämä päästöt pitää korvata taakanjakosektorilla täysimääräisesti. Jos LULUCF-sektori on nielu, LULUCF-sektorin poistumasta on mahdollista siirtää maksimissaan 1,3 % taakanjakosektorille. Suomen tapauksessa tämä tarkoittaa noin 4,5 miljoonan CO₂e-tonnin siirtoa vuosille 2021–2030. Nettopoistuma voidaan myös myydä maille, joiden LULUCF-sektori on laskennallinen päästölähde (Nurmi & Ollikainen, 2019).

Tämä on taloudellisesti tehokasta, koska päästöjen vähentämisen rajakustannusten erotessa sektorien välillä, päästöjä voidaan vähentää enemmän sieltä, missä kustannus on alhaisempi, ja siirtää sektorille, jossa kustannus vähentämiselle olisi korkeampi. Kokonaisuutena EU:n ilmastopolitiikka

ei ole tässä mielessä tehokasta, koska päästöt on jaettu päästökaupan ja taakanjakosektorin alle (Böhringer et al., 2009.) Suomen tapauksessa olisi järkevää laskea, mikä on taloudellisesti tehokas kombinaatio päästövähennyksien suhteen. Tätä varten valtio tarvitsisi informaation eri taakanjakosektorien osa-alueiden ja LULUCF-sektorin päästövähennyksien rajakustannuskäyristä. Ilman sektorikohtaisia MACC (marginal abatement cost curves) eli päästövähennysten rajakustannuksia on mahdotonta vähentää päästöjä sieltä, missä se on edullisinta. Koska LULUCF- ja taakanjakosektorin välillä on mahdollista siirtää päästöjä, analyysissä pitää huomioida myös LULUCF-sektorin mahdollisuudet kasvattaa nettonielua joko metsitystä lisäämällä tai sektorin päästöjä vähentämällä. Työni tarkoitus on selvittää, onko metsitystuki maatalous- ja LULUCF-sektorilla sellainen väline, jonka MACC olisi tarpeeksi alhainen kustannustehokkaalle ilmastopolitiikalle.

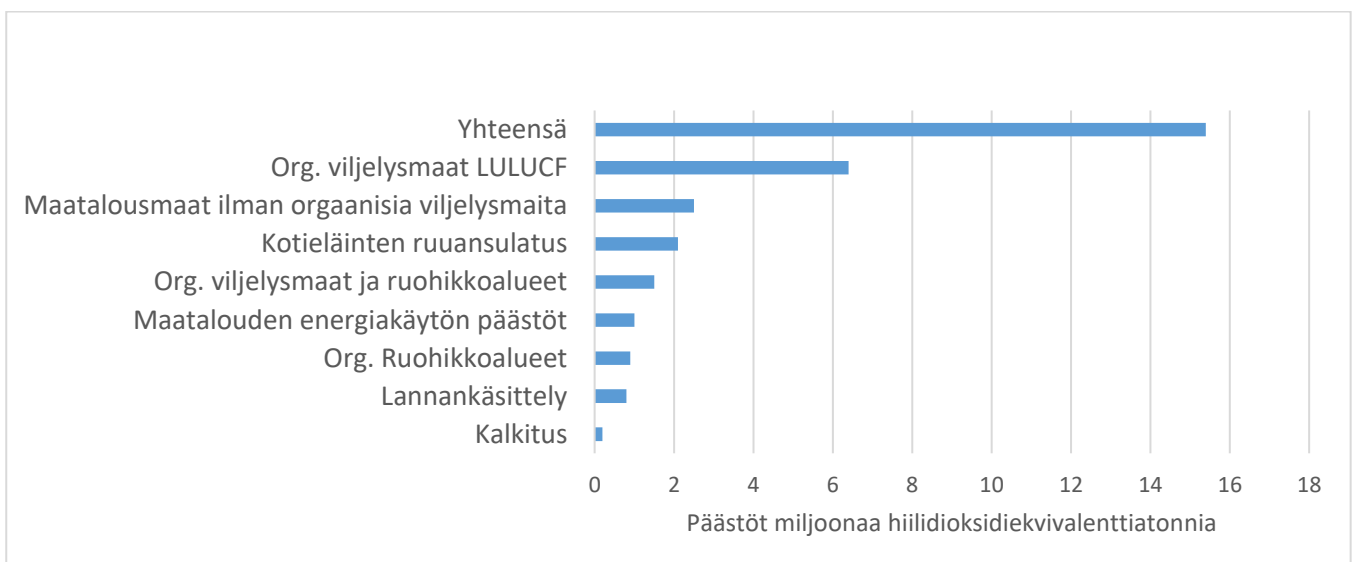
1.3 Maatalouspolitiikan rooli ilmastonmuutoksessa

Uusi Common Agricultural Policy (CAP) eli EU:n yhteinen maatalouspolitiikka muuttuu vuonna 2021 (Euroopan komissio, 2018a). Uuden CAP:n tavoitteena on ottaa ilmastonmuutos entistä vahvemmin huomioon tukien allokoinnissa. Maataloustuet ovat edellisillä ohjelmakausilla olleet hehtaariperusteisia (Niemi et al., 2014). Tämä on johtanut siihen, että heikkotuottoistakin maata kannattaa pitää viljeltyinä, kunhan hehtaarituki ylittää viljeltyinä pitämisen kustannukset (Kärkkäinen et al., 2019). Tällä viitataan tilanteeseen, jossa sadon arvo alittaa muuttuvat kustannukset, mutta hehtaari-tuen kanssa viljelyn jatkaminen on edelleen taloudellisesti kannattavaa. Tällöin maa, joka olisi parhaassa käytössä metsänä tai luonnollisessa tilassa, saattaa olla peltokäytössä.

Maankäyttömuotojen hyödyt poikkeavat toisistaan. Kaikki maankäyttömuodot tuottavat joko yksityis- ja/tai julkishyödykkeitä. Pelto tuottaa maankäyttömuotona eniten ruokaa. Luonnonvaraiset ekosysteemit tuottavat puuta, ylläpitävät elinympäristöjä ja biodiversiteettiä, säätelevät vesien virtausta ja laatua, sitovat hiiltä, vaikuttavat paikalliseen säähän, parantavat ilmanlaatua sekä ehkäisevät tartuntatautien leviämistä. (Foley et al., 2005.) Metsän omistajalleen tuottama hyöty tulee puun arvosta. Kaikki muut metsän hyödyt ovat julkishyödykkeitä. Näistä ei markkinoilla makseta kompensatiota, jolloin yksityisen hyöty metsästä poikkeaa metsän julkisesta hyödystä. Metsien kyky varastoida hiiltä on varsinkin tärkeä ilmastonmuutoksen takia. Suomen metsien hiilivarastoa voidaan kasvattaa lisäämällä metsäkäytössä olevan maan pinta-alaa tai muuttamalla metsänhoitokäytäntöjä enemmän hiiltä sitoviksi. (Pihlainen, 2017.) Puuhun sitoutunut hiili säilyy varastoituna, kunhan puun käyttötapa on pitkäikäinen. Pellon hehtaaritukien negatiivisena ulkoisvaikutuksena on

metsien pinta-alan väheneminen, mikä taas vähentää kokonaisuutena metsien tuottamien julkishyödykkeiden määrää. Jos maankäyttömuotojen ulkoisvaikutuksia ei ole hinnoiteltu oikein, maankäyttö ei voi olla optimaalista.

Tuleva maatalouspolitiikka mahdollistaa metsitys-/ennallistamistuen käytön (Euroopan komissio, 2018b.) Tällaisella tukimuodolla voitaisiin kannustaa viljelijöitä muuttamaan maankäyttöään, jos hiilen sitomisesta tai päästöjen vähentämisestä maksettaisiin korvaus, joka ylittäisi tai olisi samalla tasolla kuin viljelyn nettotuotto. Maatalouden helpoimmat päästövähennyskohteet löytyvät turvemailta (Aakkula et al., 2019; Kärkkäinen et al., 2019; Kekkonen, Ojanen, Haakana, Latukka, & Regina, 2019; Regina, Lehtonen, Nousiainen, & Esala, 2009; Ympäristöministeriö, 2017). Orgaanisten maatalousmaiden eli turvemaiden päästöt olivat 8,7 miljoonaa tonnia CO₂-ekv vuonna 2017. Näistä maataloussektorilla raportoituja päästöjä oli 1,5 miljoonaa tonnia. Loput raportoitiin LULUCF-sektorilla orgaaniset viljelysmaat ja ruohikkoalueet osioissa. Yhteensä maatalous tuotti päästöjä 15,4 miljoonaa CO₂-ekv tonnia. Turvepeltojen päästöjen ylittäessä 100–150-kertaisesti kivennäismaiden päästöt (taulukko 1.), keskitytään tutkielmassa nimenomaan turvepeltojen metsityksen kannattavuuteen päästöjen vähentämisessä. Muut maatalouden päästöt ovat huomattavasti vaikeampia vähentää, sillä kotieläinten ruuansulatuksen muuttaminen on haastavaa ja maatalouden energia-päästöt ovat vain 1,0 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttia tonnia. (Tilastokeskus, 2019.)



Kuva 1. maatalouden päästöt (Tilastokeskus, 2019)

Jotta turvepeltojen metsitystuki olisi järkevä ilmastopolitiikan väline, pitäisi sen MACC olla alhaisempi kuin muiden taakanjakosektorien MACC. Maataloussektorilla tämä ehto riittää, koska maata-

louden päästöjen pienentyminen vähentää muiden sektorien tarvetta vähentää päästöjään. LULUCF-sektorilla tapahtuvan lisäpoistuman hyödyn arvo Suomelle on siinä, kuinka paljon se vähentää taakanjakosektorin vähennystavoitteita tai mikä sen arvo on myytäessä muille EU-maille. Yksi mahdollinen hyöty on myös metsähakkuiden lisääminen, kun LULUCF-sektorin päästöt pienenevät. Jos lisähakkuiden taloudellinen arvo ylittää LULUCF-sektorin poistuman siirron taakanjakosektorille tai myymisen muille maille, kannattaisi hakkuita lisätä sen verran enemmän kuin mahdollinen turvemaiden päästövähennys mahdollistaa. Valtio ei kuitenkaan voi kontrolloida hakkuumääriä suoraan, joten kustannushyötyanalyysi tästä aiheesta on vaikea.

Turveltojen metsitystuen mekanismi on tärkeää sen kustannustehokkuuden kannalta. Kustannustehokkain mekanismi olisi huutokauppa, sillä se vähentää viljelijöiden mahdollisuutta kerätä informaatiokorkoa (information rent). Kaikille viljelijöille turvepellon metsittämisestä maksettava yhtenäinen korvaus on hyvin kustannustehotonta valtiolle, sillä tällöin monille viljelijöille turvepellon arvo on huomattavasti alhaisempi kuin tarjottava, yhtenäinen korvaus, ja viljelijä saa voittoa turvepellon arvon ja metsitystuen erotuksen välisen summan. Jos valtio järjestääkin huutokaupan, jossa viljelijät tarjoavat turvepellonsa metsittämistä erilaisilla summilla, voidaan metsitystukien kustannuksia pienentää. Tämä on seuraus siitä, että viljelijät voivat edelleen jäädä voitolle turvepellon metsityksen jälkeen, jos heidän tarjouksensa ylittää turvepellon arvon heille, mutta alittaa teoreettisen maksimitason, joka valtion kannattaisi metsityksestä maksaa. Koska viljelijä ei voi olla varma metsityksen hyödystä valtiolle, kannattaa hänen miettiä tarjouksessaan sekä hyötyään itselle että hyödyn todennäköisyyttä. Käsittelen teoriaosuudessa tätä mekanismia enemmän. (Latacz-Lohmann & Van Der Haamsvoort, 1998; Latacz-Lohmann & Van der Haamsvoort, 1997.)

Kansalaiset, tutkijat ja ympäristöryhmät ovat myös esittäneet vaatimuksia CAP:n muuttamisesta ympäristön kannalta tehokkaammaksi (Pe'er et al., 2019). Metsitystukia onkin käytetty esimerkiksi Irlannissa metsäpinta-alan kasvattamiseen. Tuki ei kuitenkaan ole näissä maissa ollut tarpeeksi suuri, jotta asetettuja tavoitteita olisi saavutettu (Behan, McQuinn, & Roche, 2006; McCarthy, Matthews, & Riordan, 2003.) Pelkän korvauksen suuruus ei välttämättä riitä kannustimiksi Irlannin tapauksessa (Duesberg, Dhubháin, & O'Connor, 2014). Yksi keino vastata vaatimukseen CAP:n käytöstä ympäristön hyväksi olisi siirtää suorista tuista varoja metsitystukeen, jolloin metsityksestä tulisi suhteellisesti houkuttelevampaa. Tukien vähentyessä myös peltojen hinnat laskisivat. Turveltojen metsitystukea voitaisiin maksaa myös kansallisista varoista. Eri skenaarioita maksettavien varojen mukaan käsitellään tutkielman lopussa.

1.4 Tutkielman tavoite ja rakenne

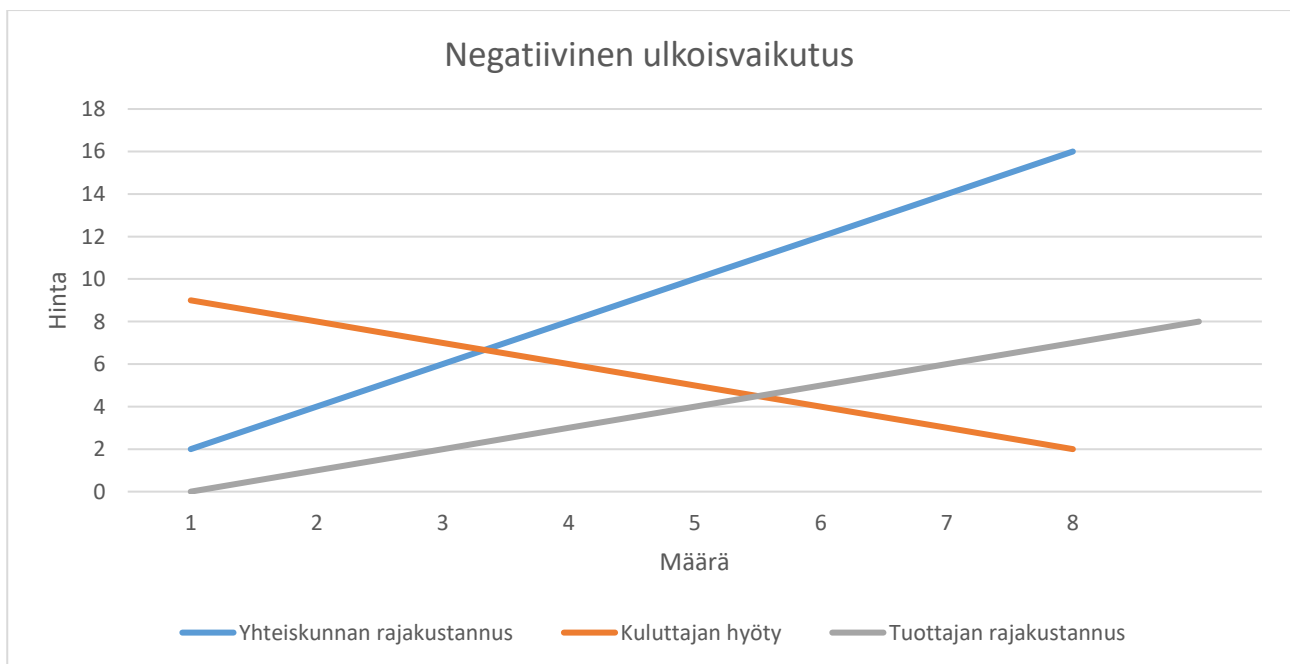
Tutkielmani tavoitteena on laskea, kuinka suuri turvepeltojen metsitystuen pitäisi olla, jotta viljelijä suostuisi muuttamaan maankäyttöään. Turvepeltojen metsitystuesta ei ole instrumenttina mitään hyötyä, jos se ei saa ketään muuttamaan maankäyttöään. Oletuksena on, että viljelijät maksimoivat taloudellista voittoa, jolloin nykyisen peltokäytön ja metsityksen tai ennallistamisen taloudellisen hyödyn erotus on vaadittava metsitystuen suuruus. Jakamalla metsitystuen suuruus estetyillä tai sidottavilla päästöillä saadaan metsitystuen MACC. Se kertoo, kuinka paljon metsitystuki maksaa suhteessa vähennettyihin päästöihin. Myös metsitystuen jakamisen mekanismia tarkastellaan. Vertailen jokaiselle yhtenäisesti maksettavaa tukea ja huutokaupalla allokoitavaa tukea metsitykselle.

