

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Mauri Suokas

KORJUUKELPOISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN VMI-KUVIOTIEDON AVULLA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Korjuukelpoisuus ja Valtakunnan metsien inventointi	6
2.1 Korjuukelpoisuuden määrittäminen.....	6
2.2 VMI ja kuviotieto	8
2.3 Metsäntutkimustiedon kehitysmahdollisuudet.....	9
3 Tutkimuksen tarkoitus	10
4 Aineisto ja menetelmät.....	11
4.1 Aineiston käsittely	12
5 Tulokset	17
6 Yhteenveto ja pohdinta	19
6.1 Luotettavuus ja tulosten arviointi	19
6.2 Pohdinta	20
6.3 Jatkotutkimus.....	21
Lähteet.....	23

Liite Aineiston muuttujien selitykset



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2016
Metsätalouden koulutusohjelma

Karjalankatu 3,
80200 Joensuu
013 260 6900

Tekijä
Mauri Suokas

Nimeke
Korjuukelpoisuuden määrittäminen VMI-kuviotiedon avulla

Toimeksiantaja
Luonnonvarakeskus

Tiivistelmä

Työn tavoitteena oli tutkia Valtakunnan metsien inventoinnista saadun kuviotiedon käyttömahdollisuutta korjuukelpoisuutta määriteltäessä. Työn tarkoituksena oli selvittää, pystytäänkö kuviotiedon avulla koeala määrittelemään talvi- tai kesäkorjuukohteeksi. Toisena tarkoituksena oli metsätutkimustiedon hyödyntämisen kehittäminen metsäsuunnittelussa ja puunkorjuun ohjauksessa.

Aineistona käytettiin Pohjois-Karjalassa vuonna 2013 mitattuja VMI-koealoja, joita valittiin tutkimukseen 208 kappaletta. Lisäksi työssä otettiin käyttöön Luonnonvarakeskuksen tietokannoista suoalueita ja tieverkostoa kuvaavat kartta-aineistot. Aineisto käsiteltiin ArcMap-ohjelmassa sekä vertailun pohjan luomiseksi Kansalaisen Karttapaikassa.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta että VMI-kuviotiedolla pystytään yksinkertaistetusti luokittelemaan koeala talvi- tai kesäkorjuukohteeksi ja menetelmällä saatu tulos on tarkempi kuin pelkkä peruskartoilta tehty tarkastelu.

Laajempia tutkimuksia varten korjuukelpoisuusluokkia voitaisiin lisätä ja aineistoa laajentaa, jotta saataisiin tarkkoja ja luotettavia tuloksia. Laajemmassa aineistossa muuttujina tulee huomioida myös sademäärät, pohjaveden pinnankorkeus, hakkuukertymä sekä maanpinnan kaltevuus, jotka vaikuttavat merkittävästi kohteen korjuukelpoisuuteen. Jatkotutkimukseen voitaisiin sisällyttää myös maastokäynnit, joiden avulla koeala saadaan tarkistettua silmämääräisesti luotettavuuden lisäämiseksi.

Kieli
Suomi

Sivuja 23

Liitteet 1

Asiasanat

Luonnonvarakeskus, korjuukelpoisuus, Valtakunnan metsien inventointi



THESIS
April 2016
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3,
80200 Joensuu
Finland
013 260 6900

Author
Mauri Suokas

Title
Defining Harvest Time by Using National Forest Inventory Research Data

Commissioned by
Natural Resources Institute Finland

Abstract

The main goal of this thesis was to find out the possibilities of National Forest Inventory Research data usage in determining of harvest time. The major purpose of this study was to find new and more versatile ways of using the forest research data in developing efficient ways of planning forestry and wood supply in the future.

The data used in this research, consisting of 208 research spots, was collected in 2013 from Northern Karelia. The data was processed in Citizens MapSite and ArcMap. Map layers of peat lands and road networks from the database of Natural Resources Institute Finland were also used in the ArcMap analysis. In Citizens MapSite analysis, only coordinates and basic maps were used to create comparison results for the analysis in ArcMap.

The results suggest that using National Forest Inventory data in defining harvest times is possible on a simple level, and it is more accurate than analysis done only on a basic map. In this research, only two harvest time categories, summer and winter, were used. In further research the number of harvest time categories can be increased to four. In future research there are numerous ways of improving the accuracy of harvest time classification, like adding rainfall data, groundwater data, logging yield data and contours of the ground, and these variables have a great influence in harvest time classification. Adding field inspection of the research spots will increase reliability of the research and classifications.

Language
Finnish

Pages 23
Appendices 1

Keywords

Natural Resources Institute Finland, Harvest Time, National Forest Inventory

1 Johdanto

Paikkatiedon ja kaukokartoituksen kehittyminen tehostavat metsäammattilaisten työtä, yksikkökustannusten pienentäminen, työn kannattavuuden parantaminen ja toimintojen automatisointi ovat metsäalallakin tulevaisuutta. Uusien suunnittelukeinojen tutkimisella on tarkoitus edistää metsätalouden kehittymistä ja tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään Suomen suurimmasta metsäntutkimushankkeesta saadun kuviotiedon käyttökelpoisuutta korjuukelpoisuusmäärittelyssä.

Ilmastonmuutoksen myötä talvikuukausien väheneminen vaikeuttaa puunhankinnan- ja korjuusuunnittelua. Vanhojen ja perinteisten suunnittelutyökalujen rinnalle tulisi laatia uusia keinoja ja hyödyntää jo käytössä olevaa metsäntutkimustietoa. Uusien metsäkoneiden kehitystyö vie eteenpäin puunhankinnan tehostamista ja korjuusuunnittelussa on pystyttävä käyttämään tehokkaasti paikkatieto-, ja maastoaineistoa sekä uutta teknologiaa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin sitä, että pystytäänkö Valtakunnan metsien inventoinnista saatujen kuviotietojen avulla määrittämään koealan korjuukelpoisuus käyttäen kahta korjuukelpoisuusluokkaa. Aineisto käsiteltiin Kansalaisen Karttapaikassa sekä ArcMap-ohjelmassa. Kansalaisen Karttapaikassa käytettiin pelkästään peruskarttoja ja tällä tavalla saatiin ArcMap-ohjelmassa tehtävälle arviolle vertailukohta. ArcMap-ohjelmassa käytettiin aineiston muuttujia sekä avuksi ladattiin suoalueita ja tieverkostoa kuvaavat karttatasot Luonnonvarakeskuksen tietokannasta.

Työ toteutettiin yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa. Työn taustalla vaikuttaa kiinnostus kehittää metsäntutkimustiedon hyödyntämistä ja löytää uusia suunnittelukeinoja käytettäväksi puunkorjuun- ja puunhankinnansuunnitteluun.

