



Paikkatiedon vaikutus metsätilan arvonnäytetyössä

Henri Riihimäki

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2020

Metsätalous

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalous

RIIHIMÄKI, HENRI:
Paikkatiedon vaikutus metsätilan arvonmäärityksessä

Opinnäytetyö 31 sivua
Joulukuu 2020

Metsätilan mahdollista hintaa voidaan arvioida puhtaasti puuntuotannon ja kasvupaikkatekijöiden perusteella. Metsätilan arvo voi kuitenkin riippua monista tekijöistä, jotka eivät rajaudu tilarajojen sisäpuolelle. Kaksi eri ostajaa voivat nähdä puuntuotannollisesti samanlaiset tilat arvoltaan erilaisina riippuen esimerkiksi siitä miten helppo tila on kunkin näkökulmasta saavuttaa. Tässä työssä tätä tausta-ajatusta tutkitaan toteutuneiden tilakauppojen pohjalta ja erityisesti kauppahintamenetelmän viitekehityksessä. Tätä varten paikkatiedon avulla määritetään tiloille erilaisia tunnuksia ja analysoidaan miten tilojen hehtaarihinnat suhteutuvat niihin.

Tunnuksiksi määritetään lämpösumma, tilan sijaintikorkeus, metsäteollisuuden määrä 100 kilometrin säteellä tilasta, tilan etäisyys lähimpään tiestöön ja asukasmäärä 5 kilometrin säteellä tilasta. Hehtaarihintojen todetaan trendinomaisesti korreloivan näiden uusien tunnusten kanssa. Tunnuksia testataan myös luokitteluongelman kautta, jossa voidaan määrittää tunnusten tärkeys ennustettaessa tilan hintaluokkaa. Tunnuksista lämpösumman havaitaan olevan erityisen merkittävä.

Asiasanat: metsäkiinteistö, tila-arvio, paikkatieto

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Forestry Engineering

HENRI RIIHIMÄKI:
Effect of geospatial data in the valuation of forest properties

Bachelor's thesis 31 pages
December 2020

Value of a forest property can be estimated purely based on its timber production capabilities and fertility. The value can, however, depend on multitude of factors not within the estate boundaries. Different buyers might see differently the values of properties with equal timber production capabilities, based on, for example, how easy they estimate the property is to reach from their individual perspectives. This thesis investigates data from past forest estate transactions against this background idea on valuation. Particularly we focus on the framework of comparative method, in which a property is valued based on the value of similar properties. We define different estate indices coming from geospatial data and analyse their effect on the price per hectare.

As indices we use degree days, the height from sea level at estate location, the number of forest industry facilities within 100 kilometers radius from the estate, the distance to nearest road and the amount of population within 5 kilometers radius from the estate. We find trend like correlation between these indices and the price per hectare. The effect of these indices in a linear classification problem is also investigated, which allows to estimate the importance of the indices in predicting the price class of a forest property. We find the degree days to be the most significant.

Key words: forest property, property valuation, geospatial data

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 METSÄTILOJEN ARVIOINTI JA HINNAN MUODOSTUS.....	7
2.1. Tilakaupan kehitys.....	7
2.2. Arvon ja hinnan ero.....	8
2.3. Summa-arvomenetelmä.....	9
2.4. Kauppa-arvomenetelmä.....	10
3 PAIKKATIEDOLLISET NÄKÖKULMAT METSÄTILOJEN ARVONMUODOSTUKSESSA.....	11
3.1. Johdanto paikkatietoon.....	11
3.2. Avoin paikkatieto.....	13
3.3. Paikkaan sidonnaiset metsätilan arvotustunnukset.....	13
3.3.1 Etäisyys kaukokuljetustiistöön.....	13
3.3.2 Metsäteollisuuslaitosten läheisyys.....	14
3.3.3 Asukasmäärä.....	14
3.3.4 Ilmasto-olosuhteet.....	14
3.3.5 Sijaintikorkeus.....	14
4 AINEISTO.....	15
5 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	16
5.1. Metsätilojen paikkatietotunnusten määritelmät.....	16
5.2. Lineaarinen regressioanalyysi.....	17
5.3. Lineaarinen luokittelija.....	17
6 TULOKSET.....	20
6.1. Regressioanalyysi.....	20
6.1.1 Lämpösumma ja metsäteollisuuden määrä.....	20
6.1.2 Etäisyys tiistöön ja tilan sijaintikorkeus.....	20
6.1.3 Asukasmäärä.....	21
6.2. Paikkatietotunnusten keskinäinen korrelaatio.....	22
6.3. Luokitteluanalyysi.....	23
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	27
LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

Metsätilojen arvonmäärittäystä tarvitaan tilakaupan perustaksi. Metsätila on kuitenkin yksittäistä tuotetta tai palvelua isompi kokonaisuus, jonka arvoon vaikuttavat moniulotteiset tekijät. Taloudellisesta näkökulmasta metsän tuottaman pääasiallisen biologisen hyödykkeen eli puun arvo on selkein arvostustekijä. Puun kasvun realisoituminen rahaksi on kuitenkin vuosikymmeniä kestävä prosessi. Tämän prosessin nopeuteen vaikuttaa puiden kasvupaikka eli metsätilan eri maalajit ja kasvupaikkatyypit, joista muodostuu seuraava tilan arvostustekijä. Puuston hyvän kasvun ylläpitäminen ja laadukkaan puun tuottaminen vaatii metsänhoidollisia panostuksia, jotka aiheuttavat kustannuksia. Erityisesti nuoret metsät vaativat metsänhoitoa ja niiden suhteellinen runsaus tilan pinta-alassa myös pidentää rahallisen tuloksen odotusaikaa. Puuston ikäjakaumasta ja tulevaisuuden metsänhoidon kustannuksista saadaan seuraavat metsätilan arvostustekijät.

Edellä on käyty läpi selkeitä, tilan metsätaloudelliseen arvoon vaikuttavia tekijöitä. Näiden avulla voidaan tehdä standardisoituja, vertailukelpoisia tila-arvioita. Ostajan silmissä tilan arvoon vaikuttaa kuitenkin monia muita, hyvin henkilökohtaisiakin tekijöitä, muun muassa saavutettavuus. Tässä työssä tutkitaan paikkaan sidonnaisia tekijöitä metsätilan arvottamisessa. Etämetsänomistajalle uuden tilan sijainti suhteessa hyvään tieverkkoon voi olla painava tekijä omaa hintanäkemystä punnittaessa. Vaikuttaahan tämä suoraan siihen miten usein tilalle lähdetään metsänhoitotöihin. Asukastihentymien läheisyys voi olla jollekin arvokas mittari. Ehkä tässä nähdään potentiaalia tulevaisuuden tonttikauppoihin. Toisaalta syrjäisempi metsätila voi olla paremmin suojassa kaavoituksen leviämiseltä ja sen vaikutuksilta metsätalouden harjoittamiseen. Puuta ostaville yrityksille puulogistiikan, eli lähi- ja kaukokuljetuksen kustannukset vaikuttavat puukaupparjouksiin, joten etäisyys metsäteollisuuslaitoksiin voi olla vaikuttamassa metsätilan arvostukseen. Useiden metsäteollisuuslaitosten läheisyys taas voi lisätä kilpailua puusta, mikä kasvattaa metsätilan arvoa. Paikkaan sidottuja tekijöitä ovat myös tilan alueella oleva lämpösumma ja sijaintikorkeus, jotka vaikuttavat puuston kasvuun.

Tämän työn tavoitteena on tutkia edellä läpikäytyjen pohdintojen relevanssia metsätilan arvon ennustamisessa. Konkreettisenä tavoitteena on tutkia voisiko Simosol-yrityksen Metsä ja puut-palvelua kehittää paikkatiedon avulla. Palvelun kautta kuka tahansa voi ostaa arvion haluamansa tilan markkina-arvosta. Palvelu pohjautuu toteutuneiden tilakauppojen julkisiin hintoihin ja avoimeen metsätietoon. Tässä työssä tutkitaan erilaisten paikkatiedollisten tunnusten ja metsätilan hinnan välistä korrelaatiota sen selvittämiseksi olisivatko nämä tunnukset Metsä ja puut-palvelun arvioiden tarkkuutta.

