

PEHMEIDEN MAIDEN KESÄAIKAISET HARVENNUS- MAHDOLLISUUDET

Keitele Forestin Alajärven hankinta-alue

Eetu Myllylä

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2019

Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Eetu Myllylä	Vuosi	2019
Ohjaaja	Janne-Perttu Rantonen		
Toimeksiantaja	Keitele Forest Oy		
Työn nimi	Pehmeiden maiden kesäaikaiset harvennusmahdollisuudet		
Sivumäärä	36		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kesäaikaisia harvennusmahdollisuuksia pehmeillä mailla Keitele Forestin Alajärven hankinta-alueella. Työn toimeksiantaja oli Keitele Forest Oy. Kesäaikaisia harvennusmahdollisuuksia lisäämällä saataisiin työllistettyä enemmän metsäkoneita myös kesäaikaan ja vähennettyä työn sesonkiluonteisuutta.

Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena, ja se koostui kahdesta osiosta, maastotutkimuksesta sekä karttatutkimuksesta. Maastotutkimukseen kuului 13 maastokäyntiä tutkimusalueella sijaitsevilla talvileimikoissa. Tarkoituksena oli selvittää, olisiko leimikot mahdollista korjata kesäaikaan ja samalla selvittää Metsäkeskuksen laatiman korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta.

Karttatutkimukseen kerättiin aineisto Keitele Forestin Alajärven hankinta-alueella tehdyistä puukaupoista. Korjuukelpoisuuden määrittämisessä käytettiin apuna Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskarttaa. Sen avulla tehtiin korjuukelpoisuuden määrittäminen kartalta. Korjuukelpoisuuskartan avulla selvitin, mitkä kohteet olisi mahdollista korjata kesäaikaan.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsittelemäni korjuukelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi esittelen Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskarttaa. Käyn läpi korjuukelpoisuuskartan laatimisen perusteet sekä esittelen aiheeseen liittyviä tutkimustuloksia. Käyn läpi myös puunkorjuukaluston varustelua pehmeille maille pin-tapuolisesti.

Tutkimustuloksissa todetaan, että tutkituilla kohteilla korjuukelpoisuuskarttaa voidaan pitää luotettavana. Tulosta ei kuitenkaan voida yleistää kattamaan kaikkia kohteita. Kesäaikaisia harvennusmahdollisuuksia on, mutta tarkkoja määriä ei tämän tutkimuksen perusteella voida sanoa.

Varsinkin korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta tulisi tutkia laajemmalla alueella sekä aineistolla. Myös korjuukelpoisuuskartan kriteerit muun muassa kaluston osalta tulisi määrittää tarkemmin, jotta kartasta saataisiin vielä toimivampi työkalu. Nykyään korjuukelpoisuuskarttaa voidaan käyttää apuna suunnittelussa. Korjuukelpoisuus tulee vielä määrittää tarkemmin maastossa.

Avainsanat harvennus, metsätalous, puunkorjuu

Degree Programme in Forestry
Forestry Engineer

Author	Eetu Myllylä	Year	2019
Supervisor	Janne-Perttu Rantonen		
Commissioned by	Keitele Forest Oy		
Subject of thesis	Thinning possibilities during summer on soft soil		
Number of pages	36		

The purpose of this thesis was to find out possibilities for summer thinnings on soft soil. The commissioner for this research was Keitele Forest Oy. The area of the study was Alajärvi acquisition area of Keitele Forest Oy. By adding thinning possibilities during summer more forest machines could be employed during summer and the seasonal variation of the work would be smaller.

The method of implementation of this thesis was a case study. It consisted of two parts, field study and map study. The field study consisted of 13 different marked stands that were classified to be cut during winter. The purpose was to find out if it would be possible to harvest these marked stands during summer. The second purpose was to find out the reliability of the harvesting eligibility map that is created by The Finnish Forest Centre.

Research material for the map study was collected from marked stands that were bought by Keitele Forest in the Alajärvi acquisition area. The harvesting eligibility map was used to define the harvesting competency of these marked stands. By using the map it was possible to find out which marked stands could be harvested during summer.

The theoretical part of this thesis consists of an introduction of different factors that affect defining the harvesting eligibility. Basics of the harvesting eligibility map are also presented. One part introduces different possibilities to improve the suitability of forest machines for soft soil.

In results it is noticed that the harvesting eligibility map is reliable in the marked stands that were part of this research. It is not possible to generalize the results of this research to cover all marked stands. There are possibilities to increase the amount of thinnings during summer but it is difficult to define the precise amount based on this research.

Especially the reliability of the harvesting eligibility map should be researched more with larger material and area. Also the criteria for different categories of the harvesting eligibility map should be defined more precisely to make it an even more useful tool. Nowadays the harvesting eligibility map can be used in planning of cuttings but true harvesting eligibility must be defined on harvesting site.

Key words thinning, forestry, wood harvesting

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 KORJUUKELPOISUUS.....	7
2.1 Korjuukelpoisuuteen vaikuttavat tekijät.....	7
2.1.1 Tiestö.....	7
2.1.2 Maaperä.....	8
2.1.3 Säätila.....	11
2.1.4 Puusto.....	11
2.2 Korjuukelpoisuuskartta.....	12
2.2.1 Yleistä.....	12
2.2.2 Laserkeilaus korjuukelpoisuuden määrittämisessä.....	13
2.3 Puunkorjuukaluston varustelu pehmeille maille.....	15
2.3.1 Telat.....	16
2.3.2 Renkaat.....	16
3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	17
3.1 Tutkimusmenetelmänä tapaustutkimus.....	17
3.2 Maastotutkimus.....	19
3.3 Karttatutkimus.....	20
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	23
4.1 Maastotutkimus.....	23
4.1.1 Kohde 1.....	23
4.1.2 Kohde 2.....	24
4.1.3 Kohde 3.....	25
4.1.4 Kohde 4.....	26
4.1.5 Kohde 5.....	27
4.1.6 Yhteenveto.....	28
4.2 Karttatutkimus.....	30
4.2.1 Tulosten esittely.....	30
4.2.2 Tulosten tarkastelu.....	32
5 POHDINTA.....	34
LÄHTEET.....	35

1 JOHDANTO

Pehmeiden maiden puunkorjuu on ollut tärkeä puheenaihe viimeisinä vuosina. Ilmastonmuutoksen vuoksi talvet ovat lyhempiä sekä lämpimämpiä tulevaisuudessa. Tämä aiheuttaa sen, että nykyään talvikorjuukelpoiset kohteet tulisi korjata lyhyemmässä ajassa tai vaihtoehtoisesti pyrkiä löytämään keinoja korjata nämä kohteet kesäaikaan. Tällä voidaan myös pienentää puunkorjuun kausiluonteisuutta. Nykyään monet hakkuukoneet ovat kesän toimettona, kun hakkuita ei pystytä tekemään täydellä kapasiteetilla, johtuen kohteiden puutteesta. Jos puunkorjuuta pystytään suorittamaan kesäaikaan enemmän, se on talven kiireistä pois.

Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää kuinka paljon perinteisesti talvella korjatuista harvennushakkuista voitaisiin tehdä johonkin muuhun vuodenaikaan. Apuna käytetään Metsäkeskuksen laatimaa korjuukelpoisuuskarttaa ja tutkimuksessa selvitetään myös kartan luotettavuutta korjuukelpoisuuden määrittämisessä. Luotettavuus selvitettiin maastokäynneillä, joissa vertailin korjuukelpoisuuskartasta saatavaa tietoa omiin maastossa tekemiin havaintoihini.

Teoriaosuudessa selvitetään korjuukelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä sekä määritellään eri korjuu- ja kuljetuskelpoisuusluokat. Esittelen myös Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskarttaa sekä kerron siitä, kuinka korjuukelpoisuuskarttaa laadittaessa voidaan hyödyntää laserkeilauksesta saatavaa aineistoa. Käyn myös pintapuolisesta läpi erilaiset tavat varustella puunkorjuukalustoa paremmin pehmeille maille soveltuvaksi. Lopussa esitetään tutkimuksen tulokset sekä johtopäätökset. Pohdintaluvussa esitetään myös jatkotutkimusmahdollisuuksia

Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä tässä tutkimuksessa oli tapaustutkimus, johon yhdistettiin myös laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Tutkimusmenetelmien teoreettiset perusteet on esitelty luvussa 3.1. Itse tutkimuksen toteutus on esitelty teoriaosuuden jälkeen, jossa myös kerrotaan kuinka tutkimusmenetelmiä on käytännössä sovellettu.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Keitele Forest Oy. Yhtiö teki Alajärven sahalla mittavan investoinnin, jonka myötä alueen puunkorjuumäärät tulevat kasvamaan

merkittävästi. Erityisesti tällä alueella on paljon turvemaita, jotka perinteisesti pysytään hakkaamaan vain talvella. Opinnäytetyö keskittyy Keitele Forestin Alajärven hankinta-alueeseen.