Toisessa kappaleessa käsittelen työni teoriapohjaa. Siinä esittelen, mitkä taloustieteelliset käsitteet ja ilmiöt ovat relevantteja metsitystuen kannalta sekä maanomistajille että muulle yhteiskunnalle. Käyn myös läpi maataloustuen pääomittumista peltojen hintoihin sekä huutokauppaa julkishyödykkeiden allokoitumismekanismina. Kolmannessa kappaleessa esittelen käyttämäni menetelmät peltojen ja metsän nettohyötyarvon laskemiseksi sekä datan, josta nämä arvot voidaan laskea. Neljännessä kappaleessa esittelen ELY-keskuksittaisia tuloksia peltojen ja metsityksen nettohyötyarvoista sekä näiden erotuksesta. Lasken myös sen, kuinka paljon maankäytön muutoksen pitäisi vähentää päästöjä, jotta se vastaisi hinnaltaan EU:n päästökaupan päästöoikeuden hintaa. Viidennessä kappaleessa analysoin vaadittavien metsitystukien eroja alueittain, laskelmieni herkkyyttä suhteessa varmoihin päästöhyötyihin ja eri mekanismien kustannustehokkuutta. Kuudennessä kappaleessa ovat johtopäätökset työni tuloksista.

2 Teoreettinen tausta

2.1 Ulkoisvaikutukset

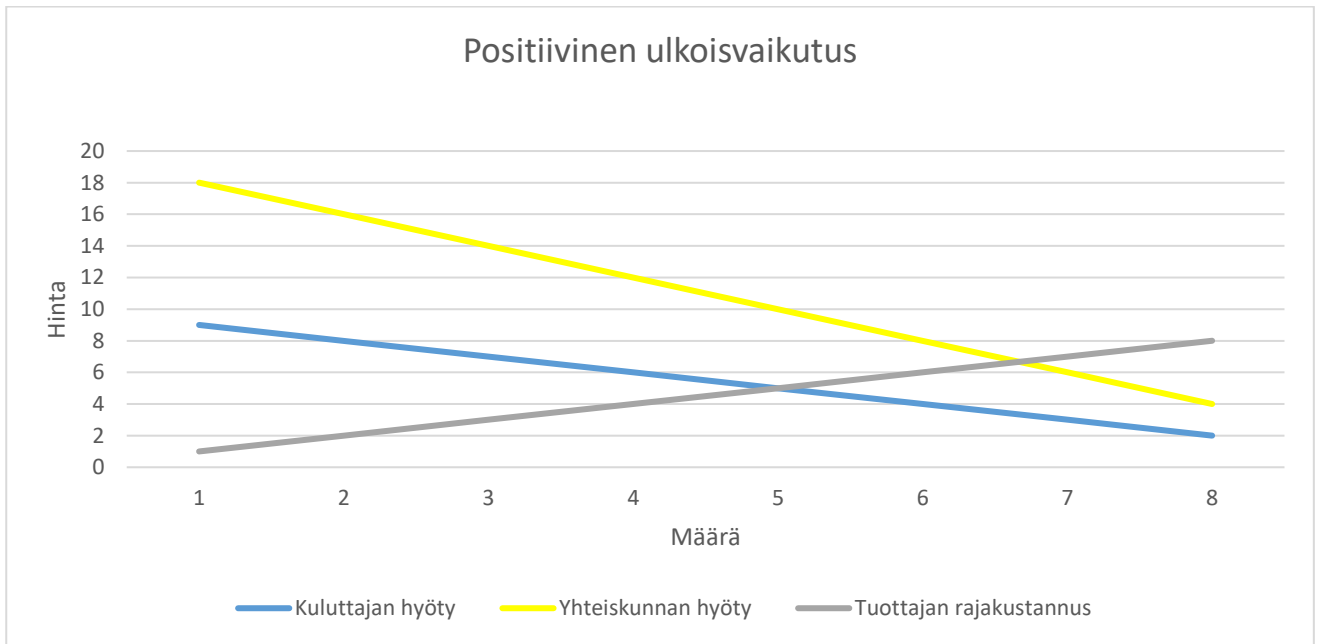
Ulkoisvaikutukset syntyvät, kun kahden yksityisen toimijan transaktio vaikuttaa kolmanteen osapuoleen, joka ei voi vaikuttaa transaktioon. Negatiiviset ulkoisvaikutukset aiheuttavat hyvinvointitappioita kolmannelle osapuolelle, kun positiiviset ulkoisvaikutukset taas lisäävät kolmannen osapuolen hyvinvointia. Negatiivisia ulkoisvaikutuksia voidaan vähentää sopivan suuruisella verolla tai suorilla kielloilla. Negatiivisen ulkoisvaikutuksen veroa eli haittaveroa kutsutaan yleisesti Pigou veroksi ulkoisvaikutuksien löytäjän mukaan. (Pigou, 1920.) Positiivisia ulkoisvaikutuksia kannattaa tukea, koska transaktion lisääminen tuottaa myös muille hyötyä, jolloin transaktion tuottama rajahyöty on todellisuudessa suurempi kuin pelkän yksityisen saama rajahyöty. Negatiivisten ulkoisvaikutusten tapauksessa rajakustannus on todellisuudessa suurempi kuin yksityisen rajakustannus, koska kolmas osapuoli kokee transaktiosta hyvinvointitappioita. Jos rajahyöty alittaa yhteiskunnan tasolla rajakustannukset, tuotantoa kannattaisi vähentää.



Kuva 2. Esimerkki negatiivisesta ulkoisvaikutuksesta.

Esimerkki negatiivisesta ulkoisvaikutuksesta, jonka maatalous tuottaa, ovat päästöt vesistöihin (Lankoski & Ollikainen, 2013). Maatalouden yksityinen hyöty on vaihdettava ruoka, jossa maatilat tuottavat tarjonnan ja kuluttajat kysynnän. Maatalous tuottaa kuitenkin samalla päästöjä vesistöihin ja täten vähentää esimerkiksi Itämeren tuottamien julkishyödykkeiden määrää sinilevän määrän

kasvaessa. Jotta yhteiskunnallinen optimi saavutettaisiin, pitäisi ohjauskeinojen vähentää päästöjä sen verran, että tuotannon rajahyöty olisi tasolla, joka vastaa yhteiskunnan rajakustannusta. Tällöin yhteiskunnallinen hyöty maataloudesta maksimoitaisiin, kun hyvinvointiin negatiivisesti vaikuttavat päästötkin huomioitaisiin tuotantoprosessissa.



Kuva 3. Esimerkki positiivisesta ulkoisvaikutuksesta.

Metsien käyttö aiheuttaa lukuisia positiivisia ja negatiivisia ulkoisvaikutuksia. Metsät sitovat typpiä ja rikkioksideja 201 miljoonan euron arvosta vuodessa, metsien muut kuin puuntuotannolliset hyödyt kuten riista, marja ja muu virkistyskäyttö tuottavat vuosittain 825 miljoonan hyödyn. Biodiversiteetin vähentymisen riski taas aiheuttaa vuosittain -463 miljoonan tappiot. Metsistä valuu -129 miljoonan edestä typpeä ja fosforia Itämereen. Luvut kuvaavat vuosittaisia hyötyjä vuosina 1995-2002. Yhteensä kaikkien hyötyjen ja haittojen, sekä yksityiset että ulkoisvaikutukset mukaan lasketuna, oli metsien vuosittainen hyöty 2609 miljoonaa. (Kosenius, Haltia, Horne, Kniivilä, & Saastamoinen, 2013.)

Maataloudella on negatiivisten ulkoisvaikutusten lisäksi myös positiivisia ulkoisvaikutuksia. Näihin kuuluu maisema ja esteettinen arvo, virkistyspalvelut, veden kerääntyminen ja tarjonta, ravinteiden kierrätys ja sidonta, maaperän muodostuminen, villieläimistö, myrskysuoja ja tulvan hallinta sekä maaperän hiilensidonta. Iso-Britanniassa kun maatalouden positiivisia ja negatiivisia ulkoisvaikutuksia on arvioitu, negatiivisten ulkoisvaikutusten arvio on 49-209 puntaa per hehtaari ja positiivis-

ten 20-60. (Pretty et al., 2001; Pretty et al., 2000.) Maatalouden ulkoisvaikutukset ovat ainakin Isossa-Britanniassa kokonaisuutena negatiiviset.

Kaikista maankäytön vaikutuksista ei kannata maksaa, koska esimerkiksi metsät tuottavat optimaalisella kiertoajallaan positiivisia ulkoisvaikutuksia ilman minkäänlaisia tukiakin (Nurmi & Ollikainen, 2019). Optimaalisessa maankäytössä ulkoishaitoista kuitenkin maksettaisiin haittaveroa, koska nykyinen käyttömuoto aiheuttaa jatkuvasti haittaa muille ja sitä on mahdollista välttää vaihtamalla esimerkiksi turvemaiden tapauksessa maalajia kivennäismaahan. Yksi optimaalinen sääntelymuoto voisi olla raivausvero, jossa metsän tuottamien ulkoishyötyjen nettohyötyarvon verran joudutaan maksamaan veroa, jos metsä raivataan. Vastaavasti pellolle voisi olla tuki, jos se sijaitsee paikalla, jossa ihmiset voivat nauttia siitä. Maataloustuet ja rajasuojat nostavat myös viljelyksessä olevien hehtaarien määrää, jolloin ne vievät maankäyttöä pois tuettoman tuotannon optimista. (Behan et al., 2006; Kilian, Antón, Salhofer, & Röder, 2012; Latruffe & Le Mouél, 2009.)

Tutkielmassa ei voida ottaa huomioon kaikkia ulkoisvaikutuksia. Onkin tärkeää huomata, että tutkielmassa tehtävät laskelmat kertovat vain sen, mitkä turvepellot voisivat nykyisen maankäyttö- ja sääntelyn aikana olla edullisimpia kohteita metsittä. Optimaalisempia ratkaisuja kokonaisuudyn kannalta voisi saada, jos esimerkiksi päästöjen verottaminen tai maataloustukien kohdentaminen tietyille maalajeille tai alueille olisi sallittua. Jos oletuksena kuitenkin on maantieteellisesti ja suuruudeltaan nykytilannetta vastaava tuotanto, työ antaa vastauksen, mikä on turvepeltojen metsitystuen vaadittava suuruus ja sen tehokkuus päästöjen vähentämisessä. Työ vastaa myös siihen, mikä on tarpeeksi suuri korvaus maanviljelijän varallisuuden pitämiseksi samalla tasolla maankäytön muutoksen jälkeenkin. Jos metsitystuki maksettaisiin EU:n maksamista maataloustuista, Suomen vastaanottamat tuet eivät pienentyisi, mutta maankäyttö tuottaisi enemmän positiivisia ulkoisvaikutuksia. CAP-tulotuki on täysin EU:n maksamaa tukea, jolloin sen vähentäminen metsitystuen maksamiseksi vähentäisi kuitenkin AB-alueen viljelijöiden saamia tukia. (Niemi, 2019.)

2.2 Kustannus-hyötyanalyysi

Turvepeltojen metsitystuen käytön taloudellinen järkevyys riippuu siitä, kuinka suuri korvauksen täytyy olla, jotta viljelijä suostuu muuttamaan maankäyttöään. Korvauksen suuruus riippuu siis nykyisessä maatalouskäytössä olevan maan nettohyötyarvon ja metsälle muutettavan maan nettohyötyarvon erotuksesta. Nettohyötyarvo lasketaan diskonttaamalla tulevat tulo- ja menovirrat. Diskont-

tauksessa pitää aluksi valita sopiva korkokanta. Koron kannattaa olla vähintään riskittömän obligaa-
tion antaman koron suuruinen. Jos yrityksellä on velkaa, kannattaa diskonttauskoron olla vähintään
velan koron suuruinen. Samaa korkoa käyttämällä nähdään, kannattaako yrityksen lyhentää velko-
jaan vai investoida ja maksaa myöhemmin velkaa pois, kun vaihtoehdoisen sijoituksen tuotto reali-
soituu. Yksi sopiva korko on tiedetyn, vaihtoehdoisen sijoituksen tuottama korko. Jos harkinnassa
olevan investoinnin nettonykyarvo on suurempi kuin vaihtoehdoisen sijoituksen nettonykyarvo, kun
diskontataan vaihtoehdoisen sijoituksen tuottamalla korolla, kannattaa investoida harkinnassa ole-
vaan kohteeseen. (Phaneuf & Requate, 2017.)

Investoinnit pitää diskontata nimenomaan koron takia. Sama summa rahaa on nyt arvokkaampaa
kuin vuoden päästä, koska heti saatu raha voidaan sijoittaa vuoden ajaksi, jolloin se kasvaa sijoitus-
kohteesta riippuen x määrän korkoa vuoden aikana. Jos raha on saatavissa välittömästi tai vuoden
päästä, pitää rahamäärän kasvaa korkoa seuraavalle vuodelle, jotta se olisi yhtä arvokasta kuin heti
saatava raha. Nettonykyarvon avulla voidaan muuntaa eri aikoina saatavia rahasummia keskenään
vertailukelpoisesti. (Asquith & Weiss, 2016.) Matemaattisesti ilmaistuna diskonttaus näyttää tältä:

$$(1) \quad NA = TA_n / (1 + r)^n$$

jossa NA on nykyarvo, TA on tulevaisuuden arvo eli sijoituksen arvo tulevaisuudessa sen kasvettua
korkoa korolle n vuotta r korkokannalla. Eli nykyarvo kertoo, mikä sijoituksen tulevaisuuden arvo
on nykyrahassa, kun tulevaisuuden arvo diskontataan $n:n$ ajan päästä r tuotolla nykyhetkeen.

Investoinnin nettonykyarvo (NPV, net present value) saadaan laskemalla yhteen investoinnin alussa
(investointivuonna) koituvien tuottojen ja kustannusten erotus ja kaikkien tulevien vuosien tuottojen
ja kustannusten erotus nykyhetkeen diskontattuna. Matemaattisena funktiona asia ilmaistaan näin:

$$(2) \quad NPV = B_0 - C_0 + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{(B_T - C_T)}{(1+r)^T} = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

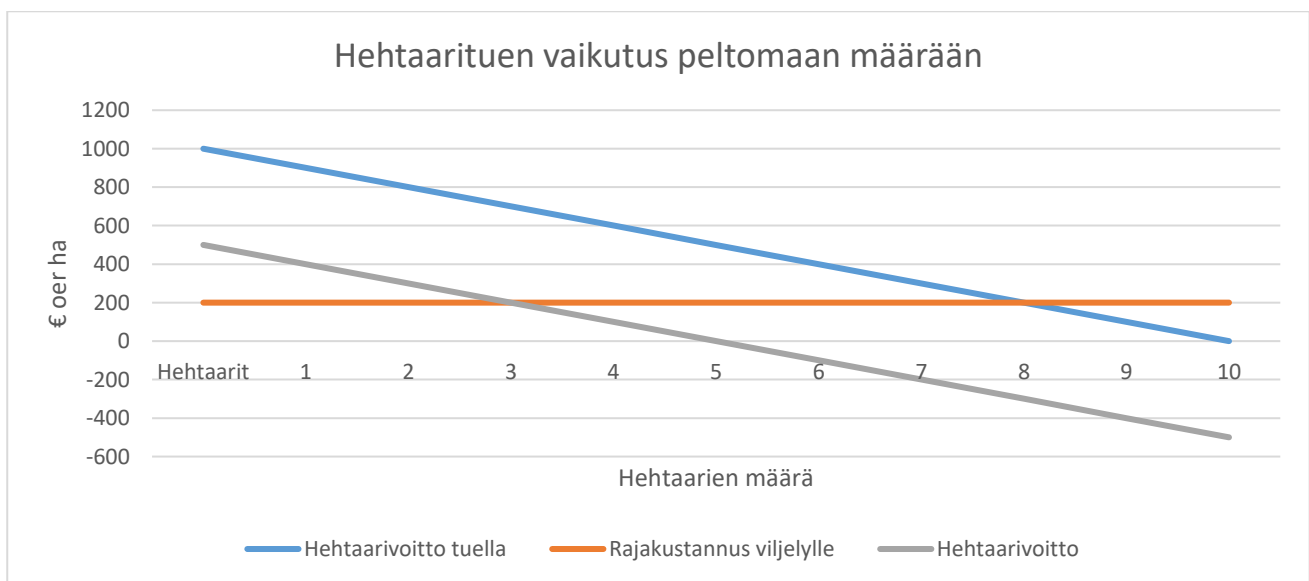
NPV on nettonykyarvo, B on tuotto, C on kustannukset, r on käytetty korkokanta, t on yksittäinen
vuosi ja T investoinnin kestoaika. Jokaisen vuoden tuoton ja kustannusten erotus jaetaan ajan huo-
mioivalla diskonttatekijällä, jolloin saadaan kunkin vuoden tuottojen ja kustannusten erotuksen tä-

män hetken arvo. (Phaneuf & Requate, 2017.) Jos investoinnin kestoajalle laskettu nettonykyarvo on valitulla korolla positiivinen, investointi on kannattava halutulla korkotasolla.