2 METSÄTILOJEN ARVIOINTI JA HINNAN MUODOSTUS

Metsätilojen arvonmäärittämisessä tarvitaan monessa erilaisessa omistajuussuhteen muutoksessa. Tällaisia ovat puhtaan tilakaupan lisäksi perinnönjako, sukupolvenvaihdos, tilusjärjestelyt ja tilan tai sen osan antaminen lahjaksi. Tässä luvussa käydään läpi tila-arvion kaksi päämenetelmää. Luvun aluksi tehdään katsaus metsätilamarkkinoiden kehitykseen Suomessa ja pohditaan sen kautta metsätilojen arvottamista.

2.1. Tilakaupan kehitys

Metsätilakauppojen määrä Suomessa on kasvanut trendinomaisen tasaisesti 2000-luvun alusta alkaen, lukuunottamatta 2008-2009 finanssikriisin aikaista syvempää pudotusta (Ärölä ym. 2019). Tilakauppaa on vilkastuttanut internetin käyttö myytävien tilojen markkinoinnissa sekä suurempien institutionaalisten sijoittajien ja metsärahastojen ilmestyminen metsätilamarkkinoille. Lisääntynyt avoin metsäinformaatio helpottaa myös tilakauppaan ryhtymistä, kun ostajan tai myyjän ei tarvitse tilata erillistä tila-arviota.

Kauppamäärien kasvaessa myös tilojen hehtaariohittaiset keskihinnat ovat kasvaneet (Ärölä ym. 2019). Eryteisesti Etelä- ja Lounais-Suomessa keskihinnat ovat lähes kaksinkertaistuneet 2000-luvun alusta lähtien. Huomattavaa on, että tätä kasvua ei selitä enää kantohintojen nousu. Maanmittauslaitoksen tutkimuksessa (Ärölä ym. 2019) pohditaankin, että metsätilojen arvostus on siirtynyt pois puun puuntuotannollisista arvoista ja spekulatiot metsäkiinteistöjen arvon säilymisestä ja hintatason noususta ovat lisääntyneet. Samassa tutkimuksessa huomataan tosin, että puustomäärä tiloilla on kasvanut ja suhteutettaessa kauppahinnat puuston tilavuuteen, metsätilojen hintakeskiarvo on itse asiassa hieman laskenut.

Pellervon taloustutkimuksen (PTT) katsauksessa vuodelta 2015 (Pellervon taloustutkimus 2015) pohditaan myös metsätilojen hintakehityksen irtoamista puun hintakehityksestä. Katsauksessa todetaan Maanmittauslaitoksen tutkimuksen tapaan metsän oletettu varmuus sijoituskohteena. Metsäsijoittajan

silmissä tämä lisää metsätilan spekulatiivista arvoa, josta mahdollisesti ollaan valmiita maksamaan enemmän. Tämän työn kannalta mielenkiintoista on, että PTT:n katsauksessa nostetaan esiin suurten asutuskeskusten läheisyys metsätilojen hinnassa: metsä läheltä omaa asuinpaikkaa tuo mahdollisuuden harrastaa metsänhoitoa ja muiden kalliiden harrastusten tapaan siitä ollaan valmiita maksamaan.

Tämän lyhyen katsauksen tarkoituksena oli herättää ajatuksia metsän arvonmäärityksen problematiikasta. Metsästä voidaan mitata sen eri osien arvot, joiden summana muodostuu tilan hinta. Mutta kuten hintakehitys osoittaa, metsän hintaan vaikuttaa reaaliarvoista irrotetut, osin ostajan ja myyjän subjektiiviset näkemykset metsän arvosta. Tästä päästään pohtimaan arvon ja hinnan eroa.

2.2. Arvon ja hinnan ero

Arvolla tarkoitetaan hyödykkeen, kuten metsän, kykyä tyydyttää ihmillisiä tarpeita (Paananen ym. 2009). Tähän määritelmään on siten sisäänrakennettuna selvä subjektiivinen komponentti. Arvo muodostuu kohteesta saatavista hyödyistä, jotka eri ihmiset näkevät eri tavoin: yksi näkee puuntuotannollisen käyttöarvon, toinen maisema- ja luontoarvon, jollekin pelkkä metsän omistus on arvo sinänsä. Koska arvo käsitteenä sisältää paljon ei-mitattavaa subjektiivisuutta ja mielipiteitä, sitä ei voi sellaisenaan käyttää tila-arvion pohjana.

Hinta on konkreettinen, mitattava käsite. Hinnalla tarkoitetaan hyödykkeestä rahana suoritettua vastiketta sen vaihtaessa omistajaa (Paananen ym. 2009). Metsätilan hinta muodostuu ostajan ja myyjän välisten neuvottelujen tuloksena, mihin voi vaikuttaa itse kaupankäyntikohteen lisäksi sen ympäristöön liittyvät tekijät kuten myös erilaiset taloudelliset ja psykologisetkin tekijät (Airaksinen 2008). Esimerkiksi myyjällä voi olla taloudellinen paine saada kohde realisoitua nopeasti rahaksi, jolloin hyväksytään pienempi kauppahinta ostajan löytyessä.

Metsän arvon määrityksen tavoiteena on sovittaa yhteen arvon ja hinnan käsitteet. Tila-arvion tavoitelukuna on metsätilan käypä arvo eli markkina-arvo.

Se määritellään kansainvälisessä kiinteistöarvioinnin arviointistandardissa todennäköisimmäksi hinnaksi, johon myyjä ja ostaja päätyisivät kaupanteon kohteena olevasta kiinteistöstä (Rantala 2018). Realistisen markkina-arvon muodostamiseksi on käytettävä jonkinlaiseen systemaattiseen viitekehukseen pohjaavaa menetelmää, joista seuraavaksi tarkastelemme kahta.

2.3. Summa-arvomenetelmä

Summa-arvomenetelmä on Suomessa yleisin tila-arviointimenetelmä. Se perustuu näkemykseen, jonka mukaan metsä on osiensa, maapohjan ja puuston, muodostama kokonaisuus. Lisäksi oletetaan, että metsä antaa hyödykkeitä tietyn ajanjakson, kiertoajan, ja metsästä saatavat tulot ja sen aiheuttamat hoitokustannukset diskontataan arviointiajanhetkeen. (Airaksinen 2008)

Metsän eri osien arvottaminen vaatii puuston kehitysennusteita, eli pääpuulajien kasvu- ja tuotosmalleja. Koska eri metsätyyppien tuotospotentiaalit ovat erilaiset, tarvitaan mallit eri maapohjille metsämaan arvottamiseksi. Lisäksi metsätilan nuorten metsien tulevaisuuden tulosarvoa varten on määritettävä odotusarvolisä. Käytännön summa-arvon laskentaa varten kaikki nämä osatekijät ovat taulukoituna Summa-arvomenetelmän aputaulukoihin (Mäki 2013).