2 KORJUUKELPOISUUS

2.1 Korjuukelpoisuuteen vaikuttavat tekijät

Leimikon korjuukelpoisuuteen vaikuttavat monet eri tekijät. Kohteen maaperä, pääpuulaji sekä tiestö määräävät korjuukelpoisuuden. Myös käytettävissä oleva kalusto vaikuttaa siihen mihin ajankohtaan leimikko voidaan hakata, kalustosta kerrotaan lisää erillisessä luvussa 2.3.

Korjuukelpoisuus jaetaan kolmeen eri luokkaan: kesä-, talvi-, ja kelirikkoleimikot. Talvileimikot voidaan korjata vain talvella, maan ollessa jäässä. Kesäleimikot voidaan korjata myös sulan maan aikaan, paitsi kelirikon aikana. Kelirikkoleimikot taas voidaan korjata mihin vuodenaikaan tahansa. (Liinakoski & Kontinen 2014, 31.) Korjuukelpoisuusluokittelussa voidaan käyttää myös luokkaa ”kuiva kesä”, joka tarkoittaa, että leimikko voidaan hakata kesäaikaan, kunhan säätila on kuiva (Heikkilä 2007, 24).

Korjuukelpoisuus määritetään usein perustuen arviota tekevän henkilön subjektiiviseen näkemykseen. Tätä arviota tehdessä tulkitaan muun muassa maaperän ominaisuuksia sekä puustoa. Etenkin turvemailloilla toimittaessa arviota tekevän henkilön omat kokemukset vaikuttavat paljon korjuukelpoisuuden määrittämiseen. Ilman apuvälineitä korjuukelpoisuuden tarkka määrittäminen on hankalaa. (Olkinuora 2018, 8.)

2.1.1 Tiestö

Ensimmäisenä korjuukelpoisuutta määritettäessä tulee selvittää tiestön kunto sekä kuljetuskelpoisuus, joka noudattelee samaa luokitusta kuin korjuukelpoisuus. Tiet jaetaan yleisiin- ja yksityisiin teihin. Yleisten teiden kunnossapito on valtion tai kunnan vastuulla ja ne kestävät puutavaran kaukokuljetuksen kaikkina vuoden aikoina. Yksityisten teiden ylläpidosta taas vastaa tiekunta tai yksittäinen metsänomistaja. Metsäautotiet eli yksityistiet on jaettu kolmeen eri luokkaan: runko-, alue- ja varsiteihin. (Liinakoski & Kontinen 2014, 32.)

Runkotie on vahvimmin rakennettu metsäautotie ja se kestää raskasta liikennettä myös kelirikon aikana. Runkotiet myös keräävät liikennettä pienemmiltä teiltä ja

niiden varsilla toimiessa tien kanssa ei yleensä ole ongelmia. Metsätietyypeistä yleisin on aluetie, joka kestää liikennöinnin myös syyskelirikon aikaan. Aluetiet ovat yhteydessä joko yleiseen tiehen tai runkotiehen. Varsitiet taas ovat luokituksen heikoimpia teitä, jotka eivät kestä liikennöintiä lainkaan kelirikon aikana ja niiden kunto vaihtelee huomattavasti, joka on otettava huomioon tällaisen tien varressa toimiessa. (Liinakoski & Kontinen 2014, 32–33.)

2.1.2 Maaperä

Maankamarasta voidaan selvästi erottaa kaksi eri osaa: maaperä ja kallioperä. Erilaisten fysikaalis-geologisten prosessien tuloksena syntyy erilaisia maalajeja, kallioperässä taas tunnetaan erilaisia kivilajeja. Näitä prosesseja tunnetaan useita. (Lindroos 2003, 7)

Rapautuminen tarkoittaa kallioperän rikkoutumista ja murenemistä. Rapautuminen voi tapahtua kemiallisesti tai mekaanisesti. Kemiallisessa rapautumisessa rikkoutumisen aiheuttaa muun muassa erilaiset hapot, jotka liuottavat kallioperää. Mekaaninen rapautuminen taas aiheutuu lämpötilan vaihtelusta, jota tapahtuu sekä vuoden- että vuorokaudenaikojen mukaan. Pääasiassa se Suomessa on pakkasrapautumista. Pakkasrapautumisessa kallion halkeamissa oleva vesi jäätyy ja sulaa, koska vesi laajenee jäätyessään noin kymmenen prosenttia ja tämä aiheuttaa kallion halkeilemista. (Lindroos 2003, 7–8.)

Suomessa merkittävin maaperän syntyyn vaikuttanut tekijä on jäätikön toiminta. Virratessaan Suomen yli jäätikkö kulutti kallioperää. Suomen maaperästä huomattava osa on syntynyt tuloksena mannerjäätikön kerrostavasta toiminnasta (Lindroos 2003, 8,10.)

Maalajit voidaan jakaa kahteen eri luokkaan: kivennäismaalajeihin sekä orgaanisiin maalajeihin. Kivennäismaalajit koostuvat erilaisista lajitteista. Orgaanisessa maalajissa tulee olla yli kuusi prosenttia eloperäistä ainesta. (Lindroos 2003, 14.)

Metsätaloudessa käytetään yleensä RT-luokitusta eli rakennusteknistä luokitusta maalajien määräytymisessä. Maalaji nimetään sen lajitteen mukaan mitä se sisältää eniten. Lisäksi voidaan laittaa lisämääreeksi se lajite, jota on toiseksi eni-

ten. Kivennäismaa on lajittunutta silloin, kun se sisältää korkeintaan kahta eri lajietta. Sekalajitteisissa maalajeissa lajitteita voi olla useampia ja niitä sanotaan moreeneiksi. Lajittuneita maalajeja ovat lohkarreet, kivet, sora, hiekka, hieta, hiesu ja savi. Lajittumattomia maalajeja ovat soramoreeni, hiekkamoreeni ja hienoainesmoreeni. (Lindroos 2003, 14–15.)

Orgaaninen maalaji voidaan jakaa kahteen eri luokkaan riippuen sen syntytyypistä. Kangasmailla syntyy humusta, kun taas kosteammilla mailla syntyy turvetta. Turpeen ominaisuudet määräytyvät kasvinjäännösten sekä maatuneisuusasteen mukaan. Turvetta syntyy soistumisen seurauksena. Suo voi syntyä metsämaan soistumisen, vesistöjen umpeenkasvun tai primäärin suonmuodostuksen seurauksena. (Lindroos 2003, 14–15, 37.)

Turve muodostuu kasvinosista, jotka ovat hajonneet epätäydellisesti ja kerrostuneet. Jotta maalaji voidaan luokitella turpeeksi tulee sen sisältää vähintään 75 prosenttia eloperäistä ainetta. Lisäksi turpeelle on ominaista, että siinä voidaan havaita kasvien jäännöksistä muodostuva selvä kuiturakenne. Turpeessa voi olla myös eläviä mikro-organismeja sekä elävien kasvien juuria vaikkakin niiden osuus on yleensä pieni. (Päivänen 2007, 15.)

Turpeiden luokittelu perustuu niiden kasvinjäännöskoostumukseen, Suomessa luokittelussa käytetään yleensä turvetekijöitä. Turvelajit taas määritellään turvetekijöiden keskinäisten runsaussuhteiden perusteella. Turvetekijät ovat kasvinjäännöksiä, jotka ovat peräisin ekologisilta paikkavaatimuksiltaan mahdollisimman samanlaisista kasveista. Turvelaji taas koostuu joko yhdestä tai useammasta turvetekijästä. Nimeäminen tehdään mainitsemalla suurin turvetekijä ensin ja muut sen jälkeen pienenevässä järjestyksessä. (Päivänen 2007, 15.)

Turvemailta on perinteisesti korjattu puuta vain talvella, vaikka osa turvemaiden leimikoista pystyttäisiin korjaamaan myös kesällä, kunhan kalusto soveltuu siihen. Vuonna 2007 Metsähallitus, Ponsse Oyj sekä Metsäntutkimuslaitos kehittivät rautalankamallit puunkorjuukaluston suokelpoisuudelle sekä turvemaiden kantavuudelle. Vuonna 2008 luokitusten kehittämistä jatkettiin Metsäteho Oy:n johdolla. Luokitusta on päivitetty myöhemmin kaksi kertaa vuosina 2009 ja 2011. (Högnäs, Kumpare & Kärhä 2011, 2–4, 9.)