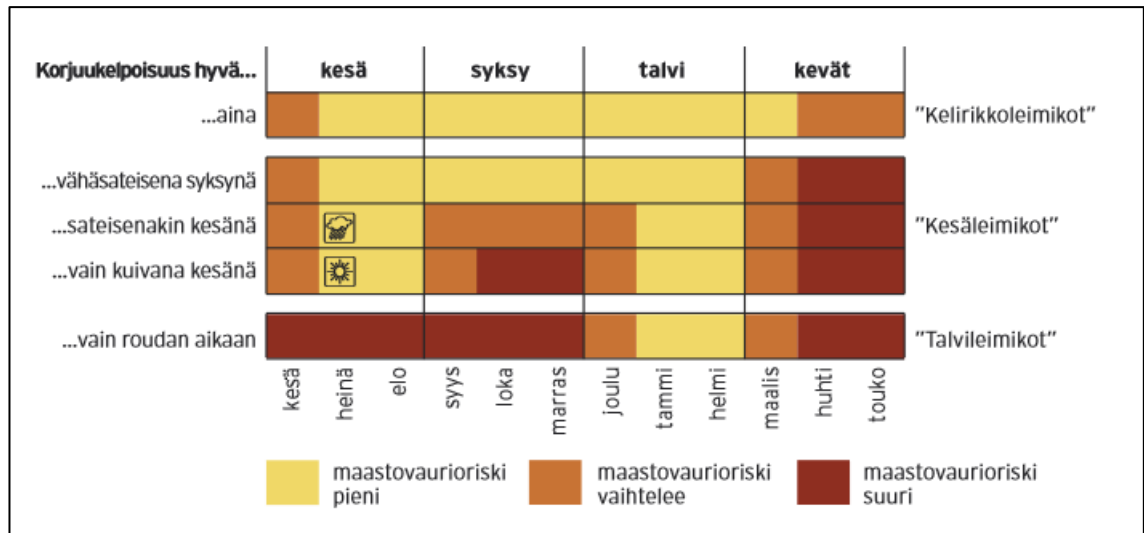
2 Korjuukelpoisuus ja Valtakunnan metsien inventointi

2.1 Korjuukelpoisuuden määrittäminen

Korjuukelpoisuuden määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat maaston laatu, kohteen puulaji ja hakkuukertymä sekä tiestö ja sademäärät. Leimikot jaotellaan yleensä kolmeen luokkaan, kelirikko-, talvi- ja kesäleimikoihin. Korjuukelpoisuuden määrittäminen on tärkeää luontoon kohdistuvan rasituksen vähentämiseksi, tehokkaan puunkorjuun suorittamiseksi sekä tieverkon kunnossa pitämiseksi. (Liinakoski 2014, 25.)

Talvileimikot nimensä mukaisesti ovat korjattavissa vain talvella maan ollessa roudassa. Kesäleimikot voidaan korjata yleensä kaikkina muina vuodenaikoina paitsi kevätkelirikon aikana. Kelirikkoleimikoita voidaan korjata kaikkina vuoden aikoina, myös kevät- ja syyskelirikon aikana. (Liinakoski 2014, 25.)

Kevätkelirikon alkua kutsutaan pintakelirikoksi, tässä vaiheessa routa ei ole vielä sulanut syvältä, pelkästään pinnasta, jolloin sulamisvedet pehmentävät vain tien pintaosat. Keväisen kelirikon edetessä roudan sulaminen syvemmältä tienrungosta pehmentää koko tierungon, tätä vaihetta kutsutaan runkokelirikoksi. Sateisina syksyinä voi esiintyä myös syyskelirikkoa. Syyskelirikko syntyy, kun tien vedensidontakyky ylittyy tai, kun vettä täynnä olevan tien pinta jäätyy ja sulaa uudelleen. Syyskelirikot ovat yleensä melko vähäisiä ja vaikutus tienkantokykyyn vaihtelee tapauskohtaisesti. (Strandvall 2006, 9.)



Kuva 1. Kuva yleisesti käytössä olevista korjuukelpoisuusluokista Etelä-Suomessa (Liinakoski 2014, 31.)

Korjuukelpoisuuden määrittäminen alkaa käytössä olevan tiestön kunnan kartoittamisella. Hakkuiden edellytys on toimiva tiestö. Mikäli korjuukaluston sekä puutavaran kuljettaminen on vaikeaa tiestön kunnan takia, on kuljetusreitit laitettava asianmukaiseen kuntoon ennen puukauppaa ja korjuusuunnittelua. (Liinakoski 2014, 26.)

Seuraavaksi leimikon korjuukelpoisuutta tarkastellaan maastossa. Leimikon korjuukelpoisuuteen vaikuttaa eritoten maaperä ja sen laatu, pääpuulaji ja hakkuukertymä sekä sademäärät. Kohteen korjuukelpoisuuden määrittely yleensä tehdään metsäammattilaisen toimesta puukaupan yhteydessä ja monella puunhankintaorganisaatiolla on käytössään omat kartta-aineistot sekä määrittelykriteerit, jotka saattavat poiketa toisistaan eri organisaatioiden välillä. (Kekkonen 2009, 6.)

Turvemaiden korjuukelpoisuuden määrittäminen on kangasmaita hankalampaa. Yleisesti turvemaita korjataan pelkästään maan ollessa jäässä, kuitenkin on turvemaakohteita, joita voidaan korjata kesäaikaan, kun keliolosuhteet, hakkuukertymä, pohjaveden taso ja käytössä on oikeanlainen korjuukalusto. (Liinakoski 2014, 30.)

2.2 VMI ja kuviotieto

VMI eli Valtakunnan metsien inventointi on nykyisin Luonnonvarakeskuksen (entinen Metsäntutkimuslaitos) metsien tilan seurantajärjestelmä. Ensimmäinen Valtakunnan metsien inventointi suoritettiin 1920 – luvulla ja on toistunut sen jälkeen noin 10 vuoden välein. Tällä hetkellä meneillään on 12. inventointikierrös, joka käynnistyi vuonna 2014. VMI:ssa on tarkoitus seurata valtakunnallisella tasolla metsien määrää ja kasvua, metsiemme terveydentilaa, metsänhoidollista tilaa, hakkuupotentiaalia, monimuotoisuuden kehittymistä sekä metsiemme sisältämää hiilivarantoa. (Haakana 2015, 1.)

Valtakunnan metsien inventoinnissa on käytössä kuusi otanta aluetta ja mittaus-tapana käytetään systemaattista ryväotantaa. Koko maassa on noin 60 000 koealaa joista vuosittain mitataan noin viidesosa. Puumittaukset suoritetaan kiinteäsäteisellä yhdeksän metrin koealalla. Puumittauksissa lukupuista kerätään puulaji, läpimitta, puuluokka ja latvuserros. Lähes jokaisen koealan lukupuista tulee koepuita, yksi tai useampi ja näistä koepuista mitataan tarkemmat tunnuksat. Koepuutietoihin kerätään syntytyyppi, kuoren paksuus, kuivaoksaisuusraja, elävän latvuksen alaraja, pituus, viiden vuoden pituuskasvu, kasvukauden pituuskasvu, läpimitan kasvu, rinnankorkeusikä ja ikälisäys, mahdolliset tuhot ja apteeraus eli rungon jako eri laatuosiin. Vanhoilla pysyvillä koealoilla ei mitata kasvutunnuksia eikä ikäkairausta. Vanhat pysyvät koealat mitataan jo neljä kertaa ja kolme viidestä vuotuisesti mitatusta koealasta ovat juuri vanhoja pysyviä koealoja. (Haakana 2015, 2-8.)