Summa-arvomenetelmään kuuluu oleellisena osana kokonaisarvon korjaus, joka lähes poikkeuksetta vähennetään summa-arvosta. Tämä perustuu havaintoon, että summa-arvo on yleensä korkeampi kuin mitä markkinat metsätilasta ovat valmiita maksamaan. Tämä yliarvio johtuu muun muassa siitä, että aputaulukoissa ei pystytä ottamaan huomioon kaikkia tekijöitä kuten kunkin metsikön yksilöllistä metsänhoidollista tilaa. Myös nuorten metsien ja taimikoiden odotusarvot on laskettu korkeammiksi kuin mitä markkinat ovat valmiita maksamaan. Tämän työn kannalta eräs metsätilan kokonaisarvoa korottava tekijä on tilan hyvä sijainti ja ympärivuotiset tieyhteydet. (Paananen ym. 2009, Airaksinen 2008)

2.4. Kauppa-arvomenetelmä

Kauppa-arvomenetelmässä metsätila nähdään kokonaisuutena, jonka arvo perustuu markkinoilla vertailukelpoisista kohteista maksettuihin kauppahintoihin. Oletuksena on, että markkinat kokonaisuutena osaavat hinnoitella kohteet oikein sekä myyjän että ostajan näkökulmasta. Kauppa-arvomenetelmän toimivuus vaatii riittävää määrää markkinadataa toteutuneista kaupoista, joista on löydyttävä myös riittävä määrä vertailukelpoisia kohteita. Vertailussa käytetään yleensä tunnuksina tilan sijaintia, kokoa ja metsävaratunnuksia. On myös huomattava, että arvo on ajan funktio, joten vertailukauppojen on oltava myös ajallisesti lähellä, jotta markkinaolosuhteiden voidaan olettaa olevan samankaltaiset arvioitavan metsätilan tulevan kauppahetken kanssa. (Paananen ym. 2009, Airaksinen 2008)

Kun markkinadataa toteutuneista kaupoista on riittävästi saatavilla, kauppa-arvomenetelmä antaa parhaimmillaan suoran arvion tilan arvosta. Sen etuna on, että arvio perustuu todellisiin markkinahintoihin, jotka summa-arvomenetelmä sivuuttaa. Summa-arvomenetelmän oleellinen osa on myös kokonaisarvon korjaus, joka on hyvin paljon arvioijan subjektiivinen näkemys. Kauppa-arvomenetelmä on keskeinen kiinteistöarvioinnin standardeissa (Paananen ym. 2009) ja sitä on esitetty standardiksi myös metsän arvioinnissa (Hannelius 2001).

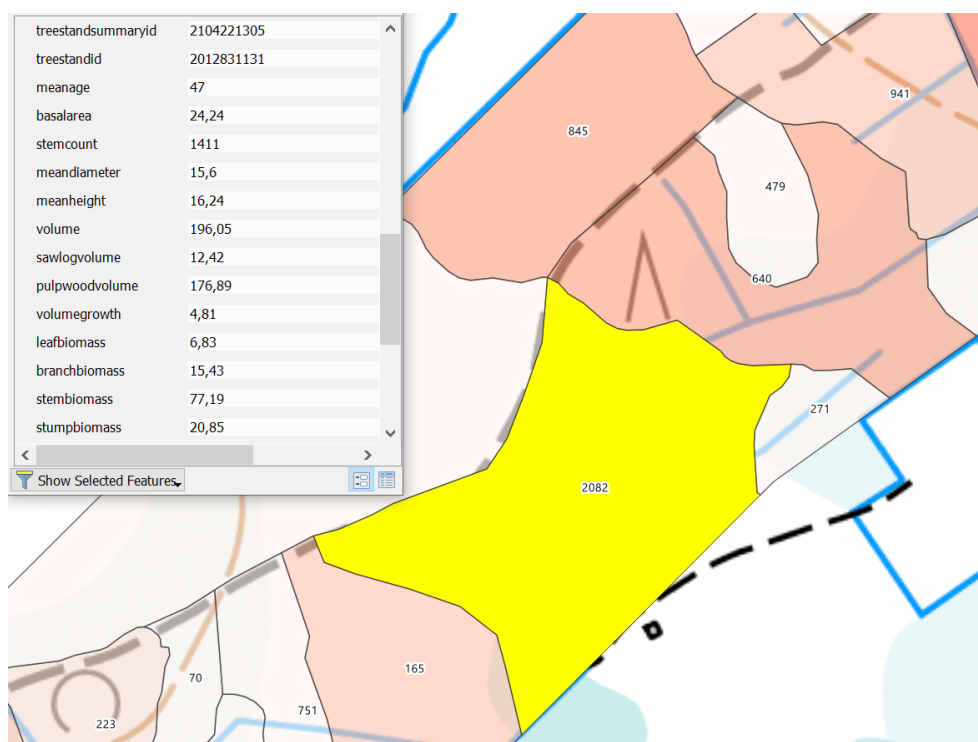
3 PAIKKATIEDOLLISET NÄKÖKULMAT METSÄTILOJEN ARVONMUODOSTUKSESSA

Tässä luvussa aloitamme konkreettisemmin tutkimaan miten paikkatieto liittyy metsätilojen arvostukseen. Aluksi käymme läpi johdatusta paikkatietoon yleensä sekä avoimeen paikkatietoaineistoon. Sen jälkeen käymme läpi ajatuksia paikkatietotunnuksista, jotka voisivat vaikuttaa metsätilan arvoon.

3.1. Johdanto paikkatietoon

Nimensä mukaisesti paikkatiedolla tarkoitetaan maantieteelliseen sijaintiin sidottuja ominaisuuksia (Chang 2019). Paikkatiedon pohjana on kartta-aineisto ja sille määrätty koordinaatisto. Paikkatieto on funktio, joka kuvaa kartta-alueita jollekin arvojoukolle. Yksinkertaisimmillaan tämä funktio kuvaa jokaisen kartan pisteen reaaliluvulle, esimerkiksi karttapisteen korkeudeksi johonkin referenssitason nähden. Meidän on sallittava tässä negatiiviset luvut, koska esimerkiksi alangot ovat yleisen referenssitason eli merenpinnan alapuolella. Tällöin puhutaan yleisesti rasterimuotoisesta paikkatiedon dataformaatista. Käytännössä rasteri on kuvatiedosto, jonka pikselit ovat paikkatiedollisia arvoja.

Monimutkaisempi paikkatieto kuvaa esimerkiksi metsäkuvion sen eri metsävaratunnuksille, joka esitetään vektorina (v_1, v_2, \dots, v_n) , jossa alkio v_i voivat olla muun muassa tekstiä ja lukuarvoja. Metsäkuvio kartta-alueena esitetään geometrisena polygonina, joka koostuu kuvion kulmapisteistä ja näitä pisteitä yhdistävistä viivoista, joilla saadaan esitettyä monimutkaisiakin alueita. Kuva 1 havainnollistaa tätä esimerkin kautta. Tässä tapauksessa puhutaan vektorimuotoisesta paikkatiedon dataformaatista. Vektoridata on tietokanta, joka pitää sisällään eri polygonien geometrian ja niihin liitetyn paikkatiedollisen informaation. Tämän hetken nouseva standardi vektoridatassa on GeoPackage-tietokantamuoto (GeoPackage-verkkosivut n.d.). Rasteri- ja vektorimuotoista dataa kutsutaan käytännössä yleisesti kerroksiksi (englanniksi layers).



Kuva 1: Esimerkki polygoneina esitetyistä metsäkuvioista ja niihin liitetystä paikkatiedosta. Keltaisella valitun kuvion vektoriarvoinen metsävaratieto on avoinna tietotauluna. Kuvakaappaus QGIS-paikkatieto-ohjelmasta.

Paikkatiedon hyödyntäminen vaatii paikkatietojärjestelmän. Paikkatietojärjestelmä on ohjelma paikkatiedon hallintaan, varastointiin, analysointiin ja esittämiseen. Kuvan 1 esimerkki on otettu avoimen lähdekoodin QGIS-paikkatietojärjestelmästä (QGIS-kotisivut n.d.). Jotta paikkatiedosta saa tuotettua hyödyllistä informaatiota, on paikkatietojärjestelmän analyysimahdollisuuksia osattava käyttää tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi metsätilan saavutettavuus lähimmästä asutuskeskuksesta linnuntietä ja todellisia teitä pitkin ovat kaksi eri asiaa. Linnuntieanalyysi voi tulla kyseeseen, jos oletetaan asutuskeskuksen laajenevan säteittäisesti joka suuntaan ja halutaan pohtia tulevia mahdollisuuksia tonttikauppaan. Saavutettavuus todellisia teitä pitkin on metsätilan omistajan konkreettista tietoa, joka vaikuttaa siihen miten usein tilalle lähdetään metsänhoitoon. Todellinen tiematka vaikuttaa myös siihen miten houkutteleva puukauppakohde tila on: puunostajat kustantavat puun lähi- ja kaukokuljetukset, joiden kasvava pituus laskee kiinnostusta puukauppaan. Tiestö onkin ensimmäisiä asioita, joihin puunostajat kiinnittävät huomiota puukauppatarjousta suunniteltaessa (Terve Metsä 2020).