Alun perin vuonna 2007 laaditussa luokituksessa oli neljä eri kantavuusluokkaa, joilla kuvattiin korjuuolosuhteita, joissa tietyn suokelpoisuuden omaavalla koneella voidaan toimia sulan maan aikana (Taulukko 1). Luokitus perustuu metsäkoneen aiheuttamaan pintapaineeseen, joka ilmoitetaan kilopascaleina (kPa). Pääasiassa korjuukelpoisuuden määrittäminen perustuu kohteen kokonaispuustoon, mutta myös ojien kunto, pintavetisyys sekä varpaisuus vaikuttavat määrittämisessä. (Högnäs, Kärhä, Lindeman & Palander 2009, 3–5.)

Kantavuusluokka	Turvemaakuvion ohjeellinen kokonaispuuston määrä, m ³ /ha	Vaadittava korjuukaluston suokelpoisuustaso
0	– 220	Vakio (max. pintapaine >50 kPa)
1	220 – 170	Parannettu (≤ 50 kPa)
2	170 – 120	Kantava (≤ 40 kPa)
3	120 –	Superkantava (≤ 30 kPa)

Taulukko 1. Turvemaiden kantavuusluokitus 2007 (Högnäs ym. 2009, 5.)

Vuonna 2009 luokituksesta poistettiin kantavuusluokka 0, jolloin luokkien määrä putosi kolmeen ja sen seurauksena turvemailla ei ole suositeltavaa hakata kalustolla, jonka aiheuttama pintapaine on yli 50 kilopascalialla. Lisäksi uutena tekijänä mukaan tuli arvioitu kuormitus ajouraverkostolle, mikä perustuu kuvion muotoon, kokoon sekä varastojärjestelyihin. Myös korjuuseen vaikuttavan kuivan kauden pituus lyhennettiin kuudesta viikosta neljään viikkoon. Uudessa luokituksessa edellytetään, että hakkuutähteet puidaan ajouralle. (Högnäs ym. 2009, 9.)

Viimeisimmässä vuonna 2011 tehdyssä päivityksessä ajouraverkoston kuormituksen määrittäystapaa muutettiin. Aikaisemmassa versiossa kuormitusta arvioitiin kokoojaurien määrän perusteella (m/ha), mutta sen todettiin olevan ongelmallinen johtuen arvioinnin hankaluudesta. Tässä päivityksessä vanha määrittäystapa korvattiin uudella määrittäystavalla, jossa arvioidaan keskimääräistä metsäkuljetusmatkaa turvemailla (Taulukko 2). Lisäksi uusinta luokitusta voidaan käyttää vain pyöräalustaisilla metsäkoneilla, jotka on varustettu teloilla. (Högnäs ym. 2011, 4–6, 9.)

Taulukko 2. Turvemaiden kantavuusluokitus 2011 (Högnäs, Kumpare & Kärhä 2011, 8.)

Korjattavan kuvion kokonaispuusto, m ³ /ha	Korjuukohteen varastojärjestelyjen, muodon ja koon perusteella arvioitu kuormitus ajouraverkostolle *)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
	Kantavuusluokka **)		
>170	1	2	3
170 – 120	2	3	TALVI
<120	3	TALVI	TALVI
Korjaukset korjuukelpoisuusluokkiin:			
Pohjaveden syvyys:			
<ul style="list-style-type: none"> • Kohteissa, joissa <u>pohjavesi on alle 25 cm:n syvyydellä suon pinnasta</u>, käytetään yhtä luokkaa heikompaa kantavuutta. • Jos korjuuta on edeltänyt <u>yli 4 viikkoa kestänyt kuiva kausi</u>, suunnittelutietojen kantavuus paranee toteutuksessa yhdellä luokalla. 			
Turpeen paksuus: Kohteella, jossa <u>turvekerroksen paksuus on alle 75 cm</u> , kantavuus paranee yhdellä luokalla.			
<p>*) Suuntaa-antava keskimääräinen maastokuljetusmatka turvemaalla: pieni <100 m, kohtalainen 100–200 m ja suuri >200 m.</p> <p>***) Edellytetään, että hakkuutähteet hakataan ajouralle ja pienialaiset ja ajouraverkoston kriittiset kohdat vahvistetaan hakkuutähteillä tai muulla tavalla.</p>			

2.1.3 Säätila

Tärkeä korjuukelpoisuuteen vaikuttava tekijä kesäaikaan on sademäärä, jolla on suuri vaikutus maaston kantavuuteen. Kuivana aikana maasto kantaa hyvin, kun taas päinvastoin sateisena aikana maaston kantavuus on huono. Tämä vaikutus näkyy erityisesti kosteilla kangasmailla sekä ohutturpeisilla turvemailla, jossa se vaikuttaa pohjamaan kantavuuteen. (Heikkilä 2007, 25.)

Sademäärän vaikutus kantavuuteen ei kuitenkaan ole joka tapauksessa näin selkeä, sillä suon pohjavesipinta säilyy korkealla myös kesäaikaan sademäärien vaihtelusta huolimatta. Etenkin paksuturpeisella suolla vaaditaan sen takia pitkä kuiva jakso, että siellä voidaan korjata puuta kesäaikaan. Sademäärä vaikuttaa pohjamaan kantavuuden lisäksi myös metsäteiden kuntoon ja sitä kautta myös leimikon kaukokuljetuskelpoisuuteen. (Heikkilä 2007, 25.)

2.1.4 Puusto

Puuston määrällä on vaikutusta kuvion korjuukelpoisuuteen varsinkin turvemailla, missä puiden juuristo muodostaa kantavan verkon turpeen pinnalle. Puustosta saatavan hakkuutähteen määrällä on myös vaikutusta kantavuuteen.

Mitä suurempi on hakkuukertymä, niin sitä suurempi on myös hakkuutähteiden määrä. (Heikkilä 2007, 25.)

Käytettäessä puuston määrää korjuukelpoisuuden määrittämisessä muodostuu ongelmaksi se, että harvennuskelpoisilla kuvioilla puuston määrä on aina suurehko. Ongelmaksi muodostuu vähäpuustoisemmat kohdat, joissa kantavuus on yleensä huono. Pääpuulaji on myös yksi tekijä korjuukelpoisuutta mietittäessä. Turvemaiden männiköissä harvennushakkuut onnistuvat myös kesäaikaan. Turvemaiden kuusikoissa on liian suuri juuristovaurioriski, jonka vuoksi niiden harvennukset tulisi tehdä talvella. (Heikkilä 2007, 25.)

2.2 Korjuukelpoisuuskartta

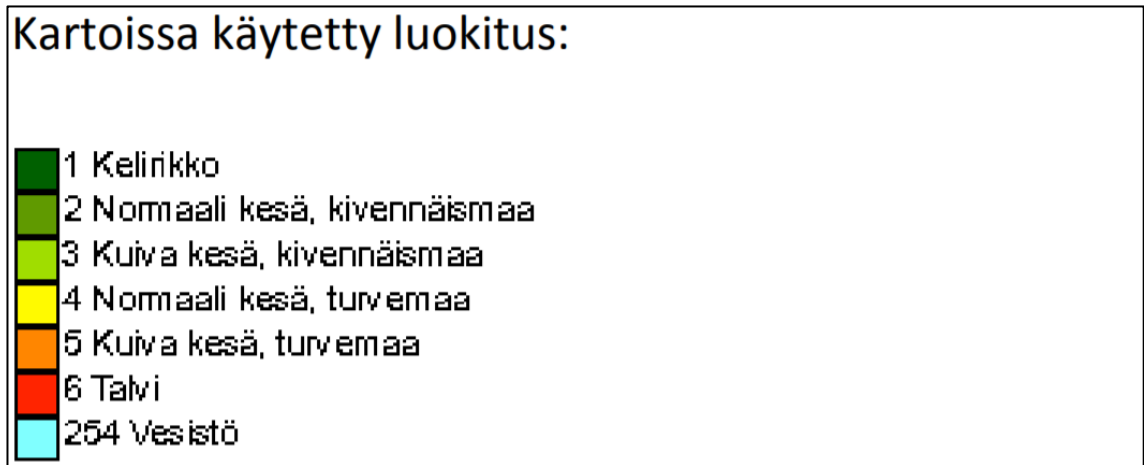
2.2.1 Yleistä

Suomen metsäkeskus on tuottanut Manner-Suomen alueelta korjuukelpoisuuskarttoja, jotka kuvaavat maaperän kantavuutta eli staattista korjuukelpoisuutta. Kartat on tuotettu ilman maastotyötä käyttämällä pelkästään kaukokartoitusaineistojen sekä Maanmittauslaitoksen ylläpitämän maastotietokannan tietoja. (Suomen metsäkeskus 2017, 1.)