Jotta viljelijän taloudellinen tilanne pysyisi nettonykyarvon kannalta samana, pitää aluksi laskea pellon nettonykyarvo. Tästä vähentämällä metsittämisen nettonykyarvo saadaan vaadittava metsitystuen suuruus. Oletuksena tässä on se, että peltona pitäminen on toistaiseksi ollut viljelijälle kannattavaa, jolloin pellon nettonykyarvo > metsän nettonykyarvo. Jos nettonykyarvot menisivät toisinpäin, viljelijän olisi kannattanut metsittää peltonsa. Metsitys-/ennallistamistuen tarkoitus on maksaa metsittämisestä tai ennallistamisesta sen verran, että toimenpiteestä saatava korvaus ja metsän nettonykyarvo vastaa pellon nettonykyarvoa. Näin viljelijän omaisuuden nettonykyarvo pysyy vähintään samana, mutta yhteiskunnalle koituu enemmän hyötyjä päästöjen vähentymisen tai hiilinielujen lisäyksen seurauksena.

2.3 Maataloustukien vaikutus peltomaan määrään

Maatalouspolitiikan ulkoisvaikutus maankäytön suhteen on se, että hehtaaritukien myötä viljelykäytössä olevan maan määrä on korkeampi kuin ilman tukia. Jos maa ei olisi peltoviljelykäytössä, se tuottaisi vähemmän ulkoishaittoja sekä metsityksen myötä enemmän positiivisia ulkoisvaikutuksia. (Kilian et al., 2012; Latruffe & Le Mouël, 2009.)



Kuva 4. Hehtaarituen vaikutus peltomaan määrään. (Kilian et al., 2012)

Kuvassa 3 nähdään, miten hehtaarituki nostaa pellon rajatuottoa kaiken tasoisilla pelloilla. Hehtaarioitto on laskeva, koska peltojen laatu on heterogeeninen ja niiden tuottama voitto vähenee maan laadun huonontuessa. Koko tuki ei sitoudu kuitenkaan pellon vuokraan ja hintaan, koska osa tuesta valuu muiden tuotantotehtäjäiden omistajille (Kilian et al., 2012). Jokainen peltohehtaari tarvitsee viljelyä varten myös muita tuotantopanoksia kuin pelkästään maata. Muiden tuotantopanosten tarjonnan elastisuus selittää osin sitä, kuinka paljon tuesta kapitalisoituu peltojen hintoihin. Jos tuotantopanosten tarjonta ei ole täysin elastista, johtaa kysynnän kasvu muiden tuotantotehtäjäiden hintojen nousuun ja täten laskee kaikkien peltohehtaarien hehtaarioittoa rajakustannusten kasvaessa. (Kilian et al., 2012; Latruffe & Le Mouél, 2009.)

Hehtaarioituet kapitalisoituvat pellon nettonykyarvoon niin, että peltojen osuus maankäytöstä kasvaa. Tämän voi nähdä maatalouspolitiikan negatiivisena ulkoisvaikutuksena, koska ilman tukea peltojen määrä maankäytössä olisi pienempi. Tuen myötä käyttöön tulleet pellot ovat sellaisia, joiden tuotto on niin heikko, ettei niitä käytettäisi ilman tukia. Niiden rajahyöty alittaa rajakustannuksen ilman tukia. Koska hiilensidonnasta ei makseta Suomessa tukea, eikä turvemaiden käytöstä joudu maksamaan veroa, voivat tuen myötä muuttuneen maankäytön kustannukset olla todellisuudessa paljon suuremmat.

Kotieläinvaltaisilla alueilla, joilla hehtaarioituet ovat suurempia, myös suurempi osuus viljelymaista on turvemaita. Jos turvemaiden osuus viljelykseen kelpaavista maalajeista on selvästi suurempi huonommilla viljelyalueilla sijaitsevilla tukialueilla, lisää maatalouspolitiikka negatiivisena ulkoisvaikutuksenaan maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjä lisäämällä viljelyä turvevaltaisimmilla alueilla. Turvepeltojen metsitystuki voi kuitenkin pienentää tätä negatiivista ulkoisvaikutusta vähentämällä turvemaiden osuutta viljelykäytössä näillä tukialueilla.

Työni tulee ottamaan nykyisen maatalouspolitiikan annettuna, jolloin esimerkiksi eri maalajien haittaverottamista päästöjen mukaan ei testata. Turvepeltojen metsitystuessa kyse on hiilinielujen lisäämisen tukemisesta ja turvemaiden päästöjen vähentämisestä. Metsityksen myötä päästötkin pienentyvät kaikilla maalajeilla. Maatalouden kannattavuus poikkeaa jonkin verran eri tukialueilla, jolloin myös vaadittava tuki muuttuu. Metsän sitoman hiilen määrä riippuu metsäpohjan mahdollisuuksista kasvusta (Pihlainen, Tahvonen, & Niinimäki, 2014).

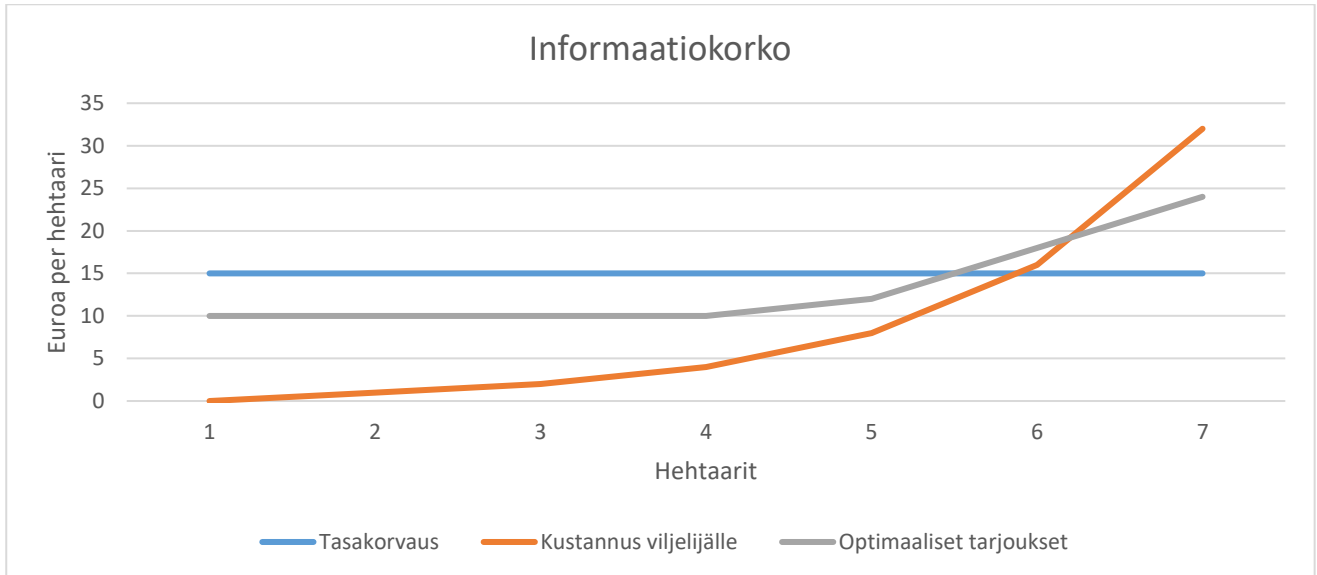
2.4 Huutokaupan teoria ja informaatiokorko

Huutokaupat ovat sopiva markkina asioille, joille ei ole olemassa valmiiksi toimivia markkinoita. Turvepeltojen metsitys päästöjen vähentämiseksi on hyvä esimerkki tilanteesta, jossa ei ole markkinoita valmiina. Informaation asymmetria puoltaa huutokaupan käyttämistä, sillä viljelijät tietävät paremmin kuin valtio, miten turvepellon metsitys vaikuttaa heidän tilansa tulokseen. Erilaisia huutokauppatyyppejä on neljä: englantilainen huutokauppa, yksikierröksinen huutokauppa suljetuin tarjouksin, Vickrey-huutokauppa sekä hollantilainen huutokauppa. Englantilaisessa huutokaupassa myytävän asian hintaa korotetaan jatkuvilla tarjouksilla, kunnes kukaan ei tarjoa enempää kuin viimeisin tarjous. Ysikierröksisessä suljettujen tarjouksien huutokaupassa jokainen asiasta kiinnostunut tekee suljetun tarjouksen. Huutokaupan korkein tarjoaja lunastaa itselleen asian tarjoamallaan summalla. Vickrey-huutokaupassa pätee muuten edellisen säännöt, mutta korkeimman tarjouksen antanut maksaakin toiseksi korkeimman tarjouksen hinnan. Ideana on tässä saada tarjoajat paljastamaan todelliset preferenssissään. Hollantilaisessa huutokaupassa liikutaan eri suuntaan kuin englantilaisessa: lähdetään korkeasta hinnasta laskeutumaan alas ja ensimmäinen huutaja voittaa. (Latacz-Lohmann & Van der Hamsvoort, 1997.)

Tietyillä oletuksilla kaikki huutokaupamallit tuottavat saman voiton huutokaupan järjestäjälle. Nämä ehdot ovat: 1) huutajat ovat riskineutraaleita, 2) huutajilla on itsenäiset ja yksityiset arvostukset huudettavalle asialle, 3) on olemassa symmetriaa huutajien välillä, 4) maksu on funktio vain huudoista ja 5) tarjouksen jättämiselle ja toimeenpanolle ei ole kustannuksia. Jos huutokaupaan osallistuvat henkilöt ovat riskiä karttavia, tuo yksinkertainen suljettujen tarjouksien huutokauppa kaikista parhaan tuoton järjestäjälle. (Latacz-Lohmann & Van der Hamsvoort, 1997.) Eurooppalaiset maanviljelijät ovat meta-analyysin mukaan riskiä karttavia, joten valtiolle paras tapa järjestää turvepeltojen huutokauppa olisi aiemmin mainittu (Iyer, Bozzola, Hirsch, Meraner, & Finger, 2020).

Latacz-Lohmann ja Van der Hamsvoort artikkelissaan ”Auctioning Conservation Contracts: A Theoretical Analysis and an Application” vuonna 1997 simuloivat huutokauppojen tuottamia hyötyjä. Mallit poikkesivat siinä, kuinka paljon valtiolla oli informaatiota viljelijöistä ja oliko tavoitteena saada mahdollisimman paljon osallistujia vai tietty määrä ympäristöhyötyä ohjelmasta. Mitä enemmän informaatiota valtiolla oli, sitä pienempi viljelijöiden windfall-voitot olivat tarjouksen ja kustannuksien erotessa. Jo yksinkertainen huutokauppa johtaa valtiolle parempiin tuloksiin kuin sama korvaus kaikille. Jos valtio tietää kaikkien viljelijöiden tiedot viljelystä täydellisesti, menevät wind-

fall-voitot nolnaan, koska valtio voi tarjota jokaisesta toimenpiteestä juuri sen marginaalikustannuksien suuruisen määrän tai ylittää sen lievästi, jotta viljelijä osallistuu. Informaatiokorkoa kuvaa hyvin kuva 4.



Kuva 5. Informaatiokorko (Latacz-Lohmann & Van Der Haamsvoort, 1998)

Optimaalisten tarjouksien ja kustannus viljelijälle -käyrien väliin jäävä alue on informaatiokoron suuruus. Kuten kuvioista nähdään, tasakorvaus systeemillä maksut samasta hyödyistä ovat huomattavasti korkeat, eikä viimeisiä maita systeemiin saada järjestelmän piiriin, koska niiden tarjoamisen kustannus ylittää tasakorvauksen hyödyn. Kuitenkin tarjouksilla ne saadaan. Turvepelloissa tämä voisi olla esimerkki tilanteesta, jossa viljelijälle pelto on hyvin arvokas, mutta sen turvekerros on myös hyvin paksu, jolloin valtion kannattaa maksaa pellostä paljon, koska päästötkin vähenevät paljon.

3 Aineisto ja menetelmät

3.1 Viljelijän hyötyfunktio

3.1.1 Pellon nettonykyarvo

Peltoa on yleensä pidetty teoriassa ikuisesti kestäväenä tuotannontekijänä. Ainakin käyttömahdollisuus on niin pitkä, että pellon nettonykyarvo voidaan laskea jakamalla pellon vuosittainen nettotuotto (pellon korko) halutulla korkokannalla. Tämä johtuu siitä, että tuoton voidaan odottaa toistuvan loputtoman ajan, jolloin esimerkiksi 200 vuoden päästä tuleva tuotto on käytännössä nykyhetkellä arvotonta. Matemaattisesti asia ilmaistaan seuraavasti:

$$(3) \quad L_t = \frac{R^*}{r}$$

jossa L on pellon hinta vuonna t , R^* on vuosittain toistuva tuotto ja r on korkokanta (Ay & Latruffe, 2013; Feichtinger & Salhofer, 2011; Latruffe & Le Mouël, 2009). ProAgrian Tuottopuntarista on mahdollista saada tukialueittaiset tuet ja arviot muuttuville kustannuksille. Luonnonvarakeskuksen (Luke) tilastoista on mahdollista laskea tukialueittaiset keskisadot ja rehuohran hinta. Laskemalla keskiarvo näistä pidemmältä aikaväliltä ja deflatoimalla hinta saadaan hyvä arvio keskimääräisestä markkinatuotosta. Markkinatuottojen, tukialueittaisten tukien ja tukialueittain samansuuruisten muuttuvien kustannusten avulla saadaan määriteltyä R_t edellä mainittujen erotuksesta. Korkokanta eli r on 3%. Hyytiäinen (2008) käyttää ainoassa samantyyliisessä nettonykyarvoa vertailevassa tutkimuksessa tätä korkokantana. Myös maankäyttösektorin toimien mahdollisuudet ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi (2019) käyttää 3% korkokantaa laskiessaan turvepeltojen metsityksen ilmastohyötyjä. Varsinkin jälkimmäisen takia on tärkeää käyttää samaa korkokantaa, sillä muuten metsitystuen suuruutta ei voi verrata sen tuottamaan hyötyyn.

Kun maatilán viljeltyjen hehtaarien määrä kasvaa, pienenevät myös kiinteät kustannukset hehtaaria kohti, sillä samat kustannukset jakautuvat suuremmalle määrälle hehtaareita (Debertin, 2012). Kiinteitä kustannuksia ei pellon nettonykyarvon laskennassa huomioida lukuun ottamatta pellon ojituksen kustannuksia. Pellon ojituksen kustannukset voidaan määritellä helposti hehtaariohittaisesti, toisin kuin tilán rakennuksien kustannukset hehtaareille. Pellon ojitus on myös tärkeää sadon määrän takia. Jos muut kiinteät huomioitaisiin, jouduttaisiin olettamaan myös tilán skaalan suuruus eli hehtaarien määrä kiinteitä kustannuksia kohden sekä kiinteiden kustannuksien suuruus ylipäättään. Tämä komponentti viljeliján kannattavuuden putoamisesta jätetään käsittelemättä laskussa juurikin

viljelijöiden kiinteiden kustannusten heterogeenisyyden takia. Kustannus olisi merkittävästi erilainen viljelijälle riippuen metsitettävien peltojen määrästä suhteessa peltojen kokonaismäärään sekä kiinteiden kustannusten kokonaissuuruuden mukaan.