3.2. Avoin paikkatieto

Paikkatieto on hyvin standardoitua kansallisilla ja kansainvälisillä standardeilla ja suosituksilla (Maanmittauslaitos paikkatietostandardit n.d.). Suomessa avointa paikkatietoa ohjaa ja velvoittaa myös EU:n INSPIRE-direktiivi, jonka tavoitteena on luoda eurooppalainen paikkatieto-infrastruktuuri (Maanmittauslaitos INSPIRE-direktiivi n.d.). Standardoinnin ja avoimen datan ansiosta on saatavilla monia eri verkon yli jaettavia paikkatietoaineistoja, joita paikkatietojärjestelmät pystyvät avaamaan. Web Map Service (WMS) on protokollastandardi, jolla välitetään rasteripohjaisia paikkatietoaineistoja (Web Map Service-verkkosivut n.d.). Web Feature Service (WFS) on standardi, jolla välitetään WMS:n tiedostopohjaisen datan sijasta yhteys vektoridatan eri piirteisiin eli polygonigeometriaan ja niihin liitettyihin tietoihin (Web Feature Service-verkkosivut n.d.).

3.3. Paikkaan sidonnaiset metsätilan arvotustunnukset

Luvussa 2 pohdittiin metsätilan arvoon vaikuttavia tekijöitä ja todettiin muun muassa tilan sijainnin ja saavutettavuuden vaikutus. Tässä kappaleessa lähdemme muokkaamaan tätä ajatusta konkreettisemmaksi analyysiksi. Tätä varten muotoilemme erilaisia tunnuksia, jotka voidaan mitata paikkatiedon avulla. Etäisyyttä Helsingistä ja lämpösummaa on tutkittu metsätilojen kauppavomenetelmän hintamalleissa jo aiemmin ja todettu niiden selittävä vaikutus hinta-ennusteissa (Ikäheimonen 2019).

3.3.1 Etäisyys kaukokuljetustiestöön

Puukaupan tarkoitus on saada hakattu puutavara kuljetettua metsäteollisuuslaitoksille. Tämä vaatii lähikuljetusta metsästä varastopaikoille kaukokuljetustiestön varten. Lähikuljetusmatkan pituus vaikuttaa pystykaupassa puunostajan maksamiin hakkuutaksoihin.

3.3.2 Metsäteollisuuslaitosten läheisyys

Metsäteollisuuslaitoksilla on tietyt puunostosäteet. Lisäksi monen metsäteollisuuslaitoksen läheisyys lisää tilalla tehtävän puukaupan kilpailua ja voi täten kasvattaa puusta saatavaa hintaa ja täten myös metsätilan arvoa.

3.3.3 Asukasmäärä

Asutuksen läheisyys voi vaikuttaa metsätilan hintaan sekä positiivisesti että negatiivisesti. Kuten johdannossa todettiin, asutuskeskusten läheisyys voidaan nähdä positiivisena, jos esimerkiksi spekuloidaan tonttikaupalla. Toisaalta metsätila voi joutua helpommin kaavoituksen alle, mikä vaikeuttaa tilalla tehtäviä hakkuita.

3.3.4 Ilmasto-olosuhteet

Ilmasto-oloja metsänkasvatuksen yhteydessä kuvataan yleensä lämpösummalla. Mitä suurempi lämpösumma, sitä pitempi ja lämpimämpi on kasvukausi ja sitä parempi on puuston kasvu.

3.3.5 Sijaintikorkeus

Mitä korkeammalla tila sijaitsee, sitä ankarammat olosuhteet metsänkasvatukseen voi olla. Muun muassa talven pakkasolosuhteet ovat äärevämmät ja tykkylumi voi aiheuttaa puustotuhoja.

4 AINEISTO

Tässä luvussa esitellään työssä käytetyt avoimet paikkatietoaineistot ja tutkittu metsätilojen tilakauppa-aineisto. Väylävirasto tarjoaa WFS-rajapinnan kautta Digiroad-aineiston, joka kattaa Suomen tiestöaineiston vektorimuodossa (Väylävirasto n.d.). Tästä aineistosta käytettiin pinnoitettuja teitä ja tiekunnallisia yksityisteitä, jotka kattavat suurimman osan metsätiloihin vaikuttavista teistä. Tilastokeskuksen WFS-rajapinnan kautta saa Väestöruutuaineiston, jossa on Suomen asukasmäärät 1km*1km-ruuduissa (Tilastokeskus n.d.).

Simosol tarjosi rasterina Suomen korkeusmallin ja vektorina koko maan kattavat lämpösummat 10km*10km-pistehilassa. Työn tekijä kokosi lisäksi itse aineiston Suomen metsäteollisuuslaitoksista. Tähän aineistoon otettiin mukaan raakapuuta (kuitua ja tukkia) suoraan hyödyntävät laitokset, jotka kerättiin Metsäteollisuus ry:n sivuilta löytyvän aineiston (Metsäteollisuus 2018, Metsäteollisuus 2019) ja Sahateollisuus ry:n jäsenlistan (Sahateollisuus n.d.) kautta. Huomaa, että yhdellä yrityksellä voi olla useampi laitos eri puolilla Suomea. Metsäteollisuuslaitokset haettiin Google Mapsilla, josta poimittiin niiden koordinaatit. Aineistosta tehtiin pistemuodossa oleva vektorikerros, joka sisälsi yhteensä 79 metsäteollisuuslaitosta.

Simosol tarjosi tietokannan Metsä ja puut-palvelussa olevista metsätiloista ja niiden metsätiedoista, kauppahinnoista ja koordinaateista. Toteutuneiden tilakauppojen hehtaarihinnat ja joitain tilatunnuksia Simosol hankkii ostopalveluna Hannu Liljeroosin ylläpitämästä Hannun hintaseurannasta (Hannun Hintaseuranta n.d.). Koko havaintoaineisto koostui tässä työssä 3345 tilan tiedoista ja niiden toteutuneista hehtaariohtaisista kauppahinnoista.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä kappaleessa määritellään luvun 3 paikkatietotunnuksille konkreettiset tavat niiden laskemiseen. Tunnusten laskentaan käytettiin QGIS-ohjelmaa ja edellä esiteltyjä paikkatietoaineistoja. Lisäksi käydään läpi työssä käytettyjen analyysimenetelmien, lineaarisen regression ja lineaarisen luokittelun, taustaa.

5.1. Metsätilojen paikkatietotunnusten määritelmät

Etäisyys kaukokuljetustiestöön

Sopivana tunnuksena laskettiin lyhin etäisyys linnuntietä aineistossa annetuista tilan koordinaateista lähimpään Digiroad-aineiston tiepisteeseen. Tilojen koordinaatit olivat tiloja vastaavien kiinteistöpolygonien keskipisteiden koordinaatteja.

Metsäteollisuuslaitosten läheisyys

Metsäteollisuuslaitoksiin liittyväksi tunnukseksi laskettiin tilasta 100 km:n säteellä olevien metsäteollisuuslaitosten lukumäärä.

Asukasmäärä

Tilalle laskettiin asukasmäärä leikkaamalla Väestöruutuaineisto tilan ympärillä olevalla 5 km:n säteisellä ympyrällä ja summaamalla asukkaiden määrä tähän leikkaukseen jäävistä Väestöruutuaineiston soluista.

Lämpösumma

Jokaiselle metsätilalle määritettiin lämpösumma lähimmästä lämpösumma-aineiston mittauspisteestä.

Sijaintikorkeus

Tilan sijaintikorkeus määritettiin suoraan korkeusrasterin arvosta tilan koordinaateissa.