Karttojen paikkansapitävyyttä ei ole tarkastettu maastossa ja korjuukelpoisuuteen vaikuttaa pelkän maaperän kantavuuden lisäksi myös moni muu tekijä, kuten korjuuajankohdan sateisuus. Aineiston pikselikoko on 16 x 16 metriä ja sen voi ladata veloitusetta Metsäkeskuksen sivuilta. Aineistosta on tehty myös verkkoselaimella käytettävä sovellus. (Suomen metsäkeskus 2016.)

Korjuukelpoisuuskartassa alueet on jaettu kuuteen eri luokkaan riippuen maaperästä sekä korjuukelpoisuudesta (Kuvio 1). Vain aineiston ääripää eli kelirikko ja talvi ovat ilman tarkempaa määrittystä kohteen maaperän laadusta. (Suomen metsäkeskus 2016.) Luokituksella kuvataan parasta mahdollista korjuuajankohdtaa, jolloin maastovaurioiden riski on mahdollisimman pieni. Luokituksessa oletetaan, että kalustoa ei ole varusteltu normaalista poikkeavasti esimerkiksi normaalia kantavammilla teloilla. Kuivan ja normaalin kesän rajaa ei ole määritetty kartassa tarkasti. Karttaa käyttävän henkilön on itse arvioitava, onko kuluva kesä

normaalia kuivempi tai sateisempi. Pääsääntönä kuivaa ja normaalia kesää määrittäessä on tämän ajankohdan normaali sademäärä. (Olkinuora 2018, 10.)



Kuvio 1. Korjuukelpoisuuskartan luokitukset (Suomen metsäkeskus 2016.)

2.2.2 Laserkeilaus korjuukelpoisuuden määrittämisessä

Laserkeilausaineistoa voidaan hyödyntää ennustettaessa kuvion korjuukelpoisuutta. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että puuston määrä on merkittävä tekijä korjuukelpoisuutta määrittäessä. Puustotiedoista saadaan johdettua korjuukelpoisuustietoja, joista pystytään havainnoimaan korjuukelpoisuuden vaihtelua kuviolla ja sitä kautta käyttää sitä apuna korjuun suunnittelussa. (Räsänen ym. 2013, 20–21.)

Laserkeilausdataan perustuen voidaan maastosta tehdä myös korkeusmalli. Korkeusmallia voidaan käyttää suunniteltaessa puunkorjuuta. Korjuuta suunniteltaessa voidaan nähdä mahdolliset poikkeavat maastonkohdat sekä maastonmuodot. Korkeusmallia voidaan käyttää muun muassa kulkukelpoisuuden määrittämisessä. Korkeusmallista johdettavalla topografisella kosteusindeksillä pystytään ennakoimaan maaperän kosteuden vaihtelua. Tämä tieto voidaan viedä kartalle ja saada sitä kautta havainnollistettua kohteen kulkukelpoisuutta, kun se yhdistetään muuhun saatavilla olevaan maaperä- sekä puustotietoon. (Räsänen ym. 2013, 8.)

Topografinen kosteusindeksi (TWI) kuvaa maaperän kosteutta. Mallissa oletetaan, että maastonmuodot ohjaavat veden liikettä maaperässä. Indeksillä lasketaan

Maanmittauslaitoksen tuottaman digitaalisen korkeusmallin perusteella. Aineiston ruutukoko on 2 x 2 metriä ja korkeustieto ilmoitetaan 0,3 metrin tarkkuudella. Kosteusindeksi lasketaan rasteripikselin yläpuolisen valuma-alueen sekä rinnekaltevuuden suhteena (Kaava 1). Lisäksi tähän indeksiin vaikuttavat virtaus-suunta-algoritmit, joita on monenlaisia. Pääasiallisina menetelminä on yhden virtaus-suunnan algoritmi sekä useamman virtaus-suunnan algoritmi. (Salmi, Räsänen & Hämäläinen 2013, 6.) Yhden virtaus-suunnan algoritmissa oletetaan, että virtaus kulkee yhteen suuntaan alaspäin eikä se jakaudu viereisten solujen kesken. Usean virtaus-suunnan algoritmissa virtaus voi jakautua myös useampaan naapurisoluuun tietyssä suhteessa, siten että suhteiden summaksi tulee yksi. (Sippel 2010, 21.)

$$twi = \ln\left(\frac{A_s}{\tan\beta}\right) \quad (1)$$

missä

twi	on	topografinen kosteusindeksi
A	on	yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala (m^2m^{-1})
β	on	rinnekaltevuus (asteina)

Kosteusindeksin toimintaa kuitenkin heikentävät sen sisältämät taustaoletukset. Se ei pysty kuvaamaan ajallista kosteusvaihtelua, koska oletuksena on, että jokainen piste on jatkuvasti yhteydessä koko sen yläpuoliseen valuma-alueeseen. Kuitenkin indeksin oletetaan auttavan veden kertymiselle alltiiden maastonkohtien hahmottamista. Myöskään pisteen alapuolinen valuma-alue ei vaikuta tietyn pisteen kosteusoloihin. Tämä on ongelmana varsinkin valuma-alueen loppupäässä, jossa kosteus otetaan huomioon vain laskevien pikselien määrästä eikä kosteuden oleteta kertyvän tiettyihin pisteisiin. Indeksii ei myöskään ota huomioon maalajin vaihtelua ollenkaan, joka myös vaikuttaa luotettavuuteen. (Salmi ym. 2013, 6.)

Kantavuuden ennustamista laserkeilauksen perusteella on tutkittu useissa tutkimuksissa turvemailla. Lindeman ym. (2013) on tutkinut aihetta pienessä mitta-kaavassa. Tutkimusalueena oli noin 15 hehtaarin turvema-alue Pohjois-Karjalassa. Kokeessa käytettiin kahta erilaista laserkeilausmenetelmää, joita voitiin

vertailla lopputuloksissa. Keilauksella ennustettiin kuvioille puustotunnukset. Alueesta luotiin myös pintamalli, jolla oli tarkoitus ennustaa raiteiden muodostumista. Puusto mitattiin myös maastossa, jotta voitiin vertailla raiteiden syntymistä näiden eri menetelmien välillä. (Lindeman ym. 2013 8, 11–13, 15–16.)

Tässä tutkimuksessa ongelmana oli aineiston suppeus, vaikka alueen puusto ja turpeen paksuus vaihtelikin suuresti. Tutkimuksen ajankohta sattui myös sateiselle kesälle. Sateisuuden takia kantavuus heikkeni eikä kaikkia suunniteltuja toimenpiteitä pystytty tekemään. Kuitenkin tutkimuksessa huomattiin, että laserkeilausaineistojen käyttö kulkukelpoisuuden ennustamisessa vaikuttaa lupaavalta ja aihetta kannattaa tutkia enemmän. Käytössä olleella aineistolla pystyttiin näyttämään paremmin ja huonommin kuormitusta kestävät alueet ja tällä voidaan muun muassa vaikuttaa ajourien suunnitteluun ilman varsinaista maastotyötä. (Lindeman ym. 2013 27–29.)

2.3 Puunkorjuukaluston varustelu pehmeille maille

Korjuukalustoa voidaan varustella paremmin pehmeille maille sopivaksi monella eri tavalla. Tässä luvussa esittelen mahdollisuuksia parantaa normaaleiden metsäkoneiden soveltuvuutta pehmeille maille. On olemassa pelkästään pehmeiden maiden korjuuseen soveltuvia koneita, mutta ne jätetään tässä tutkimuksessa käsittelemättä.

Metsäkoneen kantavuutta on tarkoitus parantaa erinäisillä teknisillä ratkaisulla. Tarkoituksena on suurentaa koneiden kantavaa alaa. Kun puhutaan metsäkoneen aiheuttamasta pintapaineesta, sillä tarkoitetaan miten koneen ja kuorman yhteispaino kohdistuu maanpintaan. Suometsiin soveltuvat koneet luokitellaankin niiden aiheuttaman pintapaineen mukaan, josta kerrotaan erillisessä luvussa 2.1.2. Näihin kantavuusluokkiin soveltuvat koneet ovat erikoisvarusteltuja vähintään telojen osalta. Telojen lisäksi muita käytettyjä ratkaisuja on muun muassa lisäpyörät sekä leveämmät renkaat tai alhaisemmat ilmanpaineet. (Suomen metsäkeskus 2014, 6–7.)

2.3.1 Telat

Metsäkoneen teliin voidaan asentaa telat, joilla saadaan parannettua pitoa sekä alennettua pintapaineita. Teloja käyttämällä voidaan ehkäistä maastovaurioita pehmeillä mailla toimittaessa. (Airavaara, Ala-Ilomäki, Högnäs & Sirén 2008, 6.)