Kiinteitä kustannuksia voisi ajatella virheterminä. Joillain tiloilla ne ovat niin vähäisiä poistojen myötä, ettei viljelijä ajattele niitä käytännössä ollenkaan arvioidessaan peltonsa arvoa. Investointeja tehneillä tiloilla tilanne on taas päinvastainen. Molemmat myös riippuvat metsitettävien/ennallistettävien hehtaarien määrästä. Mitä vähemmän peltoa siirtyy pois käytöstä, sitä pienempi on vaikutus kiinteiden maksamiseen. Toisaalta kun kiinteitä ei lasketa pellon nettonykyarvoon, voi viljelijä kompensoida korkeammalla metsitystuella kiinteitä kustannuksia enemmän.

Toinen tapa, jolla peltojen nettonykyarvo maanomistajalle voidaan laskea, on jakaa pellostä saatava vuokratulo halutulla korkokannalla. Näin on mahdollista myös saada arvio kotieläintilojen saamasta hyödyistä per hehtaari. Markkinatuottojen avulla tämä on vaikeaa, koska kotieläinten tuottamaa tuloa on haastava jakaa hehtaareille. Vuokratulon tapauksessa laskea peltojen nettonykyarvon maakunnittain sekä kasvinviljelytiloille että lypsykarjatiloihin. Varsinkin pohjoisimmilla tukialueilla lypsylehmien pitäminen on yleisempää kuin kasvintuotanto, jolloin vuokratulo antaa mahdollisesti tarkemman kuvan pellon arvosta tukialueen viljelijöille. Korkein metodien tuottama arvo valitaan lausekkeeseen metsityksen nettonykyarvon kanssa, sillä maanomistaja voi esimerkiksi vuokrata peltonsa, jos vuokratulot olisivat korkeampia kuin oman tuotannon tuotot.

3.1.2 Metsän nettonykyarvo

Metsän nettonykyarvo on laskettu Motti-ohjelmiston kautta diskonttaamalla tulot ja kustannukset ajallisesti. Matemaattisesti asia ilmaistaan seuraavasti:

$$(4) \quad V_{tim} = (1 - \tau)(-Q + \sum_{u=1}^k e^{-rt_u} [\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^m p_{uij} g_{uij} - C_u]) + \bar{V}_{tim} e^{-rt_k} \quad (\text{Hyttiäinen, Leppänen, \& Pahkasalo, 2008}).$$

Pääomaveron merkitys funktioon kirjaimella τ . Se oletetaan kuitenkin nolliksi, koska maatalouden verotus muuttuu tuloverotuksen progression mukaan, jolloin vertailusta tulisi hyvin haastavaa, jos molemmissa maankäyttömuodoissa otettaisiin verot huomioon. $-Q$ on perustamiskustannukset. Ensimmäinen summaus diskonttaa kaikkien harvennuksien ja päätehakkuun ($u=1, \dots, k-1$) hintojen

ja kustannuksien erotukset. p on hinta ja volyyymi on g , n on puukoko ja m ainespuun tyyppi. C on kyseisen harvennuksen kustannukset. $-Q$ on lähteessä merkitty tuetuksi kustannukseksi. Työssäni $-Q$ oletetaan maanomistajan maksamaksi. Jos $-Q$ maksettaisiin laskettavan metsitystuen lisäksi, nousisi metsän nettonykyarvo $+Q$ verran, jolloin kokonaistuen määrä nousisi huomattavasti. Kun maanomistaja käyttää Q :n verran metsitystukeaan metsänistutukseen, vähenee metsitystuen määrä mutta metsän nettonykyarvo kasvaa vastaavalla summalla. Nettonykyarvon viimeinen muuttuja on toinen funktio muotoa:

$$(5) \quad \bar{V}_{tim} = (1 - \tau) \frac{-W + \sum_{u=1}^k e^{-rt_u} [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{uij} g_{uij} - C_u]}{1 - e^{-rt_k}}$$

Ainoa uusi merkki tässä on W , joka tarkoittaa metsän uudistamiskustannuksia ilman julkista tukea. Käytännössä $W=Q$, koska maanomistajat käyttävät $-Q$:ta vastaavan määrän rahaa maksaakseen ensimmäisen istutuksen. \bar{V} vastaa tulevien kiertoaikojen arvoa. Tällä tavalla Motti-ohjelmisto laskee metsien nettonykyarvon uudistamisessa.

Nettonykyarvo laskettiin maakunnittain. ELY-keskuksia edustavat kunnat on valittu sen perusteella, missä on suhteellisesti eniten peltoja ELY-keskuksen alueella (Palosuo, Heikkinen, & Regina, 2016). Toinen vaihtoehto olisi ottaa marginaalisempia viljelyalueita. Näillä saattaa kuitenkin maatalouden kannattavuus olla heikompi mutta metsän tuottama nettonykyarvo samanlainen kuin paremmilla viljelymailla. Tällöin pienempikin korvaus riittäisi näillä alueilla, ja maankäytön muutokseen vaadittava tuki tulee ennemmin yli- kuin aliarvioiduksi. Kun tutkitaan turvemaiden metsittämisestä, olisi parempi vaihtoehto laskea nimenomaan turvemaiden metsityksen nettonykyarvoa. Tästä ei kuitenkaan ole artikkeleita eikä Motti-ohjelmistolla voi simuloida turvemaiden uudismetsitystä. Aiemman tutkimuksen perusteella kivennäis- ja turvemaiden nettonykyarvoissa ei metsityksen myötä ole suurta eroa (Aarnio & Rantala, 1999). Tällöin voi kivennäismaiden metsityksen nettonykyarvoa soveltaa turvemaiillakin.

Motti-ohjelmassa metsäpohjan oletetaan olevan lehtomainen kangas. Pellot on aiemmin pyritty rai-vaamaan rehevistä metsistä, joten niiden voidaan olettaa olevan jopa lehtomaisia kasvualustoja metsityksen myötä. Kuitenkin epätasapainoinen ravinnetila voi aiheuttaa sen, että puusto ei kasva optimaalisesti. (Wall, 1998.) Puulajiksi on valikoitu kivennäismaille kuusi. Pellon metsitys kuusella

onnistuu 9/10 kertaa ja männyllä 7/10 kertaa (Hynönen, 2000). Motti-ohjelmistossa oletettiin metsän olevan hyvin hoidettu viljelymetsä. Metsitystuen hyödyt pienenevät yhteiskunnalle, jos metsänistutus epäonnistuu. Tämän takia on rationaalista maksaa tukea nimenomaan kuusen istutukselle, jotta ulkoishyödyt saadaan varmemmin. Kustannukset on laskettu vuosilta 2015–2018 puukauppatalaston hinta-alueiden mukaan ja deflatoitu elinkustannusindeksin avulla samoilta vuosilta. Toimenpiteet, joista kustannus laskettiin, olivat laikutus, äestys, mätästys, taimikon varhaishoito ja taimikonhoito käsityönä.

Puun hintoina on käytetty maakunnittaisia ja elinkustannusindeksillä deflatoituja hintoja vuosilta 2016–2018. Hintoina ovat kuusitukin, kuusipikkutukin sekä kuusikuidun hinnat, jotka on saatu ensiharvennuksesta, harvennushakkuista sekä uudishakkuusta. Koska kuusitukista ei ollut ensiharvennuksista jokaisesta maakunnasta aineistoa, laskin kertoimen kuusitukille. Kertoimella kerroin tiedetyn kuusikuidun hinnan, jolloin saatiin sopiva kuusitukin hinta ensiharvennuksiin. Kerroin laskettiin jakamalla kuusitukin hinta kuusikuidun hinnalla maakunnissa, joissa oli dataa molempien hinnoista ensiharvennuksen yhteydessä. Näistä laskettiin keskiarvo, jolla kuusikuidun hinta kerrottiin maakunnissa, joissa kuusitukista ei ollut hintaa ensiharvennuksissa. Kuusipikkutukin hinta oletettiin samaksi kuin kuusikuidun hinta ensiharvennuksessa, jos kuusipikkutukista ei ollut aineistoa maakunnassa. Koska pikkutukin hinnasta harvennushakkuussa ei myöskään ollut dataa kaikissa maakunnissa, laskin samalla metodilla sille kertoimen kuin kuusitukille ensiharvennuksissa.

3.1.3 Viljelijän maankäytön nettonykyarvo tuen kanssa

Viljelijän odotetaan haluavan maksimoida omaisuutensa nettonykyarvo. Kun pellon ja metsän nettonykyarvot tiedetään, saadaan näiden erotuksella vaadittava metsitystuen suuruus. Kun erotuksen suuruinen metsitystuki maksetaan viljelijälle, pitäisi omaisuuden nettonykyarvon pysyä vakiona. Metsitystuki siis korvaa maankäytön muutoksesta koituvan nettonykyarvon pienenemisen. Matemaattisesti asia on näin:

$$(6) \quad \frac{R^*}{r} - V_{tim} = MT$$

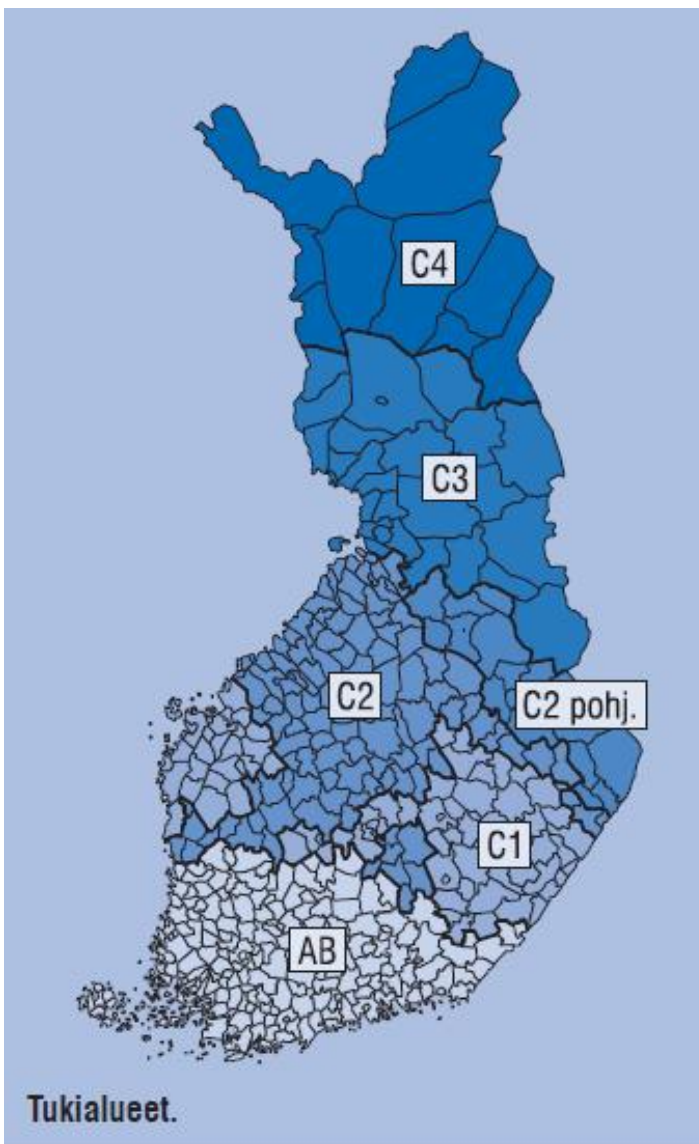
jossa MT on metsitystuen suuruus. Kun pellon nettonykyarvosta miinustetaan metsityksestä tuleva nettonykyarvo, on näiden erotus tappion määrä, joka viljelijälle koituu maankäytön muutoksesta.

Tämä tappion määrä oletetaan korvattavan metsitystuella, jolloin viljelijän nettonykyarvo pysyy samana. Matemaattisesti näin:

$$(7) \quad V_{tim} + MT = \frac{R^*}{r}$$

3.2 Maatalouden markkinametodilla laskettu kannattavuus

Suomi on jaettu yhteensä kuuteen tukialueeseen: AB, C1, C2, C2 pohjoinen, C3 ja C4 (Niemi & Väre, 2019).



Kuva 6. Maataloustukialueet Suomessa

Pellon nettohykyarvo lasketaan tukialueittain kasvintuotannossa rehuohran tuoton perusteella. Rehuohra on Suomen yleisin viljelykasvi, jos heinäkasveja ei oteta huomioon (Luonnonvarakeskus, 2019d). Tuotantotapa on rehuohralla samanlainen kuin muilla yksivuotisilla viljelykasveilla, joten se vertautuu hyvin muihinkin viljelykasveihin. Rehuohran hintana kannattavuuslaskennassa käytetään vuosien 2009–2018 keskiarvona, jotta vuosittainen vaihtelu saadaan poistettua. Rehuohran hinta on myös deflatoitu elinkustannusindeksin avulla samoilta vuosilta. Rehuohran hinta näin laskettuna on 149,51 euroa per tonni. (Luonnonvarakeskus, 2019b.)

Kotieläintuotannon katetta per hehtaari ei ole järkevää laskea, sillä yrittäjän voitto on samankokoisilla karjatiljoilla eri tukialueillakin samantasoinen (Luonnonvarakeskus, 2019a). Vaikka eroja peltojen nettohykyarvossa on alueittain, eroavat AB-alueiden lypsylehmäpalkkion ja C-alueiden maidon pohjoisen tuotantotuki suuruudeltaan niin paljon, että erot pellon nettohykyarvossa kompensoituu yrittäjän voittoon mennessä samaksi. (Ruokavirasto, 2019; Valtioneuvosto, 2018.) Koska pohjoisen maidon tuotannon tuki on tuotantoon sidottua, voi pellon nettohykyarvo olla alhaisempi kuin AB-alueen, mutta yrittäjän voitto silti sama, koska samasta määrästä maitoa saa paremman korvauksen. Vaikka hehtaareita tarvittaisiin enemmän samankokoiselle karjalle, mahdollistaa korkeampi maidonhinta näiden viljelyn.

Tuottopuntari olettaa kustannukset eri tukialueilla samoiksi muuttuvissa-, työ- ja pellonkustannuksissa. Kannattavuuslaskelmissa ainoastaan sadon ja tukien määrä siis vaihtelevat tuottojen puolella. Rehuohran satotasot on laskettu maakunnittain vuosilta 2009-2018. ELY-keskukset on jaoteltu tukialueittain. Esimerkiksi Kaakkois-Suomi on laskettu sekä AB- että C1-tukialueilla, koska ELY-keskukseen kuuluu sekä Kymenlaakson että Etelä-Savon maakunnat. Taulukot maakunnista tukialueille jaoteltuna, tukialueiden viljelytuista, kustannuksista, maakunnittaisista keskisatotasosta rehuohralle ovat tutkielman liitteinä 1–4.

3.3 Pellon vuokra-aineisto maakunnittain

Pellon vuokrahinta-aineisto on saatu Luken tilastotietokannasta (Luonnonvarakeskus, 2019c). Vuokrahinta-aineistoa on vain vuodelta 2016. Vuokrat on deflatoitu elinkustannusindeksin avulla. Vuokrat on eritelty viljanviljelyn ja lypsykarjatalouden –tuotantosunnille. Vuokrahintataulukko on tutkielman liitteenä 5.

3.4 Maalajien alueellinen jakautuminen

Maalajien jakaumassa on maakunnittaisia eroja (ks. liite, taulukko 6). Yleisellä tasolla voidaan todeta, että mitä pohjoisempi maakunta on kyseessä, sitä suurempi osa pelloista on turvemaita. Myös viljelyolosuhteet heikentyvät pohjoiseen mennessä. Pohjoisessa tukien määrä on suurempi ja maalajit tuottavat enemmän päästöjä peltohehtaaria kohti. C-tukialueilla sijaitsee 77,7 % Suomen turvemaita, jos Kaakkois-Suomen laskee AB-alueeksi. Kaakkois-Suomessa käytettävissä olevasta aineistosta ei ole mahdollista erotella turvepeltojen osuutta eri tukialueille.

3.5 Maalajien päästöt

Maaperän CO₂-ekvivalentit päästöt poikkeavat huomattavasti eri maalajeilla ja maankäyttömuodoilla (Heikkinen, Ketoja, Nuutinen, & Regina, 2013; Kekkonen et al., 2019).