5.2. Lineaarinen regressioanalyysi

Työssä laadittin regressioanalyysijä paikkatietotunnusten ja tila-aineiston hehtaarihintojen välille. Linearisessa regressiossa mallinnetaan jonkin kohdemuuttujan riippuvuutta selittävistä muuttujista. Tässä yleisesti käytössä olevassa menetelmässä tehdään oletus, että tämä muuttujien välinen riippuvuus on lineaarinen. Käytännössä havaintoaineisto muodostuu pareista (x_i, y_i) , joissa x_i on selittävä muuttuja (esimerkiksi yhden metsätilan tukkiprosentti) ja y_i on kohdemuuttuja (kyseisen metsätilan hehtaarihinta). Tähän havaintoaineistoon yritetään sitten sovittaa suora $y = ax + b$ etsimällä optimaalisimmat parametrit a ja b . Sanallisesti suora kertoo yllä suluissa olevan esimerkin tapauksessa

$$\text{hehtaarihinta} = \text{jokin vakio} * \text{tukkiprosentti} + \text{jokin vakio}.$$

Optimaalisimmat parametrit a ja b etsitään niin sanotulla pienimmän neliösumman menetelmällä minimoimalla summaa termeistä $(y_i - (ax_i + b))^2$. Yritämme siis minimoida poikkeamia todellisten havaintojen y_i ja oletetun mallintavan suoran antamien tuloksien välillä. Regressioanalyysit tehtiin Python-kielillä käyttäen Scipy.stats-kirjaston linregress-funktiota.

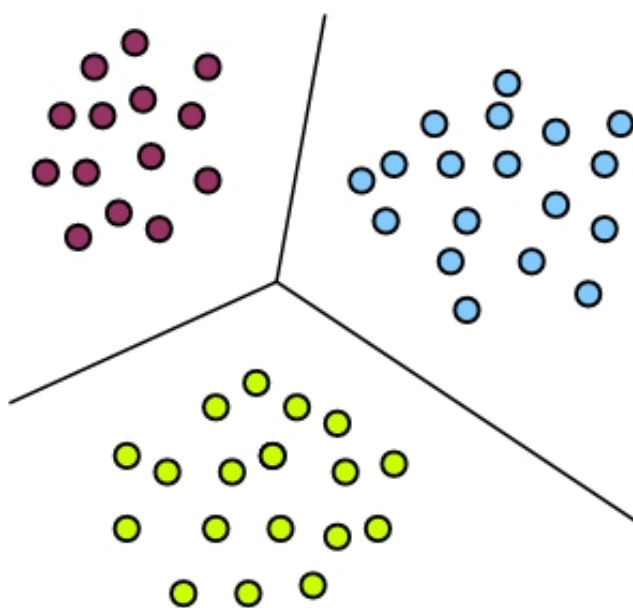
5.3. Lineaarinen luokittelija

Paikkatietotunnusten vaikutusta tilan hintaan tarkasteltiin myös luokitteluongelman kautta. Luokitteluongelmassa tavoitteena on havaintojen avulla opettaa malli tai algoritmi, joka pystyy päättelemään mihin ennalta määriteltäviin luokkiin uudet havainnot kuuluvat. Mallin opetukseen käytetään osaa saatavilla olevasta datasta. Opetuksen jälkeen loppuosaa datasta käytetään mallin testaukseen sen luokittelutarkkuuden määrittämiseksi. Luokittelutarkkuus on oikeaan osuneiden testiluokittelujen osuus prosenteissa kaikista testihavainnoista. Testihavaintojen oikeat luokathan siis ovat tiedossa, koska nämä ovat osa testidataa.

Luokittelutehtävässä datapisteet esitetään vektoreina erilaisia tietoalkioita eli attribuutteja. Datapisteisiin liitetään lisäksi jokin tunnus, jonka mukaan ne halutaan luokitella. Tässä työssä attribuutit olivat erilaisia tietoja metsätiloista,

kuten metsävaratunnuksia, ja luokittelu haluttiin suorittaa tilan hintaluokan mukaan. Attribuuttivektorit ovat luokittelijan syötedataa, jonka mukaan sen on opittava malli, joka osaa päätellä kunkin tilan hintaluokan. Mallin opetusaineistossa luokittelutunnus on mukana, että malli pystyy oppimaan millaisiin attribuuttivektoreihin liitetään mikin luokka. Mallin testauksessa tämä tunnus poistetaan ja malli ennustaa oppimansa perusteella testiaineiston vektoreiden luokat.

Tässä työssä käytettiin lineaarisena luokittelijana tukivektorikonetta (SVM, Support Vector Machine) ja toteutus tehtiin Pythonin scikit-learn – kirjastolla. Menemättä tarkemmin tukivektorikoneen teoriaan, sen toiminta ja luokitteluongelma yleisesti voidaan esittää Kuvan 2 esimerkin kautta. Tässä esimerkissä on dataa kolmesta eri luokasta ja tavoitteena on löytää malli, joka erottelisi nämä sekä osaisi päätellä uusien havaintojen luokat. Linearisessa tukivektorikoneessa tämä malli on optimaalisimmat suorat, jotka voidaan asettaa havaintojen väliin ja jotka parhaiten erottelevat aineiston omiin luokkiinsa. Kuvassa 2 on havainnollistettu näitä suorita. Korkeampiulotteisen datan tapauksessa suorat ovat parhaiten erottelevia tasoja. Kuvaannollisesti voidaan sanoa, että luokittelija koittaa asettaa aidat siten, että datapisteet saadaan parhaiten karsinoitua omiin laumoihinsa.



Kuva 2: Kolmen luokan lineaarinen luokittelu.

Luokitteluanalyysin etuna on, että se tarjoaa yhden tavan mitata paikkatietotunnusten merkitystä tilan hehtaarihinnan määrittämisessä. Eri attribuuttien merkitystä luokittelijan tarkkuudessa tutkittiin scikit-learn – kirjaston RFE-funktiolla (recursive feature elimination). Tällä voidaan selvittää mitkä n attribuuttia olivat merkittävimmät luokittelutarkkuuden kannalta. Nämä saavat sijan 1 ja loput attribuutit asetetaan laskevaan sijajärjestykseen niiden tärkeyden mukaan.

6 TULOKSET

Tässä luvussa käydään läpi regressio- ja luokitteluanalyysien tulokset. Tulosten tarkempi analyysi ja pohdinta on luvussa Johtopäätökset.

6.1. Regressioanalyysi

Tarkastellaan seuraavaksi lineaarista regressioanalyysiä Kappaleessa 5 määriteltyjen paikkatietotunnusten ja metsätilan hehtaarihinnan välillä. Kuvassa 3 on esitetty analyysien tulokset. Punaiset pisteet ovat havaintoaineistoa ja sininen suora on regressioanalyysin tuottama mallinnussuora. Kaikissa kuvissa pystyakselilla on hehtaarihinta. Vaikka havaintopisteiden hajonta on suurta, on kuvista havaittavissa riippuvuuksia paikkatietotunnusten ja hehtaari-hinnan välillä, joita tarkastellaan seuraavissa alaluvuissa tarkemmin.

6.1.1 Lämpösumma ja metsäteollisuuden määrä

Hehtaarihinta riippuu positiivisesti lämpösummasta ja metsäteollisuus-laitosten määrästä (Kuva 3). Lämpösumman kohdalla havaitaan hehtaarihinnan nousu parempien puuston kasvuolosuhteiden myötä. Metsäteollisuuden lisääntyminen tilan läheisyydessä kasvattaa myös trendinomaisesti tilasta maksettavaa hehtaarihintaa. Tämä riippuvuus ei kuitenkaan ole niin selkeä. Esimerkiksi korkeampia hehtaarihintoja maksetaan, kun tilasta 100 kilometrin säteellä on 7 metsäteollisuuslaitosta kuin 9 metsäteollisuuslaitosta. Muutamilla tiloilla, joiden läheisyydessä on eniten teollisuuslaitoksia, 16 tai 18, hehtaarihinnat ovat matalia. Näitä tapauksia ei tarkemmin tässä työssä tutkittu mutta on mahdollista, että nämä tilat ovat tiheään asutuilla alueilla (koska teollisuuttakin on paljon) ja täten mahdollisesti pieniä eivätkä haluttuja kauppakohteita. Hintaa laskee myös, jos tilojen puusto on suurelta osin hakattu.