Teloja on saatavilla monenlaisiin eri käyttötarkoituksiin. Suotelat ovat leveälappuisia ja tiheitä, leveydet voivat vaihdella 600–1200 millimetrin välillä. Telojen ongelmana on huono sivuttaispito, johtuen suuresta maahan kohdistuvasta pinta-alasta. Toisaalta hyvänä puolena on koneen matala pintapaine. Kapulatelat taas ovat pidoltaan hyvät, mutta niillä ei saada juurikaan lisää kantavuutta pehmeillä mailla. Kapulatelat myös rikkovat herkästi maanpintaa, mistä aiheutuu maastovaurioita. Sekatelat ovat suotelojen ja kapulatelojen välimalli, niillä saadaan parannettua kantavuutta, mutta niillä on kuitenkin parempi pito kuin varsinaisilla suoteloilla. Nämä telat sopivat monenlaisiin korjuukohteisiin. (Salo 2017, 19–20.)

2.3.2 Renkaat

Metsäkoneiden renkaat ovat leventyneet ajan saatossa. Alun 500 millimetrin leveydestä on siirrytty nykyään yleisiin 700 tai 710 millimetriä leveisiin renkaisiin. Myös 800 millimetriä leveitä renkaita on saatavilla. Renkaiden leventäminen laskee koneen pintapainetta ja vähentää raiteenmuodostusta huomattavasti. (Airavaara ym. 2008, 13.)

Renkaiden ilmanpaineita alentamalla saadaan lisättyä renkaan kantopintaa sekä joustavuutta, joka auttaa vähentämään maastovaurioita sekä lisää pitoa. Tutkimusten mukaan alennettu rengaspaine pienentää raidesyvyyttä 40–45 prosenttia. Turvemailla alennettua rengaspainetta ei juurikaan saada hyödynnettyä muuten kuin kuusipyöräisen metsäkoneen etupyörissä, jos ei käytetä muuta kantavuutta lisäävää ratkaisua. Telipyörissä käytetään turvemailla yleensä teloja, jolloin rengaspaineiden alentamisesta ei saada hyötyä. (Airavaara ym. 2008, 15.)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimukseni koostui kahdesta eri osasta, maasto-osuudesta sekä karttatutkimuksesta. Maasto-osuuden tarkoitus oli selvittää korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta vertaamalla korjuukelpoisuuskartan antamaa korjuukelpoisuutta paikan päällä määritettyyn korjuukelpoisuuteen. Maastotutkimuksen perusaineistoon kuului 13 kappaletta leimikoita, joilla kaikilla käytiin paikan päällä tutkimassa korjuukelpoisuutta.

Karttatutkimuksen tarkoituksena oli käyttää korjuukelpoisuuskarttaa apuna etsittäessä kohteita, joita voisi korjata talven sijaan myös kesäaikana. Karttatutkimuksen perusaineistoon kuului alun perin 86 leimikkoa, mistä jouduttiin rajaamaan pois sellaisia leimikoita, joilta ei saatu kerättyä kaikkea tarvittavaa tietoa tutkimusta varten.

Tutkimukseen kuului kaksi aineistoa. Toinen aineisto kerättiin maastotutkimusta varten. Karttatutkimusta varten kerättiin toinen aineisto. Tutkimuksen kohteet on valittu siten, että yksikään kohde ei ole mukana molemmissa osioissa. Tulosten esittelyssä sekä tarkastelussa näitä kahta aineistoa käsitellään erikseen, eivätkä ne vaikuta toisiinsa.

3.1 Tutkimusmenetelmänä tapaustutkimus

Tutkimusmenetelmänä maastotutkimuksessa oli tapaustutkimus. Tarkoituksena on pyrkiä tuottamaan yksityiskohtaista tietoa valituista tapauksista. Tutkimuksessa ei pyritä tuottamaan yleistettävää tietoa vaan ennemminkin kuvailemaan tutkimuskohteiden ominaispiirteitä ja sitä kautta vastaamaan tutkimuskysymyksiin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006a.)

Tapaustutkimuksessa tarkoituksena on tarkastella tapauksia ja pyrkiä analysoimaan erilaisia ilmiöitä, joita niissä esiintyy. Tapaustutkimus voi olla välineellinen, jolloin tutkimuksella yritetään ymmärtää muutakin kuin vain yksittäistä tapausta. Tapaus on yleisesti kiinnostava ja sen avulla pyritään tutkimaan esimerkiksi jotain ilmiötä, jonka tavoitteena on tuottaa tietoa, joka pätee myös muissa konteksteissa. Tällöin tutkimuskysymys määritellään ensimmäisenä ja tapaukset valitaan sen perusteella. Kollektiivinen tapaustutkimus koostuu useista eri tapauksista,

joiden välillä pyritään löytämään yhtäläisyyksiä. Useita tapauksia tutkimalla on tarkoitus pyrkiä pääsemään parempaan ymmärtämiseen. Kollektiivinen tapaus-tutkimus laajentaa välineellistä tapaututkimusta. (Eriksson & Koistinen 2005, 4, 9–10.)

Tapaututkimuksessa aineistoa voidaan kerätä monenlaisilla eri tavoilla. Monenlaiset aineistot sekä aineistolähteet ovat käyttökelpoisia rinnakkain. Useita eri aineistoja käyttämällä saadaan rikastettua tutkimuksen kuvausta sekä tietämystä yksittäisistä tapauksista. Aineisto voi olla suunnitelmallisesti kerättyä tai vaihtoehtoisesti vain epävirallisia muistiinpanoja. (Eriksson & Koistinen 2005, 27.)

Aineistoa voidaan analysoida laadullisilla menetelmillä. Laadullisen aineiston analysointiin ei ole olemassa selkeitä kaavoja, kuinka aineistoa tulisi analysoida. Aineiston analyysi tarkoittaa käytännössä aineiston lukemista huolellisesti, jonka seurauksena tehdään huomioita ja havaitaan erilaisia asioita, jotka nousevat aineistossa esille. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006c.)

Aineiston tyypittelyllä saadaan esille aineistossa yleisesti esiintyviä asioita tai vaihtoehtoisesti seikkoja, jotka poikkeavat muusta massasta. Tyypittelyn tarkoituksena on laatia tyypikuvauksia, jotka yhdistelevät tietyille tapaukselle tyypillisiä elementtejä. Tällä tavalla saadaan aineistoa tiivistettyä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006b.)

Tutkimusaineistoa saadaan selkeytettyä käyttämällä aineiston analyysissä koodausta. Koodaus tarkoittaa erilaisia merkintöjä aineistossa, näitä merkintöjä voivat olla muun muassa erilaiset alleviivaukset tai värit. Koodauksessa aineistosta merkataan tutkimuksen kannalta oleellisia asioita, mikä luo pohjan aineiston varsinaiseen analyysiin sekä tiivistämiseen. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006d.)

Tapaututkimuksen tarkoitus ei ole tuottaa tilastollisesti yleistettävää tietoa. Tapaututkimuksen tarkoituksena onkin ymmärtää tapaus itsessään ja tuottaa mahdollisesti teoreettisia yleistyksiä, joita voidaan kokeilla muiden tapausten selittämiseen. Kehitettyä teoriaa voidaan kehittää ja laajentaa soveltamalla sitä myös alkuperäisestä poikkeaviin tapauksiin, jolloin teoria voidaan saada kattamaan laajempia aihealueita. (Eriksson & Koistinen 2005, 34–35.)

3.2 Maastotutkimus

Suoritin opinnäytetyöhön liittyvät maastotyöt 26.12.2018–27.12.2018. Kohteita, joilla kävin oli yhteensä 13 kappaletta. Tarkoituksena oli selvittää pystyisikö kohteet korjaamaan kesällä. Tutkimukseen valittiin vain harvennuskohteita, joilla korjuukelpoisuuden määrittäminen oikein on tärkeämpää kuin uudistushakkuilla. Leimikot valittiin Keitele Forestin ostamista ja hakkaamista leimikoista. Leimikot valittiin toimihenkilön määrittämän korjuukelpoisuuden sekä maantieteellisen sijainnin perusteella. Kaikille kohteille oli alun perin korjuukelpoisuudeksi määritetty talvi.

Leimikoista 11 kappaletta oli korjattu talvella, yksi kappale oli korjattu kesäaikaan sekä yksi kelirikon aikaan. Samalla kun pohdin syytä talvikorjuuseen, pystyin myös vertaamaan korjuuolosuhteita korjuukelpoisuuskartan määrittämiin korjuukelpoisuuksiin.