Taulukko 1. Vuosittaiset maaperäpäästöt eri maalajeilla ja käyttötavoilla

Maalaji	Maankäyttö	CO ₂ -ekvivalentit päästöt tonneina per ha
Turvemaat	Yksivuotinen viljely	35,06
	Monivuotinen viljely	23,35
	Metsä	4,96
	Ennallistettu	1,41
Kivennäismaat	Maanviljely	0,22

Turvemaiden päästöt ovat huomattavasti suuremmat kaikilla paitsi ennallistetulla maankäytöllä. Kivennäismaiden päästöistä eri maalajeilla ja käyttömuodoissa, eli esimerkiksi viljojen ja heinän viljelyssä, ei ole saatavissa eriteltyä aineistoa. Turpeen määrä maaperässä vähenee kaavalla, jossa turvekerros ohenee 1,8 mm jokaiselta hehtaarilta vapautuvan CO₂ekv tonnin myötä. (Kärkkäinen et al., 2019). Yksivuotisessa viljelyssä turvepohja vähenee vuosittain $35,06 \cdot 0,18 \text{ cm} = 6,3108 \text{ cm}$ ja monivuotisessa viljelyssä $23,35 \cdot 0,18 \text{ cm} = 4,203 \text{ cm}$.

4 Tulokset

4.1 Peltojen nettonykyarvo maakunnittain

Jotta viljelijälle olisi kannattavaa metsittää peltonsa, pitää hänen varallisuutensa nettonykyarvo pysyä samana. Tällöin metsitystuki, joka korvaa pellon ja metsän nettonykyarvojen erotuksen, riittää korvauksena pitämään varallisuuden nettonykyarvon samana. Pellon nettonykyarvo laskettiin markkinametodissa laskemalla vuosittainen nettotuotto (tuotot – muuttuvat ja salaojituksen kustannukset) ja pääomittamalla se ikuisen kestoajan mukaan 3 % diskonttokorolla. Vuokrahinnat pääomittiin myös 3 % korkokannalla pellon nettonykyarvon laskemiseksi. Korkein näistä kahdesta valitaan pellon nettonykyarvoksi verrattavaksi metsityksen nettonykyarvoon. Nettonykyarvoja verrataan myös yli 2 ha pelto kauppojen deflatoituihin keskihintoihin vuosilta 2009-2018. (Maanmittauslaitos, 2019.) Jos kaksi maakuntaa sijaitsee yhden ELY-keskuksen alueella, on kauppojen hinnoista laskettu keskiarvo.

Taulukko 2. Peltohehtaarin nettonykyarvo maakunnittain eri laskentamenetelmillä

ELY-keskus	Markkinametsämetodi	Vuokra-metodi viljanviljely	Vuokra-metodi lypsykarjatalous	Korkein	Kauppahintojen keskiarvo	Erotus
Varsinais-Suomi AB	10 630	11 303	11 405	11 405	11 950	545
Etelä-Pohjanmaa C2	10 757	8 689	9 063	10 757	10 448	309
Satakunta AB	10 574	9 436	8 011	10 574	10 188	386
Häme AB	9 336	8 418	10 251	10 251	9 729	521
Pohjanmaa C1	10 182	8 723	7 875	10 182	11 280	1 098
Uusimaa AB	8 582	7 400	8 146	8 582	10 166	1 584
Pirkanmaa AB	9 178	7 026	7 366	9 178	8 796	382
Kaakkois-	7 497	5 838	6 449	7 497	7 052	445

Suomi AB						
Kaakkois-Suomi C1	7 210	5 838	6 449	7 210	7 052	1 515
Pohjois-Pohjanmaa C2	8 040	5 125	5 770	8 040	7 234	618
Etelä-Savo C1	7 783	4 922	5 533	7 783	5 209	2 574
Pohjois-Karjala C2p	7 748	4 956	4 888	7 748	4 214	3 533
Pohjois-Savo C2	7 362	4 616	5 601	7 362	5 397	1 964
Keski-Suomi C2	6 693	4 786	4 752	6 693	4 514	2 179
Lappi C4	5 447	Ei dataa	3 462	5 447	2 690	2 757
Kainuu C3	5 416	4 616	3 157	5 416	2 766	2 650
Kainuu C2p	5 082	4 616	3 157	5 082	2 766	2 316
Lappi C3	4 613	Ei dataa	3 462	4 613	2 690	1 923

Taulukossa 2 on laskettu peltojen nettonykyarvon suuruus maakunnittain. AB-alueilla sijaitsee Etelä-Pohjanmaata ja Pohjanmaata lukuun ottamatta nettonykyarvoltaan arvokkaimmat pellot. Eniten turvemaita sisältävät maakunnat ovat nettonykyarvoltaan alhaisimpia. Markkinametodin tukierot aiheuttavat sen, että enemmän tukea saavat alueet ovat myös nettonykyarvoltaan parempia, varsinkin kun keskisato on oletettu samaksi. Tämä näkyy siinä, että Lappi C4 peltojen nettonykyarvo on korkeampi kuin Lappi C3.

Markkinametsodi antoi korkeimman nettonykyarvon melkein kaikkien ELY-keskusten alueilla. Metsodi yliarvioi reilusti C-tukialueiden peltojen nettonykyarvoa sekä absoluuttisesti että suhteellisesti. Korkeiden hintojen alueella markkinametsodihinnan ero kauppahinnasta on pieni sekä absoluuttisesti että suhteellisesti. Arviot näille alueille osuvat siis lähelle toteutuneiden kauppojen hintoja, mutta

pohjoisemmilla alueilla metsitys-/ennallistamistuki olisikin metodin tuloksia todennäköisesti edullisempaa.

4.2 Metsien nettonykyarvo maakunnittain

Tässä kappaleessa esitetään metsien nettonykyarvo maakunnittain ja se, missä kunnassa Motti-ohjelman tulokset on simuloitu.

Taulukko 3. Metsähehtaarien nettonykyarvo maakunnittain.

ELY-keskus	Metsän nettonykyarvo	Kunta
Kaakkois-Suomi AB	4 292	Kouvola
Etelä-Savo	4 099	Joroinen
Uusimaa	4 004	Nurmijärvi
Kaakkois-Suomi C1	3 923	Parikkala
Häme	3 800	Janakkala
Satakunta	3 684	Harjavalta
Varsinais-Suomi	3 676	Marttila
Pirkanmaa	3 668	Urjala
Pohjanmaa	2 365	Isokyrö
Keski-Suomi	2 167	Karstula
Etelä-Pohjanmaa	2 159	Alavus
Pohjois-Karjala	2 080	Lieksa
Pohjois-Savo	1 942	Kiuruvesi
Kainuu C2p	1 738	Vaala
Pohjois-Pohjanmaa	1 509	Ylivieska
Kainuu C3	760	Puolanka
Lappi C3	723	Tornio
Lappi C4	-414	Sodankylä E

Itä- ja Etelä-Suomessa on selvästi korkeimmat metsän nettonykyarvot. Länsirannikolla ja Keski-Suomessa on selvästi alhaisemmat metsän nettonykyarvot. Pohjoiseen mentäessä nettonykyarvot alenevat. Sodankylän pohjoispuolella olevassa Lapissa uudistettavan metsän nettonykyarvo on negatiivinen.

4.3 Vaadittava metsitystuen määrä maakunnittain

Vaadittavan hehtaarikohtaisen metsitystuen suuruus vastaa pellon ja metsän nettohyötyarvon erotusta. Metsitystuen määrässä on suuria maakunnittaisia eroja. Etelä-Pohjanmaalla vaadittava metsitystuki on noin 2,5-kertainen Kaakkois-Suomen AB-alueeseen verrattuna.

Taulukko 4. Metsitystuen tarve hehtaaria kohti maakunnittain

ELY-keskus	Metsitystuki	Tukialue	Turvemaiden osuus	Osuus koko maan turvemaista
Kaakkois-Suomi AB	3 205	AB	5,8	2,6
Kaakkois-Suomi C1	3 287	C1	5,8	2,6
Kainuu C2p	3 344	C2p	19,5	2,35
Etelä-Savo	3 684	C1	5,4	3,1
Lappi C3	3 890	C3	24	4,1
Keski-Suomi	4 526	C2	6,2	4,2
Uusimaa	4 578	AB	1,5	1,8
Kainuu C3	4 656	C3	19,5	2,35
Pohjois-Savo	5 420	C2p	7,1	7,3
Pirkanmaa	5 510	AB	4,3	4,2
Pohjois-Karjala	5 668	C2	7,6	5
Lappi C4	5 861	C4	24	4,1
Häme	6 451	AB	3,7	4,6
Pohjois-Pohjanmaa	6 531	C2	16	23,7
Satakunta	6 891	AB	4,6	4,6
Varsinais-Suomi	7 729	AB	0,9	1,8
Pohjanmaa	7 817	C1	6,9	8,6
Etelä-Pohjanmaa	8 598	C2	8	12,9

5 Tulosten analysointi

5.1 Metsitystuen allokoituminen

Koska maatalouden ja LULUCF-päästöistä suuri osa tulee turvemailta, turvemaiden metsittäminen tai ennallistaminen olisi yksi helpoimmista tavoista vähentää päästöjä sekä maataloudessa että LULUCF-sektorilla (Aakkula et al., 2019; Kärkkäinen et al., 2019; Tilastokeskus, 2019; Ympäristöministeriö, 2017). Turvemaiden päästöt ovat moninkertaisia verrattuna kivennäismaihin. Kivennäismaiden soveltuvuus viljelyyn on vähintäänkin yhtä hyvä. Viljely kivennäismailla tuottaisi taloudellisesti vastaavan arvonnisän 100–150 kertaa pienemmillä päästöillä. (ks. Taulukko 1)

Metsitystuen sopivuutta työkaluna kannattaakin arvioida sen perusteella, pystyisikö sen avulla vähentämään tehokkaasti maatalouden päästöjä. Jos vaadittava metsitystuki on suurempi turvevaltaisimmilla alueilla, tuki ei vähennä turvemaiden viljelykäyttöä eikä täten vähennä maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjä. Metsitystä se voi lisätä, mutta turvemaiden aiheuttamien päästöjen korvaaminen lisäämällä hiilinieluja vaatii enemmän metsähehtaareja kuin kivennäismaiden viljelyn aiheuttamien päästöjen korvaaminen. Tällöin järkevämpää olisi lopettaa turvemaiden käyttö ja raivata tilalle kivennäismailta peltoja, jos samat tuotantovolyymit halutaan säilyttää ja raivauskelpoista kivennäismaata on vielä.

Kaksi eniten metsitystukea vaativaa aluetta ovat Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa. Näillä alueilla on yli viidennes Suomen turvepelloista ja samalla korkeimmat vaadittavat metsitystuet. Alueiden painoarvo turvepeltojen päästöjen vähentämisessä onkin suuri turvepeltojen määrän ja metsitystuen suuruuden takia. Vaikka alueilla sijaitsee vain lähes 15 % Suomen kaikista viljelymaista, alueella on yli viidennes Suomen turvemaista. Tämä lisää turvemaiden metsityksen kokonaiskustannuksia huomattavasti. Varsinais-Suomessa taas turvemaiden osuus on erittäin pieni (kts liitteet, taulukko 6) ja samalla vaadittavan metsitystuen suuruus on kolmanneksi korkein. Varsinais-Suomessa viljely ei juuri vähenisi, vaikka tuet laskisivat.

Satakunta ja Pohjois-Pohjanmaa ovat seuraavaksi eniten metsitystukea tarvitsevat alueet. Pohjois-Pohjanmaalla on liki neljännes Suomen turvepelloista. Tämä nostaa metsitystuen kustannuksia jälleen, kun lähes neljännes turvepelloista sijaitsee kalleimpien metsitystukien alueilla. Satakunnassa on 5 % turvepelloista. Metsitystuki on korkea, mutta turvepeltoja on suhteellisen vähän. Häme ja Lappi C4 tulevat seuraavaksi eniten metsitystukea tarvitsevina alueina. Tässä osassa Lappia metsi-

tystuki on korkea, koska metsityksen nettonykyarvo on negatiivinen. C4-alueen tuilla on hyvin negatiivinen vaikutus ympäristön kannalta, sillä vaikka Lapin pelloista neljännes on turvemaita, Suomen pelloista alueella sijaitsee vain 2,3 %. Tukitasojen ollessa korkeimmat koko maassa ja turvemaiden osuuden ollessa näin suuri, Lapin kansallisten tukien vähentäminen olisi todennäköisesti hyvin edullinen päästövähennyskeino ilman merkittävää tuotannon vähentymistä.

Lapin jälkeen tulee Pohjois-Karjala. Pohjois-Karjalan turvemaat ovat 5 % Suomen turvemaista. Pirkanmaalla on suunnilleen sama määrä turvemaita ja sama metsitystuki. Pohjois-Savossa taas on 7,3 % turvemaita ja yllä mainittujen kanssa saman suuruinen metsitystuki. Metsitystuen ollessa korkea kaikissa ja turvepeltojen määrän ollessa liki 15% näillä alueilla, kasvaa metsitystuen kustannus instrumenttina.

Kainuu C3:ssa on seuraavaksi pienin metsityskustannus. Kainuussa liki joka viides peltohehtaari on turvemaata. Metsitystuki voisi toimia alueella hyvin, koska metsitystuen tarve on aikaisempia alueita huomattavasti alhaisempi ja peltojen suhteellinen osuus Suomen turvemaista on korkea. Absoluuttisesti Kainuussa kuitenkin sijaitsee vain 5 % Suomen turvepelloista, joten Suomen tasolla muutos ei olisi kovin merkittävä. Kainuun jälkeen tulevalla Uusimaalla ei turvepeltoja juuri ole. Alueen maataloudesta ei siis voi helposti saada päästövähennyksiä.

Keski-Suomessa sijaitsee 5 % Suomen turvemaista ja alueelle riittäisi pienempi metsitystuki kuin edellä mainituille alueille. Lappi C3 on Kainuuta vastaavassa tilanteessa. Tällä alueella voisi metsittää melkein 1/20 Suomen turvepelloista kohtalaisen pienin kustannuksin. Alueelta saisi metsitettyä samalla tukimäärällä 2 hehtaaria suunnilleen yhtä Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevaa hehtaaria kohden. Etelä-Savossa on alhainen vaade metsitystuella mutta myös vähän turvepeltoja. Kainuu C2P:ssä on hyvinkin edullisia turvepeltojen metsityksiä ja 1/20 Suomen turvepelloista. Vähiten metsitystukea vaativat alueet ovat Kaakkois-Suomessa. Kaakkois-Suomessa on noin 5 % Suomen turvemaista. Kaakkois-Suomen metsitysten nettonykyarvot ovat korkeat, joten alueen maanomistajien varallisuus pysyisi pienemmälläkin metsitystuella ennallaan.

77,7 % Suomen turvemaista sijaitsee C-tukialueella. Onkin olennaista tietää, kummalla tukialueella vaaditaan keskimäärin enemmän metsitystukea.

Taulukko 5. Keskimääräinen metsitystuki hehtaaria kohti tukialueittain.

Tukialue	Keskimääräinen metsitystuki
AB	5 727
C	5 273

Taulukko 5 osoittaa, että AB-alueilla keskimääräinen metsitystuki on suurempi kuin C-alueilla. Tämä on turvemaiden sijainnin suhteen hyvä tulos, sillä metsitystuki allokoituisi paremmin alueille, joissa turvemaita on enemmän käytössä ja jotka myös saavat enemmän kansallisia tukia. Kun pelto metsitetään, vähenee myös valtion budjetista maksettava maataloustuki. Näitä vaikutuksia ei tässä tutkielmassa tarkastella, mutta niiden voidaan olettaa laskevan päästöjen yksikkökustannuksia C-tukialueilla.

5.2 Metsityksen hyödyt verrattuna kustannukseen

Maankäyttösektorin toimien mahdollisuudet ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi -raportissa laskettiin ilmastohyötyjä turvemaiden metsitykselle 20 € CO₂ekv päästötonnihinnalla ja 3 %:n diskonttokorolla (Kärkkäinen et al., 2019). Kerroin lähteestä saadut ilmastohyödyt 25/20, sillä EU:n nykyinen päästöoikeuden hinta on noin 25€. Vertailen tässä kappaleessa maankäytön muutoksen hyötyjä tarvittaviin metsitystukiin taulukko 6. Ohut turvekerros on vähintään 45 cm syvyydeltään ja paksu 80 cm.

Taulukko 6. Raportoidut ilmastohyödyt maankäytön muutoksesta.