Metsikköä kuvaaviin kuviotietoihin luetaan noin 100 eri tunnusta. Tärkeimpiä tietoja ovat hallintoa, suojelua ja maanomistusta koskevat tiedot, maankäyttö sekä maankäytön muutokset, maaperä, kasvupaikka, ojitustilanne ja -tarve, puuston keskimääräinen ikä, pohjapinta-ala, runkoluku (vain taimikoissa), tehdyt hakkuut ja hakkuutarve sekä muut metsänhoidolliset toimenpiteet, tuhot ja luonnontilaisuuden arvioiminen. (Haakana 2015, 11.)

2.3 Metsäntutkimustiedon kehitysmahdollisuudet

Valtakunnan metsien inventoinnissa kerätään runsaasti erilaisia tunnuksia, joita pystytään hyödyntämään esimerkiksi uusien mittaustapojen ja kaukokartoituksen kehittämisessä. Valtakunnan metsien inventoinnin mittausperiaatteisiin kuuluu erittäin tarkan tutkimustiedon kerääminen. Luotettavan aineiston kokoon saamiseksi jokaiselta mittaajalta vaaditaan tarkkaa silmää ja oikeaoppista mittavälineiden käyttöä. Aineiston laajuuden ja tarkkuuden ansioista VMI:ssa kerättyä aineistoa pystyttäisiin käyttämään esimerkiksi laajempien hakkuumahdollisuuksien suunnittelussa. Tällä hetkellä Suomessa tehdään runsaasti muutakin metsäntutkimusta. Suomalainen metsäntutkimus on maailman huippuluokkaa, mutta tutkitun tiedon hyödyntäminen ei ole aivan sillä tasolla kuin se voisi olla. (Eini 2014, 11–12.)

Tulevaisuudessa tehokkaalta puunhankinnalta vaaditaan nopeampaa reagointia toimintaympäristön ja ilmastonmuutoksiin, ja tästä syystä metsäntutkimusta tulisi hyödyntää tehokkaammin uusien korjuumenetelmien ja juuri korjuukelpoisuuden määrittämisessä. Riittävän aineiston avulla pystytään vähentämään maastokäyntien määrää ja ohjaamaan korjuuta sekä logistiikkaa sinne, missä pystytään hakkaamaan metsää teollisuuden tarpeisiin. Yhtenä kehittämisen kohteena voisi olla ajantasaisen kartta-aineiston lähettäminen suoraan metsäkoneiden kuljettajien näytöille. Kartta-aineiston rakentamisen pohjalla pystyttäisiin käyttämään VMI-aineistoa. Jatkuvasti päivittyvät kartat leimikon korjuukelpoisuudesta vähentäisivät korjuuvaurioita, koneiden uppoamisia huonosti kantavilla mailla sekä leimikoiden oikea-aikaista ja oikeassa järjestyksessä korjaamista. (Uusitalo 2014, 13.)

Toisena kehittämisen kohteena voisi olla suunnittelutietojen pohjalta tehtävät uudet luokittelut korjuukelpoisuudesta. Uusitalon (2014, 9) mielestä voitaisiin siirtyä käyttämään korjuukelpoisuusluokkia: pakkaskausi, talvikausi, kuivakausi ja kosteakausi. Pakkaskaudella korjattaisiin heikkopuustoiset ja paksuturpeiset kohteet, talvikaudella multavat maat ja rinnemaastot, kuivakaudella runsaspuustoiset rämeet sekä hienojakoiset kuusikot ja männiköt, sekä kostealla kaudella korjattaisiin hiekkapohjaiset männiköt sekä karkean moreenin kuusikot. Tällä menetelmällä pystyttäisiin paremmin ajoittamaan leimikoiden korjuuta sekä huolehtimaan riittävästä puuvirrasta teollisuuden tarpeisiin.

3 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää Valtakunnan metsien inventoinnista saadun kuviotiedon käytön mahdollisuus korjuukelpoisuuden määrittämisessä sekä toimia yhtenä osana metsäntutkimustiedon käytön hyödyntämisessä. Työn tarkoituksena on myös kehittää tehokkaampia suunnittelukeinoja puunkorjuuseen sekä puunhankintaan. Lisäksi voidaan todeta, että tämä työ toimii pohjana mahdollisille tulevaisuuden tutkimuksille, joissa pyritään kehittämään uusia ja jopa automatisoituja suunnittelukeinoja puunhankinnan ja puunkorjuun tarpeisiin.

Etukäteen ei ole tiedossa, voidaanko VMI:ssa kerätyllä aineistolla saada riittävän tarkka kuva kohteesta korjuukelpoisuutta määriteltäessä. Tehtävänä on tarkastella koealoja kuvioilta kerätyn aineiston tunnuksilla, joita tarkastellaan korjuukelpoisuutta määriteltäessä normaalisti metsäammattilaisen toimesta maastotyönä. Tässä työssä koealoja ei tulla tarkastamaan maastossa, mutta käytettyjen muuttujien tukena kuitenkin käytettiin Luonnonvarakeskuksen tietokannasta ladattuja karttatasoja suoalueista ja tieverkostosta.

4 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusmenetelmänä tässä tutkimuksessa käytettiin määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusta. ”Määrällinen tutkimus on menetelmä, joka antaa yleisen kuvan muuttujien (mitattavat ominaisuudet) välisistä suhteista ja eroista” (Vilka 2007, 13). Tässä tutkimuksessa aineisto esitetään numeerisessa muodossa (kuva 2) Excel taulukossa. Tämän menetelmän avulla aineiston käsittely on tehokasta ja aineiston muuttujien erillinen tarkastelu helpottuu. Aineistoon pystytään tarvittaessa lisäämään muuttujia tai muuttamaan niitä sekä aineiston kokoa on helppo tarvittaessa kasvattaa tai pienentää.

Aineistona käytettiin vuoden 2013 Pohjois-Karjalassa mitattuja Valtakunnan metsien inventoinnin koealoja. Tuhannen koealapisteen joukosta valittiin 208 koealapistettä edustamaan koko aineistoa. Tutkimuksessa käytettäviksi koealoiksi valittiin ainoastaan metsämaaksi luokitellut kohteet.

Koealapisteille annettiin muuttujiksi lohkon numero, koealan numero, maaluokka, päätyyppi, kasvupaikkaluokka, ojitustilanne, ojitustarve, puuntuotannon rajoitus, y- ja x-koordinaatti. Aineiston koealat on esitetty yhtenäiskoordinaatistossa (YKJ).