Kohteilla käydessä arvioin kohteen soveltuvuutta kesäkorjuuseen muun muassa tutkimalla mahdollisia urapainumia. Urapainumista pystytään päättämään maaston kantavuutta. Urapainumien määrää arvioin silmämääräisesti, eikä niistä ole tarkkoja havaintoja kirjattuna. Ongelmana maastotöissä oli maan jäätyminen. Varsinkin turvemailla olisi ollut tärkeää pystyä mittaamaan turvekerroksen paksuutta, joka ei onnistunut talvisaikaan.

Arvioin myös ajourien havutusta, joka oli monella kohteella melko vähäistä joutuuen siitä, että männikön harvennuksessa hakkuutähteitä ei tule riittävästi. Muutamilla kohteilla, joilla puustossa oli enemmän kuusta myös havutus saatu huomattavasti paremmin toteutettua. Havutusta arvioitiin myös silmämääräisesti ja sen onnistuminen jaettiin kolmeen eri luokkaan: hyvä, keskinkertainen ja heikko. Kirjoitin jokaiselta kohteelta pienet muistiinpanot, jossa olen tehnyt havaintoja korjuun ajoittamisen onnistumisesta. Muistiinpanoista ilmenee myös perustelut korjuuajankohdan valintaan.

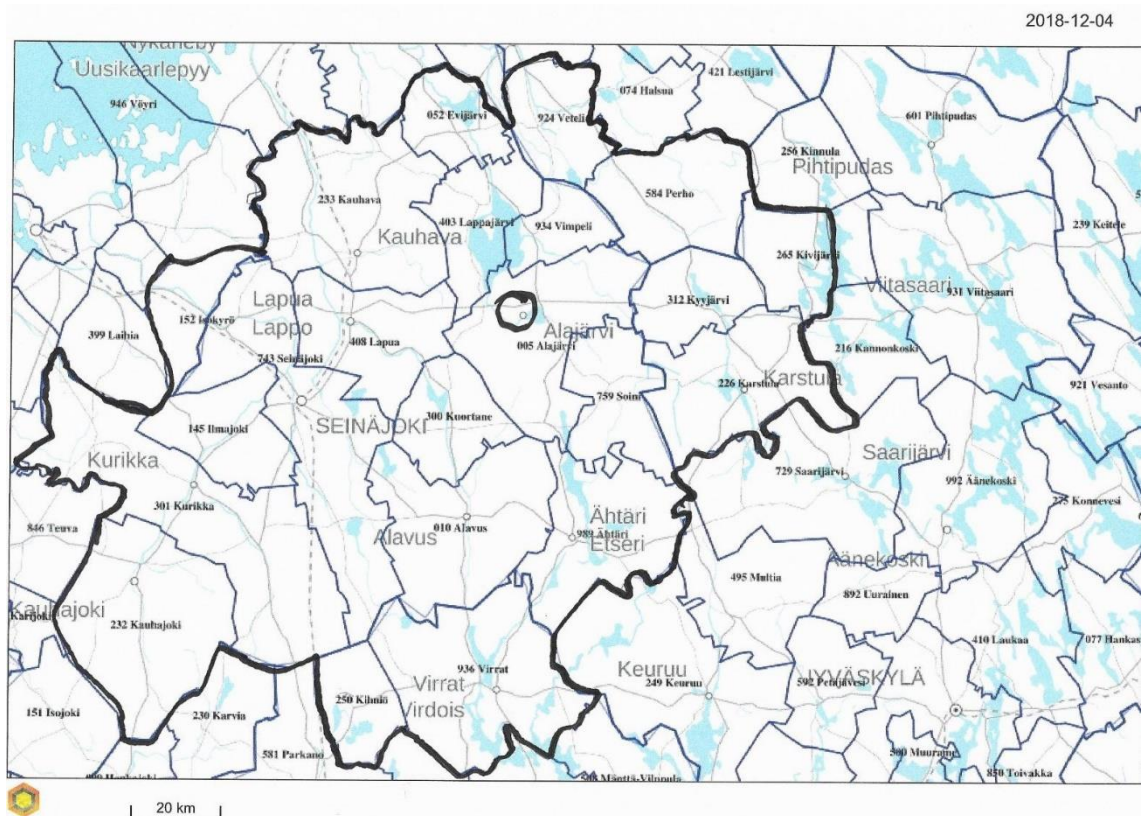
Maastotöiden jälkeen havainnot kirjattuani selvitin kohteen maalajin kartasta, joka löytyy paikkatietoikkuna.fi -sivustolta. Maalajin näkee kartalta klikkaamalla haluttua kohtaa. Lisäksi tässä vaiheessa tutkin myös korjuukelpoisuuskarttaa ja vertasin sen aineistoa omiin maastohavaintoihini. Näiden perusteella tein vielä

lopuksi arvion onko kohde hakattu sopivaan aikaan vai olisiko se ollut mahdollista hakata johonkin muuhun vuodenaikaan.

Havaintojen perusteella luokittelin aineiston erilaisiin tyypeihin. Tuloksissa esitellään jokaista tyyppiä oleva kohde, yhteensä viisi esimerkkikohdetta. Tietyntyyppisiä kohteita saattoi olla vain yksi, jolloin se esitetään muista poikkeavana kohteena. Yhteenvedossa käsitellään kaikkia kohteita tyypittelyn perusteella.

3.3 Karttatutkimus

Opinnäytetyön toisena osana on tarkoitus selvittää kuinka paljon perinteisesti talvella korjatuista kohteista olisi mahdollista korjata kesällä. Tätä lähdettiin selvittämään karttatutkimuksena, johon aineisto kerättiin Keitele Forestin ostamista leimikoista sekä Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskartasta. Aineisto kerättiin tutkimusalueella vuonna 2018 tehdyistä puukaupoista (Kuvio 2).



Kuvio 2. Tutkimusalueen kartta

Tutkimukseen valittiin harvennusleimikot, joiden korjuukelpoisuus on talvi. Näillä kriteereillä haettuna tutkimukseen sopivia leimikoita löytyi 86 kappaletta.

Korjuukelpoisuuskartta on laadittu siten, että kalustoa ei ole varusteltu pehmeiden maiden puunkorjuuta varten, joten myös korjuukelpoisuus on määritetty sen perusteella.

Keräsin kaikki kohteet excel-taulukkoon ja aloin erilaisilla värikoodilla erotella aineistosta kohteita. Alla olevassa taulukossa 3 esitetään värikoodien selitteet vasemmassa laidassa ja oikeassa laidassa on kuvakaappaus aineistosta, johon värikoodia on käytetty. Värikoodilla sain selkeytettyä aineistoa ja helpotettua myöhempää analysointia. Ensimmäisenä merkkasin kuljetuskelpoisuuden värikoodilla, minkä jälkeen tarkastelin korjuukelpoisuutta sekä maapohjaa korjuukelpoisuuskartasta. Kävin koko aineiston läpi tällä tavalla, minkä jälkeen aloin koostamaan varsinaisia tutkimustuloksia.

Taulukko 3. Tutkimuksessa käytetyt värikoodit sekä aineisto

Kuljetuskelpoisuus	Korjuukelpoisuus	Kuljetuskelpoisuus	Maapohja
Kesä	Talvi	Kesä	
Talvi	Kesä, Talvi	Kesä	1
Aina	Kesä, Talvi	Kesä	1
Useita	Talvi	Talvi	
Maapohja	Talvi	Talvi	
Turvemaa	Kesä, Talvi	Kesä	1
Kivennäismaa	Talvi	Talvi	
Korjuukelpoisuuskartan luokitus	Talvi	Talvi	
Kuiva kesä	Talvi	Talvi	
normaali kesä	Kesä, Talvi	Kesä, Talvi	1
Talvi	Kesä, Talvi	Kesä, Talvi	1
Kelirikko	Kesä, Talvi	Kesä	1
ei aineistoa	Talvi	Talvi	

Selvitin Keitele Forestin järjestelmästä saatavan kartan perusteella olisiko kohde mahdollista korjata kesällä. Tähän vaikuttaa muun muassa Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskartasta saatava data sekä kuljetuskelpoisuus. Oletuksena tutkimuksessa on, että kuljetuskelpoisuus on määritetty perustuen oikeisiin olosuhteisiin eikä varsinaisen leimikon korjuukelpoisuuden perusteella ole määritetty kuljetuskelpoisuutta. Ensimmäisenä rajasin pois leimikot, joiden kuljetuskelpoisuudeksi oli määritetty talvi, koska niitä ei joka tapauksessa voida korjata kesäaikaan.