Muutos	Turvekerros	Biomassa €/ha	Maaperä €/ha	Yhteensä €/ha	EU:n päästöoi- keuden hinnal- la kerrottu hyö- ty
Viljelysmaa, yksivuotinen -> Metsämaa	Ohut	1 300	730	2 030	2 538
	Paksu	1 300	6 300	7 600	9 500
Viljelysmaa, monivuotinen - > Metsämaa	Ohut	1 300	410	1 710	2 138
	Paksu	1 300	4 140	5 440	6 800

Jos ohutta turvemaata käytetään yksivuotisten kasvien viljelyyn, ilmastohyödyt eivät ylity millään alueella. Paksuilla, yksivuotisia kasveja viljellen käytetyillä turvemailla metsitystuki alittaa kaikilla alueilla metsittämisen ilmastohyödyt. Jos turvepeltoa käytetään yksivuotisten kasvien viljelyyn, metsittäminen olisi kannattavampaa koko maassa kuin turvepellon viljelyn jatkaminen. Tämän perusteella metsitystuki olisi toimiva instrumentti maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjen vähentämisessä, sillä vaadittava kustannus on pienempi kuin metsityksestä saavutettavat hyödyt.

Monivuotisessa viljelyssä paksulla turvemaalla hyödyt ovat suuret, mutta pienemmät kuin metsitystuen kustannukset Varsinais-Suomessa, Etelä-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Satakunnassa. Näillä alueilla on liki 30% Suomen turvemaista. Paksun turvemaan metsittäminen olisi ilmastohyötyjen näkökulmasta perusteltua muiden ELY-keskusten alueilla. Ilmastohyödyt olisivat kustannuksia suuremmat koko maassa, kun metsitettävä ala on yksivuotisten kasvien viljelyssä.

Pelkän biomassan ilmastohyödyistä voi päätellä, että pellon pitäisi olla nettonykyarvoltaan hyvin alhainen, alle 1300 euroa, jotta metsitystuen maksaminen kivennäismaalle olisi kustannustehokasta. Koska kivennäismaat eivät tuota juuri ollenkaan maaperäpäästöjä, on niiden ainoa ilmastohyöty mahdollisessa metsityksessä. Metsityksen pitäisi lisätä metsien pinta-alaa pysyvästi, jotta tuki olisi kannattava (Nurmi & Ollikainen, 2019). Yksi keino lisätä metsien osuutta Suomen pinta-alasta olisi vähentää kansallisia maataloustukia. Tukien vähentyessä peltojen nettonykyarvo laskisi ja saattaisi muuttua jopa negatiiviseksi. Tällöin viljelijä vaatisi vähemmän metsitystukea tai saattaisi metsittää pellon itse.

ELY-keskusten alueilla paksupohjaiset yksivuotisella ja monivuotisella kasvulla viljellyt peltohehtaarit jakautuvat seuraavasti:

Taulukko 7. Yksivuotisella ja monivuotisella kasvulla viljeltyjen paksupohjaisten turvemaiden jakautuminen (Kekkonen et al., 2019).

ELY-keskus	Yksivuotisella viljelty paksu	Monivuotisella viljelty paksu
Kaakkois-Suomi AB	3 186	747
Kaakkois-Suomi C1	3 186	747
Kainuu C2p	2 057	477
Etelä-Savo	3 467	684
Lappi C3	4 951	1 053
Keski-Suomi	4 984	1 200
Uusimaa	2 134	478
Kainuu C3	2 057	477
Pohjois-Savo	10 451	1 248
Pirkanmaa	5 707	1 353
Pohjois-Karjala	6 386	936
Lappi C4	4 951	1 053
Häme	5 725	1 517
Pohjois-Pohjanmaa	34 053	5 296
Satakunta	5 224	1 146
Varsinais-Suomi	2 472	436
Pohjanmaa	13 141	1 298
Etelä-Pohjanmaa	16 897	3 137
Yhteensä	131 027	23 282
Päästöjä vuodessa	4 593 807	590 199

Kuten taulukko 7 osoittaa, paksupohjaiset turvepellot tuottavat lähes 5,2 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenteja päästöjä vuodessa. ELY-keskukset, joiden alueella on useampi tukialue, on turvepeltojen määrä jaettu kahdella. Taulukon 7 peltopinta-alojen kanssa voidaan kertoa erilaisia tukisummia, jolloin saadaan tuen kokonaiskustannus. Taulukossa 8 on laskettu kustannus valtiolle ilmastohyödyn suuruisella tuella, kalleimmalla alueiden metsitystuella eli Etelä-Pohjanmaan 8598 eurolla sekä jokaisen alueen lasketulla metsityskustannuksella. Viimeinen lasku kuvastaa huutokauppaa, jossa valtio tietää täydellisesti viljelijän kustannukset turvepellon menetyksestä ja minimoi viljelijän windfall-voitot.

Taulukko 8. Eri tukien kokonaiskustannukset.

ELY-keskus	Ilmastohyödyn tuki	Etelä-Pohjanmaan tuki	Alueen tuki
Kaakkois-Suomi AB	37 363 500	33 817 129	12 604 770
Kaakkois-Suomi C1	37 363 500	33 817 129	12 928 587
Kainuu C2p	24 063 500	21 779 504	8 471 550
Etelä-Savo	39 434 500	35 691 560	15 291 444
Lappi C3	57 033 250	51 619 918	23 355 858
Keski-Suomi	58 748 000	53 171 912	27 987 054
Uusimaa	24 814 000	22 458 770	11 956 612
Kainuu C3	24 063 500	21 779 504	11 793 157
Pohjois-Savo	111 140 500	100 591 558	63 409 589
Pirkanmaa	67 070 000	60 704 026	38 903 098
Pohjois-Karjala	69 559 000	62 956 781	41 499 923
Lappi C4	57 033 250	51 619 918	35 184 754
Häme	68 799 000	62 268 917	46 717 020
Pohjois-Pohjanmaa	373 815 500	338 334 662	256 969 309
Satakunta	60 515 000	54 771 196	43 892 729
Varsinais-Suomi	27 626 000	25 003 868	22 475 681
Pohjanmaa	137 170 500	124 150 911	112 870 112
Etelä-Pohjanmaa	190 323 000	172 258 421	172 258 421
Yhteensä	1 465 935 500	1 326 795 683	958 569 671
Tukiero ilmastohyö- tyyn		139 139 817	507 365 829
Tukierotus Etelä- Pohjanmaan tukeen			368 226 013

Kuten tukien erotuksista voidaan nähdä, metsitystuen maksuperusteella on suuri merkitys tuen kokonaiskustannuksen kannalta. Jos valtio maksaa koko ilmastohyödyn suuruisen summan kaikille alueille ja myös monivuotisesti viljellyille pelloille, tuen kokonaiskustannukseksi tulee lähes puoli-toista miljardia. Jos valtio maksaa metsitystuen korkeimman eli Etelä-Pohjanmaan tuen mukaan, tuen määrä on 139 miljoonaa pienempi. Viimeisenä on niin sanottu täydellisen informaation tuki, jossa tuki on alueellisesti kohdennettu jokaiselle viljelijälle niin, että se juuri metsän nettonykyar-

von kanssa ylittää pellon nettoykyarvon. Tässä informaatiossa säästetään puoli miljardia verrattuna ilmastohyödyn suuruiseen tukeen ja 368 miljoonaa Etelä-Pohjanmaan tukeen verrattuna.

Huutokaupan tapauksessa kokonaiskustannukset olisivat tuon puolentoista miljardin ja miljardin välissä. Estimaatti riippuu sekä viljelijöiden tarjousfunktiosta että tutkielmassa laskettujen nettoykyarvojen tarkkuudesta. Kiinteiden kustannusten huomioiminen muuttaa viljelijöillä tarjousta metsityksestä molempiin suuntiin. Aikaisemmasta vertailusta peltojen kauppahintoihin voidaan kuitenkin päätellä, että pohjoisemmilla tukialueilla alhaisempikin metsitystuki riittäisi. Toisaalta pohjoisessa harjoitetaan suhteessa enemmän kotieläintuotantoa, jolloin kiinteiden kustannusten osuus kasvaa. Tämä voi toisaalta nostaa tarjousten suuruutta.

Rajakustannukset per tukialue voidaan laskea ilmastohyödyn ja metsitystuen suuruuden avulla. Jakamalla metsitystuki ilmastohyödyllä ja kertomalla tämä suhdeluku hiilen hinnalla, saadaan päästövähennyksen rajakustannus tukialueittain. Suhdeluvun kertominen hiilen hinnalla tekee luvusta tonnikohtaisen, sillä ilmastohyödyssä päästöt on vain muutettu euromääräisiksi, jolloin euromääräisten päästövähennysten jakaminen vaadittavalla kustannuksella kertoo näiden suhdeluvun, joka taas kerrottuna hiilen hinnalla muuttuu rajakustannukseksi yhdelle hiilitonnille. Kertomalla rajakustannuksen alueen prosenttiosuudella kaikista turvepelloista ja summaamalla kaikki lukemat saadaan kaikkien turvepeltojen metsittämisen rajakustannus, jos valtiolla on täydellinen informaatio peltojen arvosta viljelijöille. Taulukossa 9 nähdään tulokset.

Taulukko 9. Rajakustannukset alueittain sekä turvepeltojen määrällä painotettu rajakustannus.

ELY-keskus	Rajakustannus yksivuotinen	Rajakustannus monivuotinen
Kaakkois-Suomi AB	8,4	11,8
Kaakkois-Suomi C1	8,7	12,1
Kainuu C2p	8,8	12,3
Etelä-Savo	9,7	13,5
Lappi C3	10,2	14,3
Keski-Suomi	11,9	16,6
Uusimaa	12,0	16,8
Kainuu C3	12,3	17,1
Pohjois-Savo	14,3	19,9
Pirkanmaa	14,5	20,3
Pohjois-Karjala	14,9	20,8
Lappi C4	15,4	21,5
Häme	17,0	23,7
Pohjois-Pohjanmaa	17,2	24,0
Satakunta	18,1	25,3
Varsinais-Suomi	20,3	28,4
Pohjanmaa	20,6	28,7
Etelä-Pohjanmaa	22,6	31,6
Painotettu	16,4	22,3

Sekä yksivuotisella että monivuotisella kasvilla viljeltyjen turvepeltojen rajakustannukset alittavat selvästi EU:n päästöoikeuden hinnan vuonna 2019. Painotettujen rajakustannusten ero on yllättävän pieni ottaen huomioon monivuotisen viljellyn turvepellon metsityksen reilusti alhaisemman ilmastohyödyn. Selityksenä on sekä metsitystuen suuruus sekä monivuotisesti ja yksivuotisesti viljeltyjen peltojen hajonta alueiden sisällä.

Metsityksen ilmastohyödyn ja metsitystuen erotus on tärkeä, sillä se kertoo, muuttuuko metsitys rajakustannuksiltaan liian kalliiksi, jos nettonykyarvot poikkeavat tarpeeksi tutkielmassa esti-

moiduista. Mitä suurempi erotus on, sitä todennäköisemmin metsityksen ilmastohyöty alittaa EU:n päästöoikeuden hinnan, jolloin se on kustannustehokasta toteuttaa. Pitää myös huomioida, että taakanjakosektorin muut päästövähennysmahdollisuudet voivat ylittää EU:n päästöoikeuden hinnan tehokkaan mekanismin puuttuessa. Metsitystuki voi olla suhteessa muihin taakanjakosektorin päästövähennyksiin huomattavasti kustannustehokkaampi. Taulukossa 10 on metsitystuki-erotus intensiivisesti viljellyn turvepellon metsitykseen.

Taulukko 10. Metsitystuen suuruus miinustettuna yksivuotisella kasvulla viljellyn paksupohjaisen turvepellon ilmastohyödyttä.

ELY-keskus	Metsitystuen suuruus	Ilmastohyöty - metsitystuki
Kaakkois-Suomi AB	3 205	6 295
Kaakkois-Suomi C1	3 287	6 213
Kainuu C2p	3 344	6 156
Etelä-Savo	3 684	5 816
Lappi C3	3 890	5 610
Keski-Suomi	4 526	4 974
Uusimaa	4 578	4 922
Kainuu C3	4 656	4 844
Pohjois-Savo	5 420	4 080
Pirkanmaa	5 510	3 990
Pohjois-Karjala	5 668	3 832
Lappi C4	5 861	3 639
Häme	6 451	3 049
Pohjois-Pohjanmaa	6 531	2 969
Satakunta	6 891	2 609
Varsinais-Suomi	7 729	1 771
Pohjanmaa	7 817	1 683
Etelä-Pohjanmaa	8 598	902

Kaikilla muilla alueilla paitsi Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksella erotus metsitystuen suuruudessa ja ilmastohyödyssä ylittää tuhat euroa. Mitä suurempi erotus on, sitä suurempi virhemarginaali metsitystuen suuruudessa on mahdollinen. Suurella osalla alueita erotus ylittää kauppahintatilaston antamien peltokauppojen arvon. Näillä alueilla turvepeltojen metsitys tai ennallistaminen ovat suurella todennäköisyydellä kannattavia päästöjen vähentämiskeinoja.

Turvepeltojen metsityksen lisäksi päästöjä on mahdollista vähentää myös ennallistamalla turvepelto. Taulukosta 1 nähdään, että ennallistaminen vähentää päästöjä merkittävästi enemmän kuin metsitys. Tämä johtuu siitä, että metsityksen jälkeen turvepellon maaperäpäästöt pysyvät vielä 20 vuotta korkeina (Kärkkäinen et al., 2019). Toisaalta metsityksessä myös puuston biomassa lisää ilmastohyötyä. Kumman maankäyttömuutoksen ilmastohyöty on suurempi, riippuu sekä maaperäpäästöjen erosta että metsityksen tuottamasta biomassasta. Mitä paremmin metsä tuottaa biomassaa, sitä suuremmaksi sen nettonykyarvo voidaan olettaa. Ennallistamisessa viljelijän vaatima tuki on suurempi, sillä viljelijä ei saa myöhemmin tuloja ennallistamisesta toisin kuin metsityksestä. Ennallistamiseen vaadittava tuki onkin suurempi. Korkean nettonykyarvon metsä voi ilmastohyödyssä kompensoida suuremmat maaperäpäästöt. Myös hiilen hinta vaikuttaa maankäyttömuutosten kannattavuuteen. Ennallistamisessa päästöjä vähenee enemmän alussa, jolloin niiden diskonttaustekijä on pienempi. Nämä vähennykset ovat arvokkaampia, koska ne tapahtuvat aiemmin. Toisaalta myös metsityksen tulevan biomassan ilmastohyödyn arvo kasvaa hiilen hinnan nousun myötä.

Hiilen hintaa ei tarvitse huomioida, jos lasketaan vähennettyjen päästöjen rajakustannusta. Tällöin ennallistamisessa suurempi vähentyneiden päästöjen määrä laskee rajakustannusta verrattuna metsitykseen. Ennallistamisen kustannusta ei ole huomioitu, joten ennallistamisen hyödyt laskisivat kustannusten lisääntymisen myötä. Ilman tarkempaa tietoa ennallistamisen kustannuksista ja metsityksen todellisesta kustannuksesta ELY-keskuksittain, ei voida yksiselitteisesti sanoa, kumpi on kustannustehokkaampaa. Matemaattisia funktioita voidaan kuitenkin vertailla. Ennallistamisen päästövähennyksen rajakustannus on:

$$(8) \quad \frac{\frac{R^*}{r} + E_c}{T(E)_{cm}}$$

jossa pellon nettonykyarvon ($\frac{R^*}{r}$) ja ennallistamisen kustannuksen (E_c) summa jaettuna vähentyneillä päästöillä $T(E)_{cm}$, kertoo ennallistamisen päästövähennyksien rajakustannuksen. Metsityksen päästövähennyksen rajakustannus taas on:

$$(9) \quad \frac{\frac{R^*}{r} - V_{tim}}{T(M)_{cm}}$$

Ennallistamisessa sekä osoittajassa oleva nettonykyarvo, että nimittäjässä oleva päästöjen vähentyminen ovat molemmat absoluuttisesti suurempia. Se, kummalla on alhaisempi rajakustannus päästövähennyksille, riippuukin $T(M)_{cm}$ ja $T(E)_{cm}$ funktioiden erotuksesta eri turvekerroksen paksuuksilla. V_{tim} vaikuttaa merkittävästi metsityksen kannattavuuteen vaihtoehtona. ELY-keskuksista ainostaan Lappi C4 -alueella oli metsityksen nettonykyarvo negatiivinen. Alueella ennallistaminen olisi kannattavampi vaihtoehto.