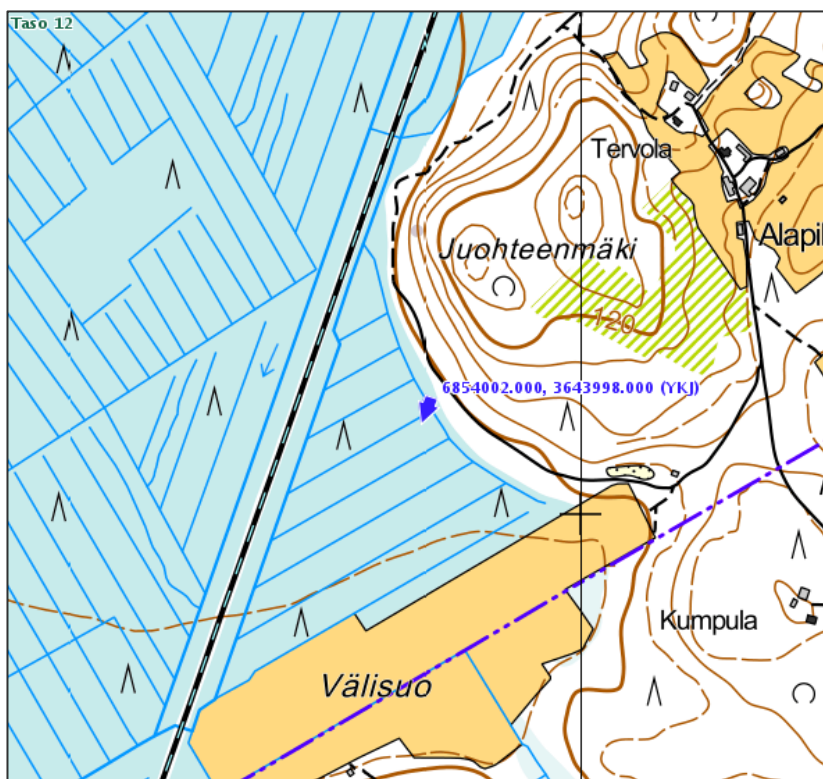
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Lohko	Koeala	Maaluokka	Paatyyp	Kasvupaikka	Ojitustilanr	Ojitustarve	PTrajoitus	y	x	Talvi	Kesä
2												
3	33083	6	1	3	4	4	2	0	6854002	3643998	1	
4	33083	7	1	1	3	0	0	0	6853998	3644302		2
5	33083	8	1	3	3	4	2	0	6854001	3644600		2
6	35084	7	1	1	2	0	0	0	6868000	3651300		2
7	35084	8	1	1	3	0	0	0	6867996	3651599		2
8	35084	9	1	1	1	1	0	0	6867999	3651898	1	
9	35084	10	1	1	1	1	0	0	6868004	3652199	1	
10	35084	11	1	2	3	4	2	0	6868004	3652503	1	
11												
12	36087	4	1	1	3	0	0	501	6874403	3672000	1	
13	36087	5	1	1	2	0	0	0	6874695	3671998		2

Kuva 2. Aineisto Excel-taulukossa. Alustava korjuukelpoisuus arviointi Kansalaisen Karttapaikassa suoritettu.

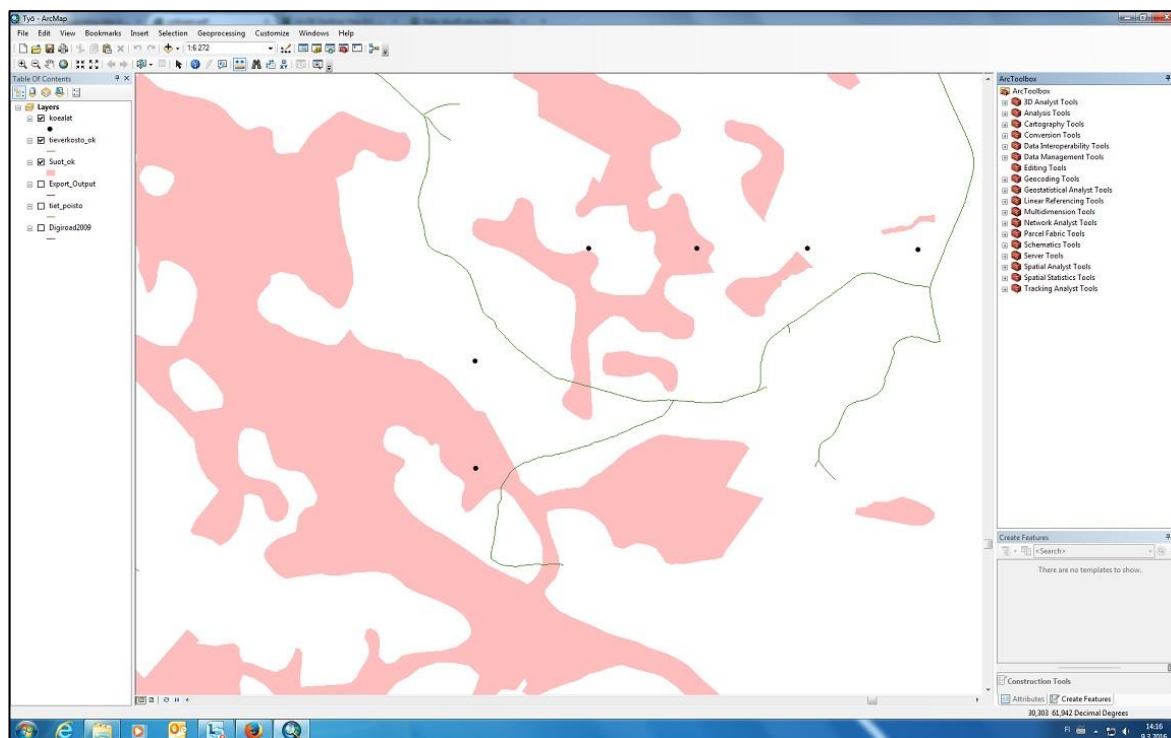
4.1 Aineiston käsittely

Tässä tutkimuksessa käytettiin kahta luokkaa kohteen korjuukelpoisuudesta: kesä- tai talvikohde. Aineiston tarkastelussa oli tarkoitus selvittää, voidaanko Valtakunnan metsien inventoinnista saadulla kuviotiedolla järkevästi luokitella koeala kesä- tai talvikohteeksi. Kohteen luokituksen ratkaisivat ennalta valitut muuttujat, joita käytettiin aineiston molemmissa käsittelyvaiheissa. Muuttujat näkyvät kuvassa 2 ensimmäisellä rivillä ja muuttujat on selitetty liitteessä 1.

Aineisto käsiteltiin ensin manuaalisesti peruskartoilta (kuva 3) Kansalaisen Karttapaikassa, tässä vaiheessa syötettiin aineiston YKJ-koordinaattipisteet karttapaikkaan ja muunnettiin koordinaatit ETRS-TM35FIN-tasokoordinaatistoon, jota Kansalaisen Karttapaikka käyttää. Tässä vaiheessa käytettiin pelkästään peruskarttaa, jonka perusteella valittiin koeala talvi- tai kesäkorjuukohteeksi. Peruskartoilta tehtävän määrittelyn on tarkoitus toimia ainoastaan vertailuna ArcMap-ohjelmassa tehtävälle tarkastelulle. Peruskartoilta tehdyn arvion tulos kirjattiin Excel-taulukkoon (kuva 2).