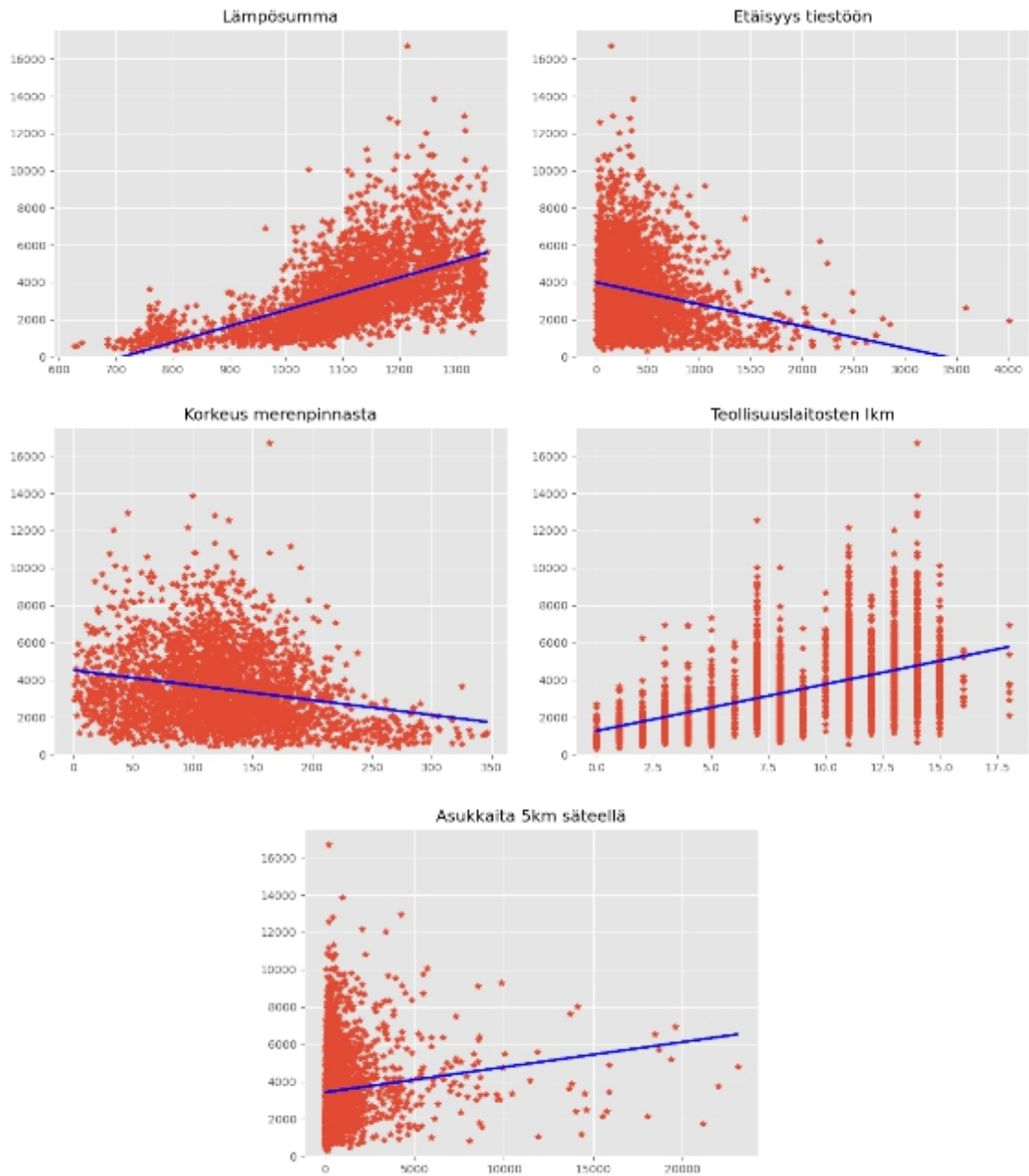
6.1.2 Etäisyys tiestöön ja tilan sijaintikorkeus

Hehtaarihinta riippuu negatiivisesti etäisyydestä tiestöön ja tilan sijaintikorkeudesta (Kuva 3). Tämä on odotettavaa: mitä hankalampi tila on saavuttaa, sitä hankalampi siellä on suorittaa metsänhoitoa ja sitä alhaisempi

hinta puusta maksetaan puukaupoissa; korkeammalla sijaitsevilla tiloilla puuston kasvuolot ankaroituvat ja puuntuotanto laskee. Sijaintikorkeus ei kuitenkaan ole selkeää negatiivinen tekijä. Korkeampia hehtaarihintoja on maksettu aina 200-250 metrin korkeudella sijaitsevista tiloista. Etäisyys tiestöön sen sijaan vaikuttaa olevan paljon selkeämpi negatiivinen tekijä. Havaintoaineisto noudattaa regressiosuoran mukaista trendiä ja korkeampia hintoja on maksettu lähes pelkästään etäisyyden tiestöön ollessa alle 1500 metriä, vaikka aineiston etäisyydet yltyvät aina 4000 metriin.

6.1.3 Asukasmäärä

Asukasmäärä 5 km:n säteellä tilasta on heikoiten tilan hintaan vaikuttava tekijä (Kuva 3). Vaikka regressioanalyysi antaa positiivisen riippuvuuden, on aineistosta hankala nähdä selkeää trendiä, erityisesti hyvin vähäisissä havainnoissa asukasmäärän ollessa 5000 tai enemmän.

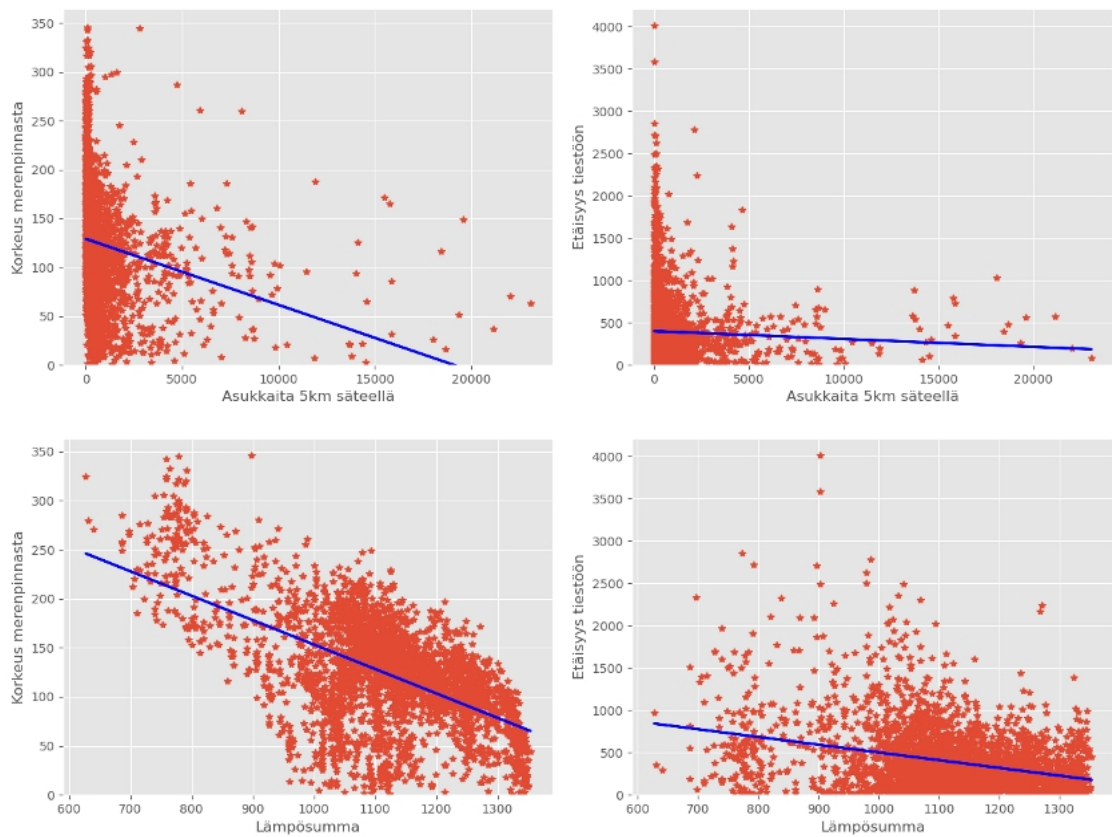


Kuva 3: Metsätilojen hehtaarihintojen ja paikkatietotunnusten lineaariset regressiot.