5.3 Metsitystuki osana maatalouspolitiikkaa

Metsitystuen käyttöä pohdittaessa pitää kiinnittää huomiota kahteen seikkaan: miten se mahdollisesti vaikuttaisi muihin maatalouden tukiin ja miten eri tavat maksaa metsitystukea vaikuttaisivat eri toimijoihin sektorilla. Olennaisia toimijoita ovat tässä pohdinnassa julkissektorin menot sekä muut viljelijät. Mahdollisia muutoksia ovat Suomen maataloustuotannon määrä, julkissektorin menot maatalouteen ja muualle, maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjen kehitys sekä muiden mahdollisten julkishyödykkeiden määrä. Koska muut maataloustuet vaikuttavat myös metsitystuen suuruuteen olennaisesti, tarkastellaan mitä muiden tukien muutos tarkoittaisi metsitystuen suuruudelle. Muuttujien vaikutusta tarkastellaan skenaarioittain. Muuttujien nykytilan arvot esitellään taulukossa 12.

Taulukko 11. Maatalouden nykytilanne (Aakkula et al., 2019; Kärkkäinen et al., 2019; Niemi, 2019; Niemi & Rikkinen, 2010).

Maataloustuotannon määrä	1 000 000 ha vilja-alaa ja 700 000 ha nurmi-alaa
Kansallisten tukien määrä	949,7 miljoonaa
Maatalous ja LULUCF-sektorin päästöt	6,56 milj.tn CO ₂ ekv maataloudesta ja 9,61 LU-LUCF milj.tn CO ₂ ekv LULUCF-sektorilta
Julkishyödykkeiden määrä	Nykyinen tilanne
Tuotannontekijöiden allokaatio	Pääoman tuotto alhainen ja tuen osuus maatalouden nettoarvonlisäyksestä 157,9%. Paranee rakennekehityksen myötä.

Skenaarioissa katsotaan, miten tilanne muuttuu vuodesta 2019 vuoteen 2030. Kansallisiin tukiin laskettiin kansallisesti osarahoitteisten tukien Suomen osuus ja puhtaasti kansallisesti maksettavien tukien osuus. Kaikki huomioitavat tuet ovat sellaisia, jotka maksetaan suoraan viljelijälle.

5.3.1 Skenaario 1, nykytilanteen jatkaminen

Skenaario 1:ssä mitään muutosta maatalouspolitiikassa ei tapahdu. Metsitystukea ei oteta käyttöön seuraavalla ohjelmakaudella ja muiden maataloustukien määrä ja allokaatio pysyy pääpiirteittäin samana.

Taulukko 12. Skenaarion 1 vaikutukset.

Maataloustuotannon määrä	Ei muutoksia
Kansalliset menot maatalouteen	Ei muutoksia, ellei EU:n mahdollisesti laskevia tukitasoja kompensoida kansallisilla tuilla
Maatalous ja LULUCF-sektorin päästöt	Ei muutoksia, ellei turvemaita raivata lisää
Julkishyödykkeiden määrä	Ei muutoksia
Tuotannontekijöiden allokaatio	Paranee rakennekehityksen myötä

Maataloustuotannon määrän ei pitäisi juuri muuttua, jos tukitasot pysyvät suunnilleen samoina. Jos EU:n tuet laskevat, voivat julkissektorin menot nousta, jos tukien lasku päätetään kompensoida täysimääräisesti kansallisissa tuissa. Jos turvemaiden määrä kasvaa, maatalouden päästöt kasvavat. Julkishyödykkeillä viitataan metsien ja viljelyn tuottamiin positiivisiin ulkoisvaikutuksiin. Kun

maankäyttö ei muutu, julkishyödykkeiden määräkään ei muutu. Tuotannontekijöiden allokaation pitäisi parantua rakennemuutoksen edetessä. Maatalouden tuottavuuden ja tilakoon voidaan olettaa kasvavan tulevaisuudessa. (Kettunen, Knuutila, & Niemi, 2012.)

5.3.2 Skenaario 2, metsitystuki tuotannon pysyessä samana

Jos tuotanto halutaan säilyttää samana metsitystuen käyttöönoton yhteydessä, metsitetyt turvepellot pitäisi korvata vastaavalla määrällä kivennäismaita, jotta sama tuotanto voitaisiin ylläpitää. Tämä saattaisi vaatia lisätukea, jos turvemaiden myötä laskeva tuotannon tarjonta ei kannustaisi jo käytössä olevien peltojen intensiivisempään käyttöön.

Taulukko 13. Skenaarion 2 vaikutukset.

Maataloustuotannon määrä	Ei muutoksia
Kansalliset menot maatalouteen	Ei muutoksia tai kasvaa
Maatalous ja LULUCF-sektorin päästöt	Vähenevät turvemaiden metsityksen myötä
Julkishyödykkeiden määrä	Kasvaa
Tuotannontekijöiden allokaatio	Paranee rakenne- ja aluekehityksen myötä enemmän kuin skenaariossa 1

Tässä skenaariossa oletetaan, ettei turvemaan raivaus olisi sallittua. Muuten tukea voisi hyödyntää ilman ilmastohyötyjä. (Kärkkäinen et al., 2019.) Tuotannontekijöiden allokaatio heikkenee niillä alueilla, joilla läheltä ei ole saatavilla muita kuin turvemaita. Jos kivennäispeltoja raivattaisiin AB-alueilla korvaamaan metsitetyt turvepellot, voisi maatalouden tuottavuus parantua enemmän kuin skenaariossa 1, koska korvattava tuotanto siirtyisi viljelyyn paremmin soveltuville AB-alueille. Jos tukipolitiikka suunniteltaisiin niin, että C-tukialueiden osuus tuotannosta pysyisi vakiona, heikentyisi tuottavuus, koska kivennäismaita ei välttämättä ole aina lähellä tilakeskuksia.

5.3.3 Skenaario 3, metsitystuki korvaa muita EU-tukia

Skenaariossa toisen pilarin varoja käytettäisiin metsitystuen maksamiseen ja mahdollisesti siirrettäisiin ensimmäisestä pilarista toiseen metsitystuen varojen kasvattamiseksi. Suorat tuet vähentyisivät ja mahdollisesti tuotantoa nostavat toisen pilarin tuet vähentyisivät myös. Tässäkin skenaariossa oletetaan, ettei turvemaita voi raivata lisää.

Taulukko 14. Skenaarion 3 vaikutukset.

Maataloustuotannon määrä	Vähenee
Kansalliset menot maatalouteen	Ei muutoksia
Maatalous ja LULUCF-sektorin päästöt	Vähenevät turvemaiden ja heikkotuottoisten peltojen metsityksen myötä
Julkishyödykkeiden määrä	Kasvaa
Tuotannontekijöiden allokaatio	Heikkenee

EU:n maatalouspolitiikan kautta tulevien tukien laskemisella on selvästi suuremmat vaikutukset AB-alueella kuin C-alueella (Lehtonen & Niemi, 2018). Jos kansalliset tuet säilytettäisiin, mutta suorat tuet laskisivat metsitystuen myötä, vähentyisi lypsy- ja lihakarjatalous selvästi AB-alueella. C-tukialueella tuotanto kasvaisi niin paljon kuin kansallisia tukia olisi mahdollista maksaa enemmän. Tuotannollisesti turvemaiden metsittäminen kaikilla tukialueilla ja suorien tukien laskeminen laskisi peltojen nettonykyarvoa AB-tukialueilla, jolloin myös metsitystukea tarvitsisi maksaa vähemmän näillä alueilla.

Vaadittava metsitystuki laskisi myös C-tukialueilla, mutta suhteellisesti vähemmän. C-tukialueilla tilojen olisi vaikea laajentaa, sillä mahdollisesti lähempänä sijainneet turvepellot on metsitetty. Jos tilojen lähellä olisi ollut C-tukialueilla kivennäismaita, ne olisi todennäköisesti raivattu jo aikaisemmin. Maatalouden tuottavuus laskisi myös sen takia, että C-alueiden peltojen nettonykyarvo on alhaisemman satotason takia usein alhaisempi. Tuotannon kasvaessa alueella tuottavuus laskisi.

5.3.4 Skenaario 4, metsitystuki ja kansallisten tukien lopettaminen

Viimeisessä käsiteltävässä skenaariossa metsitystuki maksetaan toisesta pilarista ja osarahoitteiset sekä kansallisesti täysin rahoitettavat tuet lopetetaan. Turvemaita ei saa raivata lisää.

Taulukko 15. Skenaarion 4 vaikutukset

Maataloustuotannon määrä	Vähenee
Kansalliset menot maatalouteen	Loppuvat
Maatalous ja LULUCF-sektorin päästöt	Vähenevät skenaarioista eniten turvemaiden ja heikkotuottoisten peltojen metsityksen myötä
Julkishyödykkeiden määrä	Muutos epävarma
Tuotannontekijöiden allokaatio	Paranee rakenne- ja aluekehityksen myötä skenaarioista eniten

Maataloustuotannon määrä vähenee skenaariossa selvästi kansallisten tukien loppuessa. Tämä pienentää kansallisia menoja maatalouteen 949,7 miljoonalla eurolla. Päästöt maataloudesta ja LULUCF-sektorilta vähenevät eniten, koska nettonykyarvoltaan negatiivisia peltoja metsitetään huomattavasti enemmän kuin muissa skenaarioissa. Julkishyödykkeiden määrä on epävarma, sillä maatalousmaiseman vähentymisen haitta ei välttämättä ole lineaarinen. Metsähehtaarien selvästi lisääntyessä niiden ulkoishyödyt kasvavat. Tuotannontekijöiden allokaation muutos on tässä skenaariossa suurin, sillä tuotanto keskittyy alueellisesti sinne, missä tuottavuus on suurinta tukien ollessa liki samansuuruiset ympäri maata.

On perusteltua olettaa täysin tullittoman ja tuettoman maataloustuotteiden kansainvälisen kaupan johtavan samanlaiseen tilanteeseen kuin esimerkiksi teollisuudessa, jossa tuotetaan vain, jos tuotteesta saatava hinta kattaa yksikkökustannuksen. Tällöin tuotannon kokonaishyöty maksimoituu globaalisti. Mitä hintakilpailukykyisempi Suomen tuotantorakenne on tullien ja tukien ollessa voimassa, sitä vähemmän tuotanto muuttuisi maatalouskaupan liberalisoinnin myötä. Tuotanto, joka olisi kannattavaa ilman kaupan esteitä, on oletettavasti kannattavinta myös tasaisesti maksetuilla tuilla. (Niemi & Rikkinen, 2010.) Tällöin maatalouden tuottama nettoarvonlisä ilman tukia kasvaisi selvästi nykyisestä tilanteesta.

Koska tuet kapitalisoituvat peltojen nettonykyarvoon, laskisi kansallisten tukien poistaminen selkeästi vaadittavia metsitystukia. Näin myös metsitystuen MACC laskisi selvästi. Yksivuotisilla kasveilla metsityksen ilmastohyödyt turvemaidella tosin ylittävät jo vaadittavan metsitystuen 25 € hiilidioksidiekvivalenttitonnin hinnalla. MACC kuitenkin pienentyisi tästä huomattavasti, sillä kansallisesti rahoitetaan yli puolet maatalouden tuista. Skenaarion 2 vaadittava metsitystuki saattaisi jopa nousta, sillä tuotannon kasvattamiseen turvemaiden metsityksen myötä voisi olla välttämätöntä

maksaa enemmän tukea. Skenaariossa 3 metsitystuki laskisi suorien tukien pienentymisen myötä, mutta mahdollinen tuottajahintojen nousu voisi kompensoida osan menetetyistä nettonykyarvosta.

Yksi maataloustuotantoa vähentävien skenaarioiden ilmasto-ohyöty voisi olla tuonnin lisääntyminen. Usein ollaan eri toimialoista puhuttaessa huolissaan mahdollisesta hiilivuodosta, mikä kansallisesta tuotannon vähentymisestä voisi seurata. Hiilivuodolla viitataan tilanteeseen, jossa yhden maan vähentynyt tarjonta johtaa tarjonnan kasvuun muualla. Maataloudessa asia ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen, sillä useinkaan ei muisteta tehokkaamman tuotannon maankäytöllisiä hyötyjä. (Searchinger, Wirsenius, Beringer, & Dumas, 2018.) Jos tuonti on alueelta, jossa tuottavuus on merkittävästi korkeampi, vähenee tuotantoon vaadittava maa-ala, jolloin metsien määrä vastaavasti kasvaa. Nielut siis lisääntyvät tehokkaamman maataloustuotannon myötä, jolloin tuonti voi olla ilmaston kannalta parempi nielujen kasvaessa. Voi olla myös muita tuotantoon vaikuttavia tekijöitä, jotka aiheuttavat maiden välisen tuotannon hiilitaseen poikkeavan toisistaan, mutta korkeampi tuottavuus per hehtaari lähtökohtaisesti mahdollistaa muualla hiilinielujen lisäämistä maankäyttöä muuttamalla.

6 Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli selvittää, voisiko metsitystuki olla toimiva instrumentti ilmastopolitiikassa. Metodi metsitystuen suuruuden selvittämiseksi oli laskea peltojen ja metsityksen nettohyöty ja laskea näiden erotus, joka säilyttäisi siten maanomistajan varallisuuden ennallaan. Kaikkien ELY-keskusten alueilla yksivuotisella viljelykasvilla viljeltävän paksun turvemaan metsityksen ilmasto-työdyt olivat suuremmat kuin vaadittavan metsitystuen suuruus. Metsitystuki instrumenttina on tässä työssä lasketuilla nettohyötyillä toimiva väline turvemaiden viljelyn lopettamiseen. Jos paksulla turvemaalla viljeltiin monivuotisia viljelykasveja, metsitystuen kustannus oli osassa ELY-keskuksia suurempi kuin turvemaan metsityksen ilmasto-työdyt. CO₂ekv:n tonnihintana oli 25€. Nykyisellä EU:n päästökaupan päästöoikeuden hinnalla metsitystuki olisi kustannustehokas tapa vähentää maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjä.

Työn mahdolliset rajoitteet riippuvat metodologiasta. Työssä on käytetty sekä katopohjaista tuki- ja markkinatuotoilla ja kustannuksilla laskettua pellon nettohyötyä että vuokrasta laskettua nettohyötyä. Näistä valittiin korkein, sillä tavoite oli nähdä, olisiko turvepeltojen poistaminen käytöstä kannattavaa parhaimmalla mahdollisella turvepellon viljelykäytöllä. Metsitystuki laskettiin maanomistajan näkökulmasta. Tällöin ei voitu tarkastella, kuinka paljon tukien laskeminen tai turvemaiden päästöjen verottaminen vaikuttaisi vaadittavaan metsitystukeen alueittain. Myös tukimekanismin vaikutusta kustannuksiin tarkasteltiin. Ennallistamisen ilmasto-työdytä vertailtiin metsityksen ilmasto-työdytyyn. Vaikka kivennäis- ja turvemaan metsityksen nettohyötöt olisivat keskimäärin samaa tasoa, turvemaiden metsityksen onnistumisessa on huomattavasti enemmän epävarmuutta. Tätä epävarmuutta ei tutkimuksessa otettu huomioon. Vaadittavan metsitystuen määrä saattaisi kuitenkin kasvaa metsityksen nettohyötyä laskiessa. Ennallistamisen ja metsityksen ilmasto-työdyjä vertailtiin. Ennallistamisen kannattavuutta laskettiin myös turvekerroksen paksuuden mukaan.

Useita jatkotutkimuskysymyksiä syntyi tutkimuksen aikana. Tärkein liittyi maatalouden ja LULUCF-sektorin päästöjen erilaisiin skenaarioihin. Ilmastopolitiikan kustannustehokkuuden näkökulmasta olisi tärkeää laskea tarkemmin työssä tarkasteltujen skenaarioiden kustannuksia kansallisesti ja päästöjen vähentämisen suhteen. Myös turvemaiden metsityksen nettohyötyä simuloiminen voisi parantaa laskelmien tarkkuutta. Turvemaiden ja skenaario neljän lisämetsityksen vaikutukset voisi myös tutkia metsäteollisuuden kannalta, sillä LULUCF-sektorin päästöjen vähentyessä ja metsäalan kasvaessa voisi hakkuita mahdollisesti lisätä.