Kuljetuskelpoisuuden selvittämisen jälkeen aloin selvittämään kohteiden korjuukelpoisuutta korjuukelpoisuuskartan perusteella. Määritin näiden kohteiden korjuukelpoisuuden puhtaasti kartan mukaan, ottaen huomioon metsäkuljetuksen ja varastoinnin. Korjuukelpoisuuden määrittäessä otin huomioon koko leimikon ja katsoin mitä korjuukelpoisuuden tasoa esiintyi eniten, minkä mukaan korjuukelpoisuus määritettiin. Korjuukelpoisuuden pienialaista vaihtelua ei otettu huomioon, mikäli sen ei selvästi havaittu vaikuttavan korjuuseen. Käytännössä tämä tarkoittaa yksittäisiä pikseleitä tai pieniä pikseliryhmiä, joissa esiintyi valtaosasta poikkeavaa korjuukelpoisuuden tasoa.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

4.1 Maastotutkimus

Tässä luvussa esitetään maastossa tekemiäni havaintoja sekä verrataan niitä korjuukelpoisuuskartan antamaan dataan. Esittelen osan maastokohteista yksityiskohtaisemmin ja loppuyhteenvedossa käsittelen yleisesti kaikkia kohteita. Yksityiskohtaisesti esitetyt kohteet edustavat kaikki joltain osaltaan tyypillistä kohdetta, jolla kävin.

4.1.1 Kohde 1

Leimikko on hakattu 3.4.2018–5.4.2018. Kohteella ei ole havaittavissa suurempia korjuuvaurioita tai urapainumia. Yhdessä notkelmassa oli havaittavissa pieniä painumia. Maalaji on kartasta katsottuna suurimmalla osalla aluetta hiekkamooreeni, joka ei ole rakenteeltaan kovin tiivistä tai sido vettä. Sen puolesta kohde voisi soveltua kesäkorjuuseen. Kuten alla olevasta kuviosta 3 huomataan, kohteella ei juurikaan ole hakkuutähteitä, joita voisi puida ajouralle kantavuuden parantamiseksi. Kohteella on kaksi kuviota, joista suurempi on korjuukelpoisuuskartan mukaan kokonaan normaalina kesänä korjattava kohde. Pienempi kuvio taas on korjuukelpoisuudeltaan kuiva kesä.



Kuvio 3. Yleiskuvaa kohteelta 1

Kohde 1 olisi mahdollista korjata myös kesäaikaan. Maalaji ei tyypillisesti aiheuta ongelmia korjuussa. Maastossa voidaan todeta, että maaperän kantavuus olisi riittävä myös kesäaikaiseen korjuuseen. Pienialaiset pehmeät kohdat voidaan ajourien oikealla suunnittelulla käsitellä siten, että ajoura voidaan tehdä kohteen vierestä. Näin voidaan minimoida korjuuvaurioiden syntyminen. Korjuukelpoisuuskartta on tällä kohteella pääosin paikkansa pitävä.

4.1.2 Kohde 2

Kohde 2 oli valtaosin turvemaata ja kohteen suurimpana ongelmana oli noin 700 metrin metsäkuljetusmatka. Kohde on hakattu 18.1.2018–22.2.2018. Alla olevassa kuviossa 4 näkyy metsäkuljetusuran painumia sekä niiden aiheuttamia maastovaurioita, kuten kaatuneita puita sekä juuristovaurioita. Urapainumia ei ollut koko matkalla, mutta kuitenkin kyse ei ollut pienimuotoisesta painumasta. Korjuukelpoisuuskartalta tulkittuna ura on oikeaoppisesti tehty maaston kantavimpaan kohtaan. Korjuukelpoisuuskartan mukaan korjuukelpoisuusluokka on kesä. Kuitenkin itse kuvio on korjuukelpoisuudeltaan vain kuiva kesä. Maalajitietoja tältä kohteelta ei ole tarkemmin saatavilla.

Kohteella oli myös toinen kuvio, joka luokiteltiin korjuukelpoisuudeltaan talvikohdeksi. Tällä kuviolla ei kuitenkaan ollut juurikaan korjuuvaurioita havaittavissa, vaikka havutus oli paikoin huono. Pieniä painumia oli syntynyt sellaisiin kohtiin, joissa ei ollut havutusta. Havutuksen ansiosta kohde on pystytty tekemään ilman suurempia ongelmia kantavuuden suhteen. Kuviolla ei myöskään kohdistunut merkittävää rasiutusta yksittäiselle ajouralle.

Kohteella 2 korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta joutuu kyseenalaistamaan. Metsäkuljetusura kulki alueella, joka soveltuisi kesäkorjuuseen. Tästä huolimatta uralle on syntynyt mittavat korjuuvauriot, vaikka korjuu on toteutettu talvella. Tässä voidaan huomata selvä virhe korjuukelpoisuuskartassa, joskin metsäkuljetusuralla on huomattavasti enemmän rasiutusta kuin muulla ajouralla. Korjuukelpoisuuskartassa ei todennäköisesti ole otettu huomioon ajourille tulevaa kuormitusta, joka on tässä tapauksessa huomattava.



Kuvio 4. Kohteen 2 urapainumia

4.1.3 Kohde 3

Kohde 3 oli pääosin kivennäismaalla sijaitseva ensiharvennuskohde, jonka pääpuulaji oli mänty. Kuviolla oli pieni alue turvemaata, jolla pääpuulajina oli kuusi. Alue oli ojitettu ja korjuukelpoisuuskartalta määritettynä tämä alue soveltui ainoastaan talvikorjuuseen. Muu kuvio olisi korjattavissa myös kuivana kesänä. Korjuu oli toteutettu 4.12.2018–10.12.2018 välisenä aikana, joten korjuujälki oli varsin tuoretta ja sen arvioiminen oli helppoa. Urapainumia kohteella ei juurikaan ollut, johtuen pehmeimmän alueen hyvin tehdystä ajourien havutuksesta (Kuvio 5). Myöskään juuristovaurioita ei ollut havaittavissa, lumipeite hankaloitti niiden määrän arvioimista. Maalajitietoja kuviolta ei ole tarkemmin saatavilla.



Kuvio 5. Kohteen 3 hyvä havutus

Kohteella 3 korjuukelpoisuuden määrittäminen on tehty oikein. Kuvio ei olisi pehmeimältä osaltaan kestänyt kesäaikaista korjuuta. Vaikka kalusto olisi pehmeille maille varusteltu niin todennäköisesti kuusikon juuristovauriot olisivat olleet mitattavat, jos korjuu olisi toteutettu kesällä. Korjuun aikana lumipeite ei ollut kovin paksu, mutta maanpinta oli sen verran jäätynyt, että kuvio kesti korjuun. Lisäksi metsäkuljetus täytyi tehdä pellon yli, jonka takia kesäaikainen korjuu olisi mahdotonta.

4.1.4 Kohde 4

Kohde 4 oli korjuukelpoisuuskartassa määritetty korjuukelpoisuudeltaan talvikohdeksi. Korjuu oli suoritettu 8.3.2018–9.3.2018 välisenä aikana. Kohde oli kuitenkin silmämääräisesti arvioituna todella kivinen (Kuvio 6). Korjuu voisi olla sen takia mahdollista myös vähäsateisena kesänä. Tarkempaa maalajitietoa ei ole saatavilla. Korjuuvaurioita kuviolla ei ollut havaittavissa, vaikka ajourien havutus oli heikkoa.



Kuvio 6. Kohteen 4 yleiskuvaa

Kohteella 4 olisi potentiaalia myös kesällä suoritettavaan korjuuseen, johtuen kohteen kivisyydestä. Olosuhteista johtuen tämä kohde olisi pitänyt käydä katsomassa lumettomaan aikaan. Tällöin olisi voitu tehdä tarkempia havaintoja ja määrittää soveltuvuus kesäkorjuuseen paremmin. Muun muassa kohteelle johtavan tien kunto jäi epäselväksi eikä voida varmuudella sanoa kestäisikö tie kesäaikaisen puun kaukokuljetuksen.

4.1.5 Kohde 5

Kohde 5 oli korjuukelpoisuuskartasta tulkittuna kesällä korjattava kohde. Korjuu oli suoritettu 30.4.2018–2.5.2018 välisenä aikana. Kohteella ei juurikaan ollut havaittavissa korjuuvaurioita. Maastokäynti jouduttiin tekemään pimeään vuorokaudenaikaan, joten jotain on voinut jäädä huomaamatta. Kuvion läpi kulki vanha sähkölinja, jolla oli metsäkuljetusura. Yhdessä kohtaa noin kymmenen metrin matkalla oli pahat urapainumat. Ne eivät olleet aiheuttaneet puustolle vaurioita, koska ura oli leveä johtuen sähkölinjasta. Kohteen maalajitietoja ei ole tarkemmin saatavilla.