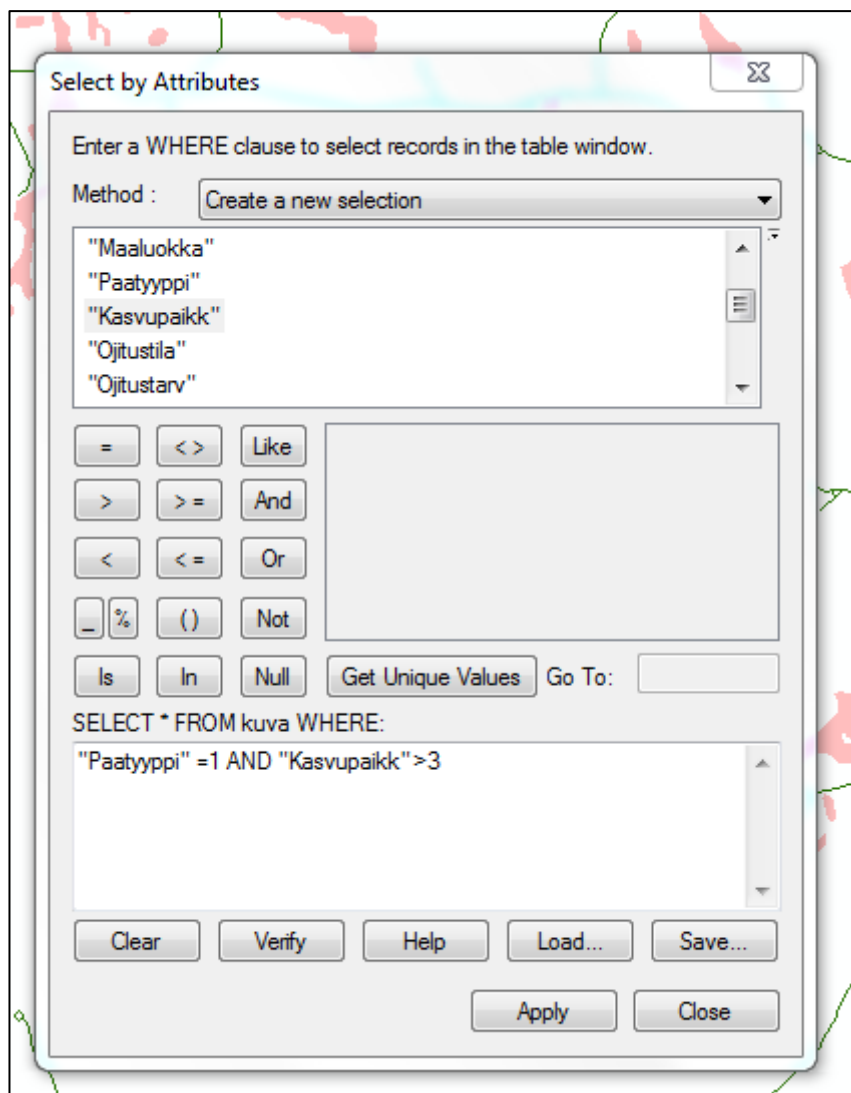
Kuva 3. Koealapisteen peruskartalla Kansalaisen Karttapaikassa.



Kuva 4. Aineisto ArcMap-ohjelmassa. Koealapisteidensä lisäksi ArcMappiin asetettiin tieverkostoa ja suoalueita kuvaavat karttatasot.

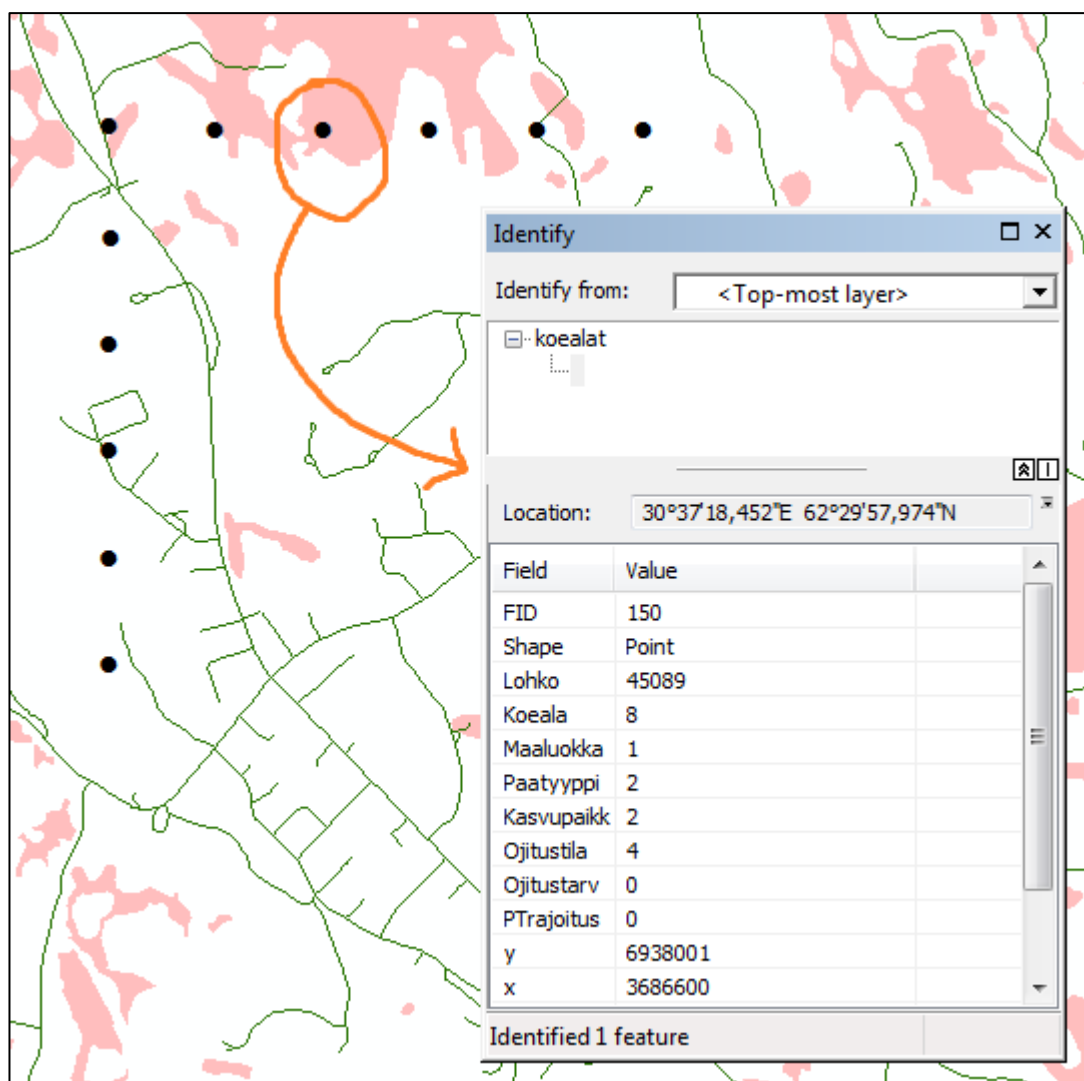
ArcMap-ohjelmassa tehtävässä tarkastelussa Excel-aineisto lisättiin karttatasoksi ja asetettiin oikeaan koordinaattijärjestelmään, jotta koealapisteen näkyvät karttatasolla oikein. Taustalle ladattiin Luonnonvarakeskuksen tietokannoista tieverkostoa ja suoalueita kuvaavat aineistot (kuva 4). Aineiston yhteensovittamisen jälkeen aineiston muuttujilla suoritettiin analyysi korjuukelpoisuusluokasta.