7 Lähteet

- Aakkula, J., Asikainen, A., Kohl, J., Lehtonen, H., Ollila, P., Salminen, O., & Sievänen, R. (2019). *Maatalous- ja LULUCF-sektorien päästö- ja nielukehitys vuoteen 2050*.
- Aarnio, J., & Rantala, T. (1999). Peltojen luontaisen metsityksen yksityistaloudellinen kannattavuus. *Metsätieteen Aikakauskirja*, 1(1), 25–37. <https://doi.org/10.14214/ma.6437>
- Aatola, P., Ollikainen, M., & Toppinen, A. (2013). Price determination in the EU ETS market: Theory and econometric analysis with market fundamentals. *Energy Economics*, 36(October 2007), 380–395. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.09.009>
- Asquith, P., & Weiss, L. A. (2016). The Time Value of Money: Discounting and Net Present Values. *Lessons in Corporate Finance*, 287–302. <https://doi.org/10.1002/9781119228899.ch13>
- Ay, J., & Latruffe, L. (2013). The Empirical Content of the Present Value Model : A survey of the instrumental uses of farmland prices. *Ceps*, 32(53). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.157112>
- Behan, J., McQuinn, K., & Roche, M. J. (2006). Rural Land Use: Traditional Agriculture or Forestry? *Land Economics*, 82(1), 112–123. <https://doi.org/10.3368/le.82.1.112>
- Böhringer, C., Löschel, A., Moslener, U., & Rutherford, T. F. (2009). EU climate policy up to 2020: An economic impact assessment. *Energy Economics*, 31(SUPPL. 2), 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.09.009>
- Debertin, D. L. (2012). *Applied Microeconomics: Consumption, Production and Markets* (Second). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.158321>
- Duesberg, S., Dhubbáin, Á. N., & O'Connor, D. (2014). Assessing policy tools for encouraging farm afforestation in Ireland. *Land Use Policy*, 38, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.001>
- Euroopan komissio. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 2018/0216. , 0216 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset 18–38 (2018).
- Euroopan komissio. *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 2018/841*. , (2018).
- Feichtinger, P., & Salhofer, K. (2011). The Valuation of Agricultural Land and the Influence of Government Payments. In *Factor Markets Working Paper*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.119103>
- Foley, J. A. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V., & Regina, K. (2013). Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974-2009. *Global Change Biology*, 19(5), 1456–1469. <https://doi.org/10.1111/gcb.12137>

- Hsiang, S., & Kopp, R. E. (2018). An Economist's Guide to Climate Change Science. *The Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 3–32. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/26513494?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Hynönen, T. (2000). Pellonmetsitysten onnistuminen Itä-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja*, 765, 1–178.
- Hyytiäinen, K., Leppänen, J., & Pahkasalo, T. (2008). Economic analysis of field afforestation and forest clearance for cultivation in Economic analysis of field afforestation and forest clearance for cultivation in Finland. *2008 International Congress, August 26-29, Ghent, Belgium 44178, European Association of Agricultural Economists.*, (August 2008). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.44178>
- Iyer, P., Bozzola, M., Hirsch, S., Meraner, M., & Finger, R. (2020). Measuring Farmer Risk Preferences in Europe: A Systematic Review. *Journal of Agricultural Economics*, 71(1), 3–26. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12325>
- Kärkkäinen, L., Haakana, M., Heikkinen, J., Hirvelä, H., Jauhiainen, L., Laturi, J., ... Tuomainen, T. (2019). Maankäyttösektorin toimien mahdollisuudet ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. *Valtioneuvoston Selvitys- Ja Tutkimustoiminnan Julkaisusarja*, 67/2018.
- Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A., & Regina, K. (2019). Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. *Carbon Management*, 10(2), 115–126. <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1557990>
- Kettunen, L., Knuuttila, M., & Niemi, J. (2012). Suomen maatalouspolitiikka ja sen asema kansantaloudessa. *Kansantaloudellinen Aikakauskirja*, 108(4), 416–426.
- Kilian, S., Antón, J., Salhofer, K., & Röder, N. (2012). Impacts of 2003 CAP reform on land rental prices and capitalization. *Land Use Policy*, 29(4), 789–797. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.12.004>
- Koljonen, T., Soimakallio, S., Asikainen, A., Lanki, T., Anttila, P., Hildén, M., ... Tiittanen, P. (2017). Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. *Valtioneuvoston Selvitys- Ja Tutkimustoiminnan Julkaisusarja*, 21/2017, 106. Retrieved from http://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/21_Energia-%2Bja%2Bilmastostrategian%2Bvaikutusarviot%2BYhteenvetoraportti/40df1f5f-c99c-47d1-a929-a4c825f71547?version=1.0
- Kosenius, A.-K., Haltia, E., Horne, P., Kniivilä, M., & Saastamoinen, O. (2013). Value of ecosystem services? Examples and experiences on forests, peatlands, agricultural lands, and freshwaters in Finland. In *PTT raportteja* 244. Retrieved from

https://www.researchgate.net/profile/Anna-kaisa_Kosenius/publication/268518172_Value_of_ecosystem_services_Examples_and_experiences_on_forests_peatlands_agricultural_lands_and_freshwaters_in_Finland/links/546f0a000cf29806ec2eeb32/Value-of-ecosystem-servic

- Lankoski, J., & Ollikainen, M. (2013). Counterfactual approach for assessing agri-environmental policy: The case of the Finnish water protection policy. *Revue d'Études En Agriculture et Environnement*, 94(02), 165–193. <https://doi.org/10.4074/S1966960713012022>
- Latacz-Lohmann, U., & Hamsvoort, C. P. C. M. (1998). Auctions as a Means of Creating a Market for Public Goods from Agriculture. *Journal of Agricultural Economics*, 49(3), 334–345. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1998.tb01276.x>
- Latacz-Lohmann, U., & Van der Hamsvoort, C. (1997). Auctioning Conservation Contracts: A Theoretical Analysis and an Application. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 407–418. <https://doi.org/10.2307/1244139>
- Latruffe, L., & Le Mouél, C. (2009). Capitalization of government support in agricultural land prices: What do we know? *Journal of Economic Surveys*, 23(4), 659–691. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2009.00575.x>
- Lehtonen, H., & Niemi, J. S. (2018). Effects of reducing EU agricultural support payments on production and farm income in Finland. *Agricultural and Food Science*, 27(2), 124–137. <https://doi.org/10.23986/afsci.67673>
- Luonnonvarakeskus. (2019a). Maatalous- ja puutarhayritysten tuloslaskelma tuotantosuunnittain. Retrieved from Luke tilastotietokanta website: https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02_Maatalous__06_Talous__06_Maa-ja_puutarhatalouden_kannattavuus/001_MaPu_kannattavuus.px/?rxid=91b73ce2-f219-4f02-b67e-7da3fc6b4e43
- Luonnonvarakeskus. (2019b). Maataloustuotteiden tuottajahinnat.
- Luonnonvarakeskus. (2019c). Pellon vuokrahinnat tuotantosuunnittain ja ELY-keskuksittain. Retrieved from Luonnonvarakeskus Tilastotietokanta website: https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02_Maatalous__06_Talous__03_Pellon_vuokrahinnat/01_Pellon_vuokrahinnat.px/?rxid=0f4cbcd7-1c9b-4da9-8569-4a4d938c54a5
- Luonnonvarakeskus. (2019d). Satotilasto.
- Maanmittauslaitos. (2019). Kiinteistökauppojen tilastopalvelu, Maa- ja metsätalouskiinteistöt, rakentamattomat yli 2 ha.
- McCarthy, S., Matthews, A., & Riordan, B. (2003). Economic determinants of private afforestation

- in the Republic of Ireland. *Land Use Policy*, 20(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(02\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(02)00052-2)
- Niemi, J., Liesivaara, P., Lehtonen, H., Huan-Niemi, E., Kettunen, L., Pellervo, K., & Toikkanen, H. (2014). *EU's Common Agricultural Policy during 2014-2020 and Finnish Agriculture. MTT Reports 130. Juvenes Print - Suomen yliopistopaino Oy*. Retrieved from <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti130.pdf>
- Niemi, J., & Rikkonen, P. (2010). *Maatalouspoliittisen toimintaympäristön ennakointi Miten käy kotimaisen elintarvikeketjun?* Jokioinen.
- Niemi, J., & Väre, M. (2019). *Suomen maa- ja elintarviketalous 2019* (Luonnonvar). Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke).
- Nurmi, V., & Ollikainen, M. (2019). Kohti hiilipörssiä? *Ympäristöministeriön Julkaisuja*, 17.
- Palosuo, T., Heikkinen, J., & Regina, K. (2016). Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils. *Carbon Management*, 6(5–6), 207–220. <https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1131383>
- Pe'er, G., Zinngrebe, Y., Moreira, F., Sirami, C., Schindler, S., Müller, R., ... Lakner, S. (2019). A greener path for the EU Common Agricultural Policy. *Science*, 365(6452), 449–451. <https://doi.org/10.1126/science.aax3146>
- Phaneuf, D. J., & Requate, T. (2017). *A Course in Environmental Economics*. Cambridge University Press.
- Pigou, A. C. (1920). The Economics of Welfare. In *Macmillan and co*. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(72\)90057-2](https://doi.org/10.1016/0007-6813(72)90057-2)
- Pihlainen, S. (2017). On the economics of boreal Scots pine management under climate change. In *Dissertationes Forestales* (Vol. 2017). <https://doi.org/10.14214/df.246>
- Pihlainen, S., Tahvonen, O., & Niinimäki, S. (2014). The economics of timber and bioenergy production and carbon storage in Scots pine stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(9), 1091–1102. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0475>
- Pretty, J. ., Brett, C., Gee, D., Hine, R. E., Mason, C. F., Morison, J. I. ., ... van der Bijl, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural Systems*, 65(2), 113–136. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00031-7)
- Pretty, J., Brett, C., Gee, D., Hine, R., Mason, C., Morison, J., ... Dobbs, T. (2001). Policy Challenges and Priorities for Internalizing the Externalities of Modern Agriculture. *Journal of Environmental Planning and Management*, 44(2), 263–283. <https://doi.org/10.1080/09640560123782>

- REGINA, K., LEHTONEN, H., & NOUSIAINEN, J. (2009). Modelled impacts of mitigation measures on greenhouse gas emissions from Finnish agriculture up to 2020. *Agricultural and Food Science*, 18(3–4), 477–493. <https://doi.org/10.23986/afsci.5968>
- Ruokavirasto. (2019). Maidon pohjoinen tuotantotuki. Retrieved from Ruokaviraston kotisivut website: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maidon-pohjoinen-tuotantotuki/>
- Searchinger, T. D., Wirseniuss, S., Beringer, T., & Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735), 249–253. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>
- Stern, N. (2006). The Economics of Climate Change: The Stern Review. In *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1201/b16969>
- Tilastokeskus. (2019). SUOMEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT 1990-2018. In *Ympäristö ja luonnonvarat 2019*. Helsinki.
- United Nations. (2015). Paris Agreement/Framework Convention on Climate Change. *21st Conference of the Parties*, 3. <https://doi.org/FCCC/CP/2015/L.9>
- UNITED NATIONS. (2015). *KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE*. Retrieved from <http://roadtoparis.info/2015/04/08/will-the-paris-climate-deal-be-legally-binding/%5Cnpapers3://publication/uuid/1AD07B57-19DA-4890-BAB8-0BD58E5CD06F>
- Valtioneuvosto. (2018). Valtioneuvoston asetus vuodelta 2018 maksettavista lypsylehmä-, nauta-, lammas- ja vuohipalkkioista sekä peltokasvipalkkiosta. Retrieved from Finlex website: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180071>
- Wall, A. (1998). Peltomaan muutos metsämaaksi – metsitettyjen peltojen maan ominaisuudet, kasvillisuuden kehitys ja lajimäärä. *Metsätieteen Aikakauskirja*, (06), 443–450.
- Ympäristöministeriö. (2017). *Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 – Kohti ilmastoviisasta arkea*. Retrieved from <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80703?show=full>

8 Liitteet

Taulukko 1. Maakunnat tukialueille jaoteltuna

Tukialue	Maakunnat
AB	Uusimaa, Varsinais-Suomi, Satakunta, Häme, Pirkanmaa, Kaakkois-Suomi AB
C1	Kaakkois-Suomi C1, Pohjanmaa, Etelä-Savo
C2	Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Pohjois-Savo
C2p	Pohjois-Karjala, Kainuu C2p
C3	Kainuu C3, Lappi C3
C4	Lappi C4

Taulukko 2. Tukialueiden viljelytuet

Tuotot	AB-alue	C1-alue	C2-alue	C2p-alue	C3-alue	C4-alue
Perustuki	126	111	111	111	111	111
Viherryttämistuki	75	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4
Luonnonhaittakorvaus	217	242	242	242	242	242
Ympäristökorvaus, perusosa	54	54	54	54	54	54
Ympäristökorvaus, lohkotoimenpiteet	18	9	9	9	9	9
Pohjoinen hehtaarituki	0	0	10	10	30	50
Yhteensä	490	481,4	491,4	491,4	511,4	536,4

Taulukko 3. Kustannukset

Kustannukset	A-hinta	Määrä	Yhteensä
Oma siemen	0,32 €/ kg	154 kg	49,28
Ostosiemen	0,52 €/kg	51 kg	26,52
YaraMila Y 3 (23-3-8) 2016	0,4€	440 kg	176
Kalkitus	44 €/t	0,5 tonnia	22
Rikkakasvintorjunta	26	1	26
Kasvitautilien torjunta	28	1	28
Traktorin poltto- ja voiteluaine (81- 100kW)	8,7€/t	5,0	43,5
Puimurin poltto- ja voiteluaine	10,8€/t	1	10,8
Kuivauksen polttoaine ja sähkö	0,014€/kg	Riippuu maakunnan keskisadosta	
Rahtikulut (sadon kul- jetusmaksu)	0,015€/kg	Sama kuin kuivaus, kerroin 0,9692	
Ostotyö	16,7	10	167
Ojituksen poisto	75	1	75
Ojituksen kunnostus	16	1	16
Kustannukset yht.			640,1€ ennen kuivaus ja rahtikuluja

Taulukko 4. Maakunnittaiset keskisatotasot rehuohralle

Maakunta	Hehtaarisato
Uusimaa	3369
Varsinais-Suomi	3877
Satakunta	3863
Häme	3556
Pirkanmaa	3517
Kaakkois-Suomi	3100
Etelä-Savo	3242
Pohjanmaa	3837
Keski-Suomi	2889
Etelä-Pohjanmaa	3897
Pohjois-Pohjanmaa	3223
Pohjois-Savo	3055
Pohjois-Karjala	3068
Kainuu	2407
Lappi	2208

Taulukko 5. Vuokra-aineisto maakunnittain viljanviljelylle ja lypsykarjataloudelle

Maakunta	Viljanviljely	Lypsykarjatalous
Uusimaa	221,99	244,39
Varsinais-Suomi	339,09	342,15
Satakunta	283,09	240,32
Häme	252,54	307,53
Pirkanmaa	210,79	220,97
Kaakkois-Suomi	175,15	193,48
Etelä-Savo	147,65	165,98
Pohjanmaa	261,70	236,24
Keski-Suomi	143,58	142,56
Etelä-Pohjanmaa	260,68	271,88
Pohjois-Pohjanmaa	153,76	173,11
Pohjois-Savo	138,49	168,02
Pohjois-Karjala	148,67	146,63
Kainuu	138,49	94,70
Lappi	Ei aineistoa	103,87

Taulukko 6. Turvemaiden osuus maakunnittain

ELY-keskus	Turvemaiden % osuus	ELY-keskuksen peltojen % osuus koko maan pel- loista	% koko maan turvemaista	Tukialue
Uusimaa	1,5	8	1,8	AB
Varsinais-Suomi	0,9	13,1	1,8	AB
Satakunta	4,6	6,7	4,6	AB
Häme	3,7	8,1	4,6	AB
Pirkanmaa	4,3	6,6	4,2	AB
Kaakkois-Suomi	5,8	6	5,2	AB/C1
Etelä-Savo	5,4	3,7	3,1	C1
Pohjanmaa	6,9	8,2	8,6	C1
Keski-Suomi	6,2	4,5	4,2	C2
Etelä-Pohjanmaa	8	10,6	12,9	C2
Pohjois-Pohjanmaa	16	8,2	23,7	C2
Pohjois-Savo	7,1	6,8	7,3	C2
Pohjois-Karjala	8,1	4,1	5	C2p
Kainuu	19,5	1,6	4,7	C2p/C3
Lappi	24	2,3	8,2	C3/C4