6.2. Paikkatietotunnusten keskinäinen korrelaatio

On myös valaisevaa katsoa miten eri paikkatietotunnukset korreloivat keskenään. Kuvassa 4 on esitetty muutamat pareittaiset korrelaatiot lineaarisen regression muodossa. Asukasmäärä näyttäisi olevan käänteisessä suhteessa tilan sijaintikorkeuteen, vaikkakin visuaalisesti riippuvuus ei vaikuta kovin

selkeältä. Asukasmäärä verrattuna etäisyyteen tiestä on mielenkiintoinen. Regressiosuora näyttää hyvin heikkoa riippuvuutta mutta havaintopisteistä selkeästi nähdään miten asukasmäärän pieneminen kasvattaa tilan etäisyyttä tiestöön. Tämä onkin odotettua tilan ympäristön muuttuessa harvempaan asutetuksi. Etäisyyden tiestöön voisi ajatella kasvavan lämpösunnan pienentyessä, koska asutus harvenee pohjoiseen siirryttäessä. Tämä on havaittavissa regressiokuvassa. Kaikista selkein riippuvuus on havaittavissa lämpösunnan ja sijaintikorkeuden välillä, mikä toki on hyvin odotettua: lämpöolosuhteet viilenevät korkeammalle siirryttäessä.



Kuva 4: Muutamien paikkatietotunnusten keskinäiset korrelaatiot.

6.3. Luokitteluanalyysi

Luokitteluongelmaa varten aineisto jaettiin viiteen hintaluokkaan. Hintaluokkien rajoja ei valittu tasaisesti minimi- ja maksimihinnan väliltä vaan sen mukaan, että jokaiseen hintaluokkaan tulee sama määrä havaintoja, tässä tapauksessa $3345/5=669$ tilaa. Hintaluokat olivat Taulukon 1 mukaiset.

TAULUKKO 1. Tutkimusaineiston hintaluokat.

1	0 € - 1853 €
2	1853 € - 2764 €
3	2764 € - 3647 €
4	3647 € - 5000 €
5	5000 € - 16723 €

Luokittelijan opettamiseen ja testaukseen käytettiin 50/50-jakoa eli 50% jokaisen luokan havainnoista käytettiin tukivektorikoneen opettamiseen ja 50% sen testaamiseen luokittelutarkkuuden määrittämiseksi.

Metsätilojen attribuutit on esitetty Taulukossa 2, jossa tässä työssä määritetyt uudet paikkatietotunnukset on merkitty punaisella

TAULUKKO 2. Luokitteluanalyysissä käytetyt tilojen attribuutit.

Tilan pinta-ala
Tilan metsäpinta-ala
Taimikoiden osuus
Hakkuukypsän metsän osuus
Kasvupaikkaluokka
Turvemaan osuus
Puuston hehtaartilavuus
Tukkiosuus
Teollisuuslaitosten lukumäärä
Lämpösumma
Tilan sijaintikorkeus
Asukkaita 5km säteellä
Etäisyys tiestöön

Luokittelun tarkoituksena oli testata onko uusilla paikkatietotunnuksilla vaikutusta tilan hehtaarihinnan ennustamisessa, kun tilasta on tiedossa yllä olevan taulukon mukaista tietoa. Tätä varten luokittelu tehtiin kaikilla attribuuteilla sekä ilman tämän työn paikkatietotunnuksia. Molemmissa tapauksissa luokittelija opetettiin ja testattiin 10 kertaa ja jokaisella kerralla

valittiin satunnaisesti 50/50-jako opetus- ja testausaineistoon. Näiden 10 luokittelun keskimääräinen luokittelutarkkuus oli ilman paikkatietotunnuksia 63% ja paikkatietotunnusten kanssa 68%. Paikkatietotunnusten tuoma 5 prosenttiyksikön tarkkuuden lisäys ei ole kovin suuri mutta kuitenkin parantaa tarkkuutta. Luokittelutehtävissä liiat tai hyödyttömät attribuutit voivat myös heikentää mallin kykyä erotella havaintoja.

Attribuuttien merkityksen analyysissä haettiin 5 merkittävintä attribuuttia, koska usia paikkatietotunnuksia oli 5. Haku toistettiin 10 kertaa satunnaisella 50/50 opetus- ja testausaineiston jaolla. Taulukossa 3 on eri attribuuttien sijoitukset näissä 10 satunnaistoistossa.

TAULUKKO 3. Eri attribuuttien merkitykset 10 eri luokittelussa, joissa opetus- ja testausaineisto oli satunnaistettu.

Tilan pinta-ala	1 1 1 1 1 1 1 2 4 3
Tilan metsäpinta-ala	1 1 1 1 1 1 1 1 3 2
Taimikoiden osuus	3 3 4 2 2 3 5 3 1 1
Hakkuukypsän metsän osuus	9 6 7 6 8 7 6 7 6 9
Kasvupaikkaluokka	6 7 8 7 5 8 9 9 8 6
Turvemaan osuus	2 2 2 3 3 2 2 1 2 1
Puuston hehtaartilavuus	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Tukkiosuus	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Teollisuuslaitosten lukumäärä	5 5 6 5 7 4 3 5 5 4
Lämpösumma	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Tilan sijaintikorkeus	4 4 3 4 4 5 4 4 1 5
Asukkaita 5km säteellä	8 8 9 8 6 6 8 6 7 8
Etäisyys tiestöön	7 9 5 9 9 9 7 8 9 7

Paikkatietotunnuksista lämpösumma on selkeästi tärkein saaden sijan 1 jokaisessa toistossa. Myös sijaintikorkeus vaikuttaa olevan jonkin verran tärkeä liittyen tilan kasvuolosuhteisiin. Edellä tehdyn korrelaatioanalyysin perusteella tiedetään, että nämä kaksi indeksiä ovat myös hyvin kytköksissä toisiinsa. Muut paikkatietotunnukset eivät tämän analyysin perusteella vaikuta olevan tärkeitä, joten on mahdollista, että yllä havaittu luokittelutarkkuuden kasvu olisi lähes pelkästään lämpösumman aiheuttamaa. Muista attribuuteista voidaan havaita, että puuston tilavuus ja tukkiosuus ovat poikkeuksetta tärkeimmät. Tämä ei ole

yllättävää, tilakaupat tehdään pääsääntöisesti puuntuotannon näkökulmasta, tarkastellen heti olemassa olevia hakkuumahdollisuuksia.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä analysoitiin miten erilaiset paikkatietoon sidotut tunnuksot vaikuttavat metsätilojen arvotukseen, jota mitattiin toteutuneiden tilakauppojen hehtaarikohtaisilla hinnoilla. Tavoitteena oli tarkastella voisiko Simosol-yrityksen Metsä ja puut-palvelun tila-arvioiden tarkkuutta parantaa lisäämällä metsätiloihin erilaisia paikkatiedollisia tunnuksia. Tausta-ajatuksena oli, että summa-arvomenetelmän puuntuotannollisten tunnusten lisäksi metsätilojen arvoon vaikuttavat monet muutkin tekijät. Esimerkiksi saavutettavuus on sidoksissa puusta maksettavaan hintaan sekä metsänhoitotöiden tekemisen helppouteen. Lämpösumma vaikuttaa puuston kasvuun. Summa-arvomenetelmän sijasta tämän työn viitekehyksessä kauppahintamenetelmä on paljon kiinnostavampi tilan arvotuksessa, koska siinä tilan arvo määräytyy samankaltaisista tiloista maksettujen hintojen perusteella. Lisäämällä metsätiloihin erilaisia tunnuksia voidaan tilojen samankaltaisuutta mitata tarkemmin.