Korjuukelpoisuusluokkien valinta tehtiin kolmessa osassa. Ensimmäisessä osassa valittiin niin sanotusti varmat kesäkorjuukohteet, joita oli 10 kappaletta (kuva 5). Toisessa vaiheessa valittiin varmat talvikohteet, joita oli 51 kappaletta. Kolmannessa vaiheessa valittiin jäljelle jääneet 147 koealaa ja ne käytiin läpi yksitellen. Tulokset kirjattiin Excel-taulukkoon.



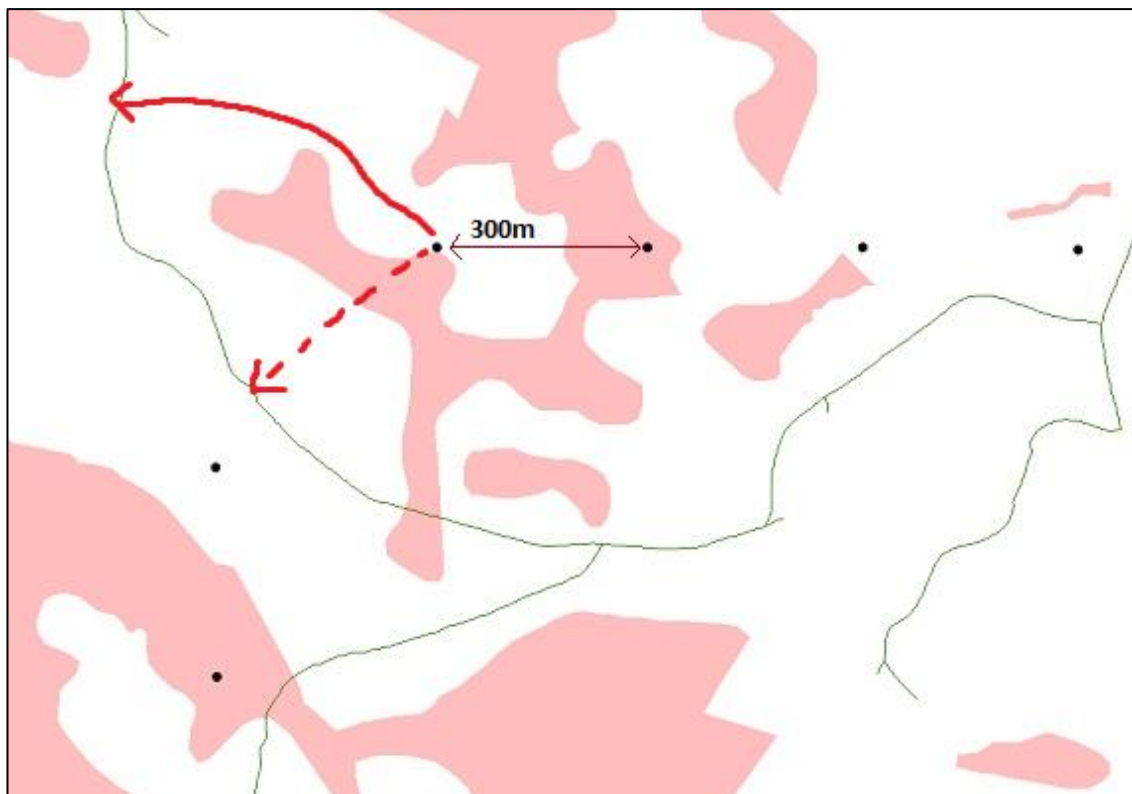
Kuva 5. Kesäkorjuukohteet alustavasti valittuna ArcMapin työkalulla.

Varmat kesäkohteet olivat päätyypiltään kangasmaita ja kasvupaikaltaan korkeammassa luokassa kuin kolme eli ravinteisuustasoltaan heikompia kuin tuoreet kankaat. Talvikohteiksi ensin valittiin kaikki koealat, jotka olivat päätyypiltään luokissa korpi (2), räme (3) tai avosuo (4).



Kuva 6. Yksittäisen koealan tutkimista ArcMapin infotyökalun avulla.

Yllä olevassa kuvassa 6 on infotyökalulla valittu yksi koeala ja koealasta saadaan ne samat tiedot kuin Excel-taulukossa (kuva 2). Kyseinen koeala numero 8 kuuluu päätyypiltään luokkaan 2 (korpi), on kasvupaikaltaan luokassa 2 (lehtomaiset kankaat ja ruohoiset suot sekä turvekankaat) sekä on ojitustilaltaan luokassa 4 eli ojitettu suo, jonka kasvillisuus muistuttaa jonkin kankaan metsätyyppiä. Tämä koeala luokiteltiin talvikorjuukohteeksi.



Kuva 7. Esimerkki tieverkoston ja soiden vaikutuksesta korjuukelpoisuusluokkaan.

Viimeisessä työvaiheessa käytiin vielä kertaalleen läpi jokainen koeala ja tutkittiin ympäristön vaikutusta koealan korjuukelpoisuusluokkaan. Kuvassa 7 on havainnollistettu sitä, kuinka suot ja tiet vaikuttavat korjuukelpoisuusluokan valintaan. Kuvassa 7 kyseisen koealan ja tien välissä oli vaikeakulkuinen suo (katkoviiva), jota ei voida käyttää kesäaikaan kulkureittinä. Vaihtoehtoiseksi reitiksi valittiin luoteissuuntaan vedetty viiva. Suon poikki kulkevan reitin pituus oli noin 300 metriä ja kangasmaata kulkevan reitin pituudeksi saatiin noin 600 metriä, etäisyyslaskenta suoritettiin ArcMap-ohjelman etäisyyslaskentatyökalua hyväksi käyttäen. Tämä kyseinen koeala päätettiin laittaa talvikorjuukohteeksi, sillä metsäkuljetusmatka kasvaa kohtuuttoman suureksi ja ei olisi suositusten mukainen. Viitalan & Uotilan (1999, 176) mukaan optimaalisin metsäkuljetusmatka Etelä-Suomessa on 560 metriä ja vastaava luku on Pohjois-Suomessa 980 metriä.