Kohde 5 poikkeaa korjuukelpoisuuskartan antamasta datasta ja sen korjuu on onnistunut kelirikon aikaan, vaikka korjuukelpoisuuskartan mukaan sen korjuukelpoisuus on kesä. Kohde sijaitsi valtatievarressa, joten kaukokuljetus ei muodostunut rajoittavaksi tekijäksi tällä kohteella.

4.1.6 Yhteenveto

Tyypin 1 kohteilla ei ole selkeää syytä talvikorjuulle, samaan tapaan kuin kohteella 1. Kohteen voisi korjata myös kesäaikaan. Tämän tutkimuksen kohteista vastaavanlaisia oli kaksi kappaletta. Kohteiden kaukokuljetus onnistuisi myös kesäaikaan, joten se ei ole näissä tapauksissa rajoittavana tekijänä. Myös korjuukelpoisuuskartasta katsottuna kumpikin kohde voidaan luokitella normaalina kesänä korjattavaksi, vaikkakin pienialaista vaihtelua on kummallakin kohteella. Kummallakin kohteella pääpuulajina on mänty, joka soveltuu paremmin kesäaikaisiin harvennuksiin. Ongelmana on kuitenkin vähäinen hakkuutähteen määrä, jonka takia ajourien vahvistaminen hakkuutähteillä on hankalaa.

Tyypin 2 kohteille ominaista oli metsäkuljetusuran huono kantavuus, samaan tapaan kuin kohteella 2. Tällaisia kohteita oli yhteensä kuusi kappaletta. Näillä kohteilla olisi itse kuvio pystytty korjaamaan kesäaikaan. Kohteet olivat tien varresta katsottuna jonkin sellaisen esteen takana, minkä ylittäminen kesäaikaan ei ole mahdollista. Tällaisia esteitä olivat esimerkiksi puron, pellon tai suon ylitys. Korjuukelpoisuuskartasta katsottuna kohteet saattaisivat soveltua kesäkorjuuseen, mutta yksittäiselle ajouralle kohdistuu paljon rasitusta, jonka takia kesäaikaan korjuuvaurioiden riski kasvaa.

Tyypin 3 kohteilla korjuukelpoisuuskartta piti pääosin paikkansa, kuten kohteella 3. Tämän tyypin kohteita oli tutkimuksessa kaksi kappaletta. Kohteita ei olisi voitu korjata muuhun vuodenaikaan kuin talvella. Kummallakin kohteella maaperä oli sen verran pehmeää, että kesäaikainen korjuu olisi ollut käytännössä mahdollista. Toisella tämän tyypin kohteella pääpuulajina oli mänty ja hakkuutapana yläharvennus. Kohteen muut ominaisuudet olivat hyvin samanlaisia kuin kohteella kolme.

Tyypin 4 kohteilla kivisyys on korjuukelpoisuutta parantava tekijä, kuten kohteella 4. Kohde 4 oli ainoa tähän tutkimukseen osunut kohde, jolla kivisyys parantaa

kohteen korjuukelpoisuutta. Se oli myös ainoa tapaus, jossa korjuukelpoisuus-kartalta tulkittuna talvikorjuuseen soveltuva kohde voisi soveltua myös kesäkorjuuseen ainakin kuivana aikana. Korjuukelpoisuuskartta tosin ei ota huomioon kohteen kivisyyttä, joten kohteen korjuukelpoisuus on kartalla muilta osin oikein.

Tyyppin 5 kohteita oli tässä tutkimuksessa kaksi kappaletta, esimerkkinä kohde 5. Kummallakin kohteella todellinen korjuukelpoisuus poikkesi toimihenkilön alun perin määrittämästä korjuukelpoisuudesta. Kohteilla ei ollut suurempia korjuuvaurioita havaittavissa ja korjuukelpoisuuskartalta tulkittuna korjuu on osunut oikeaan ajankohtaan tai korjuukelpoisuusluokka on ollut jopa parempi kuin korjuukelpoisuuskartalta katsottuna se olisi ollut.

Kaikista tutkimuksessa mukana olleista kohteista erottui viisi edellä esiteltyä tyyppiä (Taulukko 4). Suurin osa kohteista joudutaan korjaamaan talvella. Tämä johtuu siitä, että varsinainen kuvio sijaitsee paikassa, johon päästään käytettävissä olevalla puunkorjuukalustolla vain talviaikaan. Neljä kohdetta taas tehtiin tai olisi voitu tehdä muuhun vuodenaikaan kuin talvella. Kahdella kohteella ei ollut selkeästi havaittavissa syytä talvikorjuuseen. Yhtenä selityksenä voi olla, että maanomistaja on ehdottomasti halunnut, että kohteet harvennetaan talvella. Yksityisillä mailla toimiessa tämä tulee myös ottaa huomioon, mikä osaltaan vaikeuttaa talvikorjuukohteiden korjaamista kesäaikaan.

Taulukko 4. Kohteiden korjuukelpoisuudet maastokäynnin perusteella sekä tyypit

	Maastokäynnillä määritetty korjuukelpoisuus	Tyyppi
Kohde 1	Kesä	Tyyppi 1
Kohde 2	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 3	Talvi	Tyyppi 3
Kohde 4	Kuiva kesä	Tyyppi 4
Kohde 5	Kelirikko	Tyyppi 5
Kohde 6	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 7	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 8	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 9	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 10	Kesä	Tyyppi 1
Kohde 11	Kuiva kesä	Tyyppi 3
Kohde 12	Talvi	Tyyppi 2
Kohde 13	Kesä	Tyyppi 5

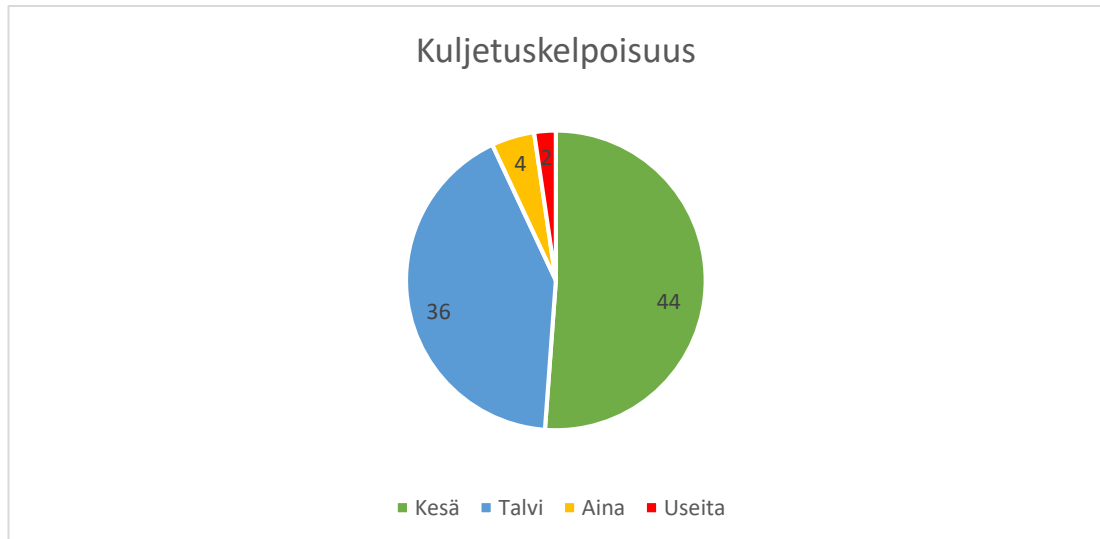
Korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta tässä tutkimuksessa ei voida laajemmin yleistää. Tutkimuksen kohteilla sitä voidaan pitää luotettavana. Varsinainen, tarkempi korjuukelpoisuuden määrittäminen tulee kuitenkin vielä tehdä maastossa. Korjuukelpoisuuskartan tietoja voidaan käyttää suuntaa antavina ja sillä voidaan tehdä karkeita rajauksia leimikkoon ja puunkorjuuta suunniteltaessa. Luokituksessa korjuukelpoisuusluokat normaali kesä, talvi sekä kelirikko ovat varsin luotettavia ja pitävät paikkansa hyvin, varsinkin kivennäismailla. Turvemaiden vaihtelua on enemmän. Kelirikko-luokituksen kohteita tutkimuksessa oli mukana vain yksi, jolla kartta piti paikkansa. Kuiva kesä on luokituksena ongelmallinen, sillä kuivan kesän määrittäminen on kartan käyttäjän vastuulla.

4.2 Karttatutkimus

4.2.1 Tulosten esittely