Työssä määritettiin paikkatiedollisiksi tunnuksiksi lämpösumma, tilan sijaintikorkeus, metsäteollisuuslaitosten lukumäärä 100 kilometrin säteellä tilasta, tilan etäisyys tiestöstä sekä asukasmäärä 5 kilometrin säteellä tilasta. Lineaarisen regression perusteella kaikkien tunnusten kohdalla hehtaarihinnan havaittiin riippuvan tunnuksista, positiivisesti lämpösumman ja metsäteollisuuslaitosten määrän kasvaessa, negatiivisesti sijaintikorkeuden ja etäisyyden tiestä kasvaessa.

Hehtaarihinnan kasvua teollisuuslaitosten määrän lisääntyessä selittää mahdollisesti lisääntynyt kilpailu puusta ja siten parempi puunhinta. Metsäteollisuus on historian aikana Suomessa myös keskittynyt alueellisesti, erityisesti Kaakkois-Suomeen, jossa metsätalous on vakiintunutta ja tilat haluttuja ostokohteita ja hintavampia. Kasvuolosuhteet ovat alueella myös hyvät.

Asukasmäärän kasvaessa hehtaarihinta analyysin perusteella kasvaa mutta aineistoa tarkastellessa tämä korrelaatio ei ole niin selkeä; hehtaarihinnoissa on

paljon vaihtelua kasvavilla asukasmäärillä. Kuten työssä pohdittiin, asukasmäärän kasvun voisi ennakolta odottaa vaikuttavan negatiivisesti tilan hintaan muun muassa kaavoituksen lisääntyessä ja toisaalta positiivisesti, kun lähellä olevista "harrastuspaloista" ollaan valmiita maksamaan enemmän.

Havaintoaineistosta nähdään myös, että lineaarinen regressio ei välttämättä ole sopivin menetelmä tilan sijaintikorkeuden tapauksessa, vaan korkeamman asteen polynomiregressio voisi mallintaa aineistoa paremmin.

Luokitteluanalyyseissä paikkatietotunnusten lisääminen kasvatti luokittelutarkkuutta jonkin verran. Eri attribuuttien tärkeyden analyyseissä kuitenkin vain lämpösumma oli selkeästi merkittävin. Tätä luultavasti selittää puuston kasvun ja sitä kautta puuntuotantokyvyn vahva kytkeytyminen lämpösummaan. Hieman yllättävää oli pinta-alan merkitys. Tähän voi olla selityksenä se, että kovin pienet ja toisaalta liian suuret tilat eivät ole haluttuja kauppakohteita. Pienillä tiloilla tehokas ja jatkuva puunmyynti ei ole mahdollista ja suuret tilat hintansa puolesta ovat mahdollisesti enemmän instituutio-ostajien kohteena. Aineistossa oletettavasti yksityisten kaupat ovat enemmistössä, jolloin tietty skaala pinta-aloissa on houkuttelevin.

Työssä tehtyjä analyysejä voidaan kehittää moneen suuntaan. Paikkatietotunnuksia voitaisiin määrittää paljon lisää. Työssä määritetyissä tunnuksissa on varmasti virhettä, jota voitaisiin vähentää. Esimerkiksi tilan sijaintikorkeudeksi otettiin korkeusmallin arvo tilalle annetuissa koordinaateissa, mikä ei välttämättä edusta tilan kokonaispiirteistä korkeutta merenpinnasta, vaan voi osua yhteen korkeampaan maastonkohtaan. Kuvaavampaa olisi esimerkiksi mediaanikorkeus useammista tilalta mitatuista korkeuksista. Etäisyys tiestöön määritettiin avoimesta Digiroad-aineistosta mutta peruskartan pohjalta oli havaittavissa, että se ei sisällä kaikkia teitä; oletettavasti useita yksityisiä metsäteitä puuttuu aineistosta ja juuri nämä tiet olisivat mahdollisesti kunkin tilan lähin tieoikeudellinen tie. Tilakauppa-aineistolle voisi tehdä erilaisia klusterianalyysejä. Näissä erilaisia tilatunnusten pareja vertailtaisiin keskenään ja tarkasteltaisiin onko aineistossa näiden pohjalta jonkinlaista ryhmittymistä. Voisivatko esimerkiksi selvästi pienemmät tilat olla omassa ryhmässään tilan

lähellä olevan asukasmäärän kasvaessa? Miten hehtaarihinta käyttäytyy näiden ryhmittymien mukaan?

LÄHTEET

Ärölä, E., Järvinen, S., Kallatsa, M. 2019. Metsän hinta Suomessa 2015-2016. Maanmittauslaitoksen julkaisu nro 116. Maanmittauslaitos.

Pellervon taloustutkimus. 28.9.2015. "Metsätilojen hintojen nousu tasaantumassa". Viitattu 1.6.2020. www.ptt.fi/ajankohtaista/metsatilojen-hintojen-nousu-tasaantumassa.

Paananen, R., Uotila, E., Liljeroos, H., Tilli, T. Metsän arvo. 2009. Metsäkustannus Oy.

Airaksinen, M. Summa-arvomenetelmä metsän markkina-arvon määrittämisessä. 2008. Maanmittauslaitoksen julkaisu nro 108. Maanmittauslaitos.

Rantala, S. (toim.) Tapion taskukirja. 2018. Metsäkustannus Oy.

Mäki, O. Summa-arvomenetelmän aputaulukot. 2013. Metsäkustannus.

Hannelius, S. 2001. Metsäomaisuuden arviointi kaipaa standardointia. Metsätieteen aikakauskirja 4/2001.

Chang, K. Introduction to geographic information systems. 2019. McGraw-Hill Education.

QGIS-ohjelman verkkosivut. n.d. Viitattu 7.6.2020. www.qgis.org.

Ikäheimonen, S. Kauppa-arvomenetelmä metsäkiinteistöjen markkina-arvon määrittämisessä. 2019. Pro gradu. Itä-Suomen yliopisto. Joensuu.

GeoPackage-paikkatietoformaatin verkkosivut. n.d. Viitattu 7.9.2020. www.geopackage.org.

Maanmittauslaitos. n.d. Paikkatietoalan standardit ja suositukset. Viitattu 7.9.2020. www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteentoimivuus/standardit-ja-suositukset.

Maanmittauslaitos. n.d. INSPIRE-direktiivi. Viitattu 7.9.2020. www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteentoimivuus/inspire

Open Geospatial Consortium. n.d. Web Map Service-kuvaus. Viitattu 7.9.2020. www.ogc.org/standards/wms.

Open Geospatial Consortium. n.d. Web Feature Service-kuvaus. Viitattu 7.9.2020. www.ogc.org/standards/wfs.

Väylävirasto. n.d. Digiroad-aineisto. Viitattu 9.9.2020. vayla.fi/avoindata/rajapinnat.

Tilastokeskus. n.d. Väestöruutuaineisto. Viitattu 9.9.2020.
www.stat.fi/org/avoindata/paikkatietoaineistot/vaestoruutuaineisto_1km.html.

Metsäteollisuus ry. 11.10.2018. Massa- ja paperiteollisuuden tilastot. Suomen paperi-, kartonki- ja massatehtaat. Viitattu 9.9.2020.
www.metsateollisuus.fi/tilastot/massa-ja-paperiteollisuus/.

Metsäteollisuus ry. 1.2.2019. Sahateollisuuden tilastot. Metsäteollisuus ry:n jäsenyritysten sahat Suomessa. Viitattu 9.9.2020.
www.metsateollisuus.fi/tilastot/sahateollisuus/

Sahateollisuus ry. n.d. Jäsenyritykset. Viitattu 9.9.2020.
sahateollisuus.com/jasenet/.

Terve Metsä-lehti 3/2020. "Puumotin hintalappu on monen tekijän summa".
Stora Enso Metsä.

Liljeroos, H. n.d. Hannun hintaseuranta. Metsälehti. Viitattu 1.11.2020.
www.metsalehti.fi/kirjoittaja/hannunhintaseuranta/.