5 Tulokset

Taulukossa 1 on yksinkertaisesti jaoteltu kahdella eri menetelmällä koalat korjuukelpoisuusluokkaan. Kansalaisen Karttapaikassa tehdyt määritelmät ovat vain vertailun vuoksi mukana, eivätkä vaikuttaneet itse aineiston muuttujien pohjalta tehtyihin korjuukelpoisuus määrittelyihin.

Taulukko 1. Koealojen lukumäärä kahdessa luokassa.

	Talvi	Kesä
ArcMap	120	88
Kansalaisen Karttapaikka	77	131

Taulukko 2. Päätyypin mukaan jaotellut koealat.

	Päätyyppi=1 (Kangasmaat) 157 kpl	Päätyyppi>1 (Turvemaat) 51 kpl
Kesä	85	3
Talvi	72	48

Suurin vaikuttaja korjuukelpoisuusluokan valintaan oli kuvion päätyyppi. Päätyypiltään heikompia kuin kangasmaat päätyi kesäkorjuukohteeksi vain kolme kappaletta.

Taulukko 3. Kasvupaikkaluokan mukaan jaotellut koealat päätyypin ollessa kangasmaata.

	Päätyyppi=1				
	Kasvupaikkaluokat				
	1	2	3	4	5
Kesä	4	17	54	10	0
Talvi	26	34	12	0	0
<i>Yhteensä</i>	30	51	66	10	0

Taulukko 4. Kasvupaikkaluokan mukaan jaotellut koealat päätyypin ollessa turvemaata.

	Päätyyppi>1				
	Kasvupaikkaluokat				
	1	2	3	4	5
Kesä	1	0	0	1	1
Talvi	5	7	20	9	7
<i>Yhteensä</i>	6	7	20	10	8

Yllä olevissa taulukoissa (3 ja 4) on avattu päätyyppiluokituksen alla olevien kasvupaikkaluokkien vaikutusta korjuukelpoisuuteen. Kesäkorjuukohteiksi luokitelluista turvemaista kaksi oli päätyypiltään luokassa 3 ja yksi oli päätyypiltään luokassa 2.

6 Yhteenveto ja pohdinta

6.1 Luotettavuus ja tulosten arviointi

Työssä pyrittiin käyttämään määrälliselle tutkimukselle asetettuja minimivaatimuksia luotettavuuden ylläpitämiseksi. Työn vaiheet on kirjattu tarkasti ylös ja koko tutkimuksen ajan aineistosta tehty otanta pidettiin muuttumattomana ja muuttujat pidettiin alkuperäisessä muodossa. Voidaan todeta, että tutkimus on suoritettu hyvän tutkimustavan mukaisesti sekä aineiston käsittelyn, analyysin että tulosten osalta. Työn eri vaiheissa on noudatettu Vilkan (2007, 152–154) listaamia vaatimuksia määrällisen tutkimuksen luotettavuudesta, kuten tutkittiin sitä, mitä pitikin tutkia ja tutkittava perusjoukko valittiin satunnaisotannalla huolellisesti sekä tutkimus pyrittiin suorittamaan objektiivisesti.

Korjuukelpoisuuden määrittäminen pelkän VMI-kuviotiedon avulla osoittautui haasteelliseksi. Aineiston pohjalle ladatut karttatasot suoalueista ja tieverkosta osoittautuivat merkittäviksi tekijöiksi korjuukelpoisuusluokkaa valittaessa. Automaattinen määrittäminen oli hankalaa ja kaikki koealat jouduttiin käymään käsin läpi ArcMapissa ja kirjattiin koeala kerrallaan Excel-taulukoon. Excel-taulukosta rakennettiin tulososioon kostetaulukot tutkimuksesta.

Kansalaisen Karttapaikassa tehdyssä arvioinnissa suurin ero ArcMapissa tehtyyn arvioon oli kesäkorjuukohteiden määrä, joka oli huomattavasti suurempi Kansalaisen Karttapaikassa, kun käytössä oli pelkästään peruskartat. Tämän vaiheen ideana oli luoda vertailevaa arviointia VMI-kuviotiedon käytölle korjuukelpoisuusmäärittelyssä. VMI-aineiston käyttö korjuukelpoisuuden määrittelyssä oli tarkempaa kuin pelkkä peruskartoilta tehty tarkastelu. Peruskarttoja ja ilmakuvia käytetään perinteisen maastossa tehtävän korjuukelpoisuusmäärittelyn tukena.

6.2 Pohdinta

Tutkimuksen päätavoite oli tutkia VMI-kuviotiedon käyttömahdollisuuksia korjuukelpoisuuden määrittelyssä ja tämä tavoite saavutettiin. Valtakunnan metsien inventoinnista saadulla kuviotiedolla pystyttiin yksinkertaistetusti luokittelemaan koeala kesä- tai talvikorjuukohteeksi. Työn lopputulosta voidaan pitää hyvänä ja tämä avaa uusia jatkotutkimusmahdollisuuksia niin opiskelijoille kuin työelämän osaajille.

Voidaan todeta myös, että tämän opinnäytetyön oppimistavoitteet saavutettiin hyvin tuloksin. Työssä perehdyttiin tutkittavaan aiheeseen tarkasti ja kokemus VMI-aineiston keräämisestä auttoi ymmärtämään muuttujia ja niiden tutkimista. Työssä pyrittiin tutkimaan muuttujia yksitellen pohtien samalla niiden vaikutusta lopputulokseen. ArcMap-ohjelman avulla pystyttiin aineistoa käsittelemään helposti ja tehokkaasti ja tästä syystä saatiin aikaiseksi hyviä tuloksia jatkotutkimuksia varten.

Tämän tutkimuksen kehittäminen eteenpäin aineiston laajentamisen avulla avaa varmasti uusia mahdollisuuksia metsätalouden suunnittelussa sekä korjuunohjauksessa. Teknologian kehittyminen, mittausmenetelmien tehostuminen yhdistettynä laadukkaaseen metsäntutkimukseen vievät eteenpäin suomalaista metsäosaamista ja tätä kautta voi syntyä uudenlaisia vientituotteita ja palveluita.

6.3 Jatkotutkimus

Aineiston laajuus ja tarkkuus tehokkaasti käytettynä pystyisivät varmasti kehittämään puunhankinnan ja -korjuun suunnittelua ja ohjausta. Aineiston pohjalle pystyttäisiin luomaan erilaisia korjuukelpoisuutta kuvaavia karttoja ja karttatasoja kuten Uusitalo (2014, 13) pohtii. Koko maan kattavaan metsäsuunnitteluun on vielä matkaa, mutta sen toteuttaminen tulee olemaan tulevaisuudessa edessä. Vaikka VMI-aineisto on erittäin kattava, ei sillä pystytä vielä tilakohtaisen metsäsuunnittelun tekemiseen vaikuttamaan, mikäli koealapisteitä ei ole niillä alueilla, joilla tilakohtaisia suunnitelmia tehdään ja päivitetään. Laserkeilausteknologian ja -aineiston yhdistäminen VMI-aineistoon luo uusia mahdollisuuksia suunnittelussa ja tämän ansiosta pystytään suunnittelemaan yhä suurempia kokonaisuuksia ja suunnittelun yksikkökustannuksia saadaan alennettua.

Jatkotutkimus mahdollisuuksia voi olla aineiston kehittäminen ja laajentaminen siihen suuntaan, että saadaan aikaiseksi tuloksia korjuukelpoisuudesta monella eri luokalla ja tietokoneella määritellyt korjuukelpoisuusluokat tarkistettaisiin myös maastossa luotettavuuden ja tarkkuuden lisäämiseksi. Tässä työssä keskityttiin pelkästään kahden luokan erottamiseen toisistaan ja jatkossa olisi mahdollista kokeilla luokkien lisäämistä neljään, jolloin huomioidaan myös molemmat kelirikkoluokat. Neljään luokkaan jakaminen edellyttää suuremman aineiston käyttöä ja tähän tulee ottaa huomioon myös pohjavesien pinnankorkeus sekä sademäärien vaikutus kantavuuteen.

Jatkotutkimuksissa mukaan tulee ehdottomasti ottaa myös maastokäynnit, joilla pystyttäisiin tarkistamaan koealojen korjuukelpoisuusluokka silmämääräisesti. Tällä tavoin pystyttäisiin nostamaan tutkimuksen tarkkuutta ja kokonaisluotettavuutta. Maastokäyntien yhteydessä pystytään tekemään vertailevaa arviointia VMI-aineistolla tehtävään korjuukelpoisuuden määrittämiseen.

Tässä tutkimuksessa ei otettu huomioon myöskään pääpuulajia, hakkuukertymää eikä orgaanisen kerroksen paksuutta. Näillä kolmella muuttujalla on suuri merkitys siinä vaiheessa, kun pyritään automaattisesti määrittelemään korjuukelpoisuutta. Hakkuukertymän ja pääpuulajin avulla pystyttäisiin esimerkiksi laskemaan hakkuutähteiden määrä. Hakkuutähteitä pystytään käyttämään koneiden telojen ja renkaiden alla parantamaan kantavuutta heikommin kantavilla mailla.

Korjuukelpoisuuden määrittelyyn vaikuttaa talvella roudan ja lumen määrä, rousta- ja lumikerroksen ennustaminen on todella hankalaa ja pitkän tähtäimen korjuukelpoisuusmäärittelyä on lähes mahdoton tehdä. Koneiden kunnossa pitäminen sekä maastovaurioiden vähentämisen kannalta olisi tärkeä pystyä luomaan tarkkaa aineistoa korjuukohteen kantavuudesta, jotta välttyttäisiin näiltä vaurioilta. Maanpinnankaltevuuden huomioon ottaminen jatkotutkimuksissa myös parantaisi korjuukelpoisuuden määrittämisen tarkkuutta.

Lähteet

- Eini, A. 2014. Metsäalan muutokset ja tulevaisuuden näkymät. <http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/suonenjoki-seminaari-2014/Eini.pdf>. 13.2.2016.
- Haakana, H. 2015. 12. Valtakunnan metsien inventointi (VMI12), VMI-mittausapulaisten koulutus 2015. Vantaa: Luonnonvarakeskus.
- Kekkonen, H. 2009. Talviharvennuskohteiden korjuu kesäaikana. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/6691/Kekkonen_Hannu.pdf?sequence=1. 11.2.2016.
- Liinakoski, E. 2014. Leimikonsuunnitteluopas. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72562/Liinakoski_Eero.pdf?sequence=1. 4.2.2016.
- Luonnonvarakeskus 2015. Luonnonvarakeskus (Luke). <https://www.luke.fi/luke/>. 20.1.2016.
- Metsäntutkimuslaitos. 2009. Valtakunnan metsien 11. inventointi (VMI11), maastotyön ohjeet 2009. <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi11-maasto-ohje09-2p.pdf>. 2009. 20.1.2016.
- Strandvall, H. 2006. Kelirikon takia asetettävien painorajoitusten hyödyt ja haitat. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö. http://alk.tiehallinto.fi/voh/Julkaisut_julkaisut/julkaisu_kelirikon_takia_asetettavien_painorajoitusten_hyodyt_ja_haitat.pdf 5.2.2016
- Uotila, E & Viitala, E. 1999. Optimaalinen tietiheys yksityismetsätalouden kannalta. Metsätieteen aikakauskirja 2/1999: 167–179. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff99/ff992167.pdf>. 13.3.2016.
- Uusitalo, J. 2014. Puunkorjuun tulevaisuus. https://frantic.s3.amazonaws.com/smy/2014/10/PMA36_Jori-Uusitalo.pdf 10.2.2016.
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Liitteet

Liite

Aineiston muuttujien selitykset

Maaluokka	1	<i>Metsämaa</i>
Päätyyppi	1	<i>Kangas</i>
	2	<i>Korpi</i>
	3	<i>Räme</i>
	4	<i>Avosuo</i>
Kasvupaikka	1	<i>Lehdot sekä lehtomaiset lettosuot (luonnontilaiset, ojikko- ja muuttumasuot) ja lehtoturvekankaat</i>
	2	<i>Lehtomaiset kankaat ja ruohoiset suot sekä turvekankaat</i>
	3	<i>Tuoreet kankaat ja suursaraiset sekä mustikkaiset ja turvekankaat</i>
	4	<i>Kuivahkot kankaat ja piensaraiset sekä puolukkaisten suot ja turvekankaat</i>
	5	<i>Kuivat kankaat ja tupasvillaiset sekä isovarpuiset suot ja turvekankaat</i>
	6	<i>Karukkokankaat ja rahkaiset suot sekä turvekankaat</i>
	7	<i>Kalliomaat ja hietikot sekä vesijättömaat</i>
	8	<i>Lakimetsät ja tunturit</i>
Ojitustilanne	0	<i>Ojittamaton kangas tai suo</i>
	1	<i>Ojitettu kangas</i>
	2	<i>Ojikko on ojitettu suo, jolla ojituksen vaikutus ei ole havaittavissa aluskasvillisuudessa eikä puuston kasvussa.</i>
		<i>Ojikoiksi luetaan myös sellaiset ojitetut alueet, jotka ojien tukkeutuminen on palauttanut ojitusta edeltäneeseen tilaan</i>
	3	<i>Muuttuma on ojitettu suo, jossa ojituksen vaikutus on selvä, mutta aluskasvillisuutta leimaa alkuperäinen suotyypä.</i>
		<i>Puusto on toipumassa, mutta se ei yleensä ole vielä sulkeutunut</i>
	4	<i>Turvekangas on ojitettu suo, jonka aluskasvillisuus muistuttaa jotakin kankaan metsätyyppiä ja jonka vesitalous ei ole esteenä puuston sulkeutumiselle</i>
Ojitustarve	0	<i>Ei ojitusehdotusta</i>
	1	<i>Uudisojitus</i>
	2	<i>Ojien perkaus</i>
	3	<i>Täydennysojitus</i>
Puuntuotannon rajoitus	105	<i>Muu luonnonsuojelualue</i>
	306	<i>Virkistysalueet</i>
	501	<i>Maakuntakaava tai seutukaava</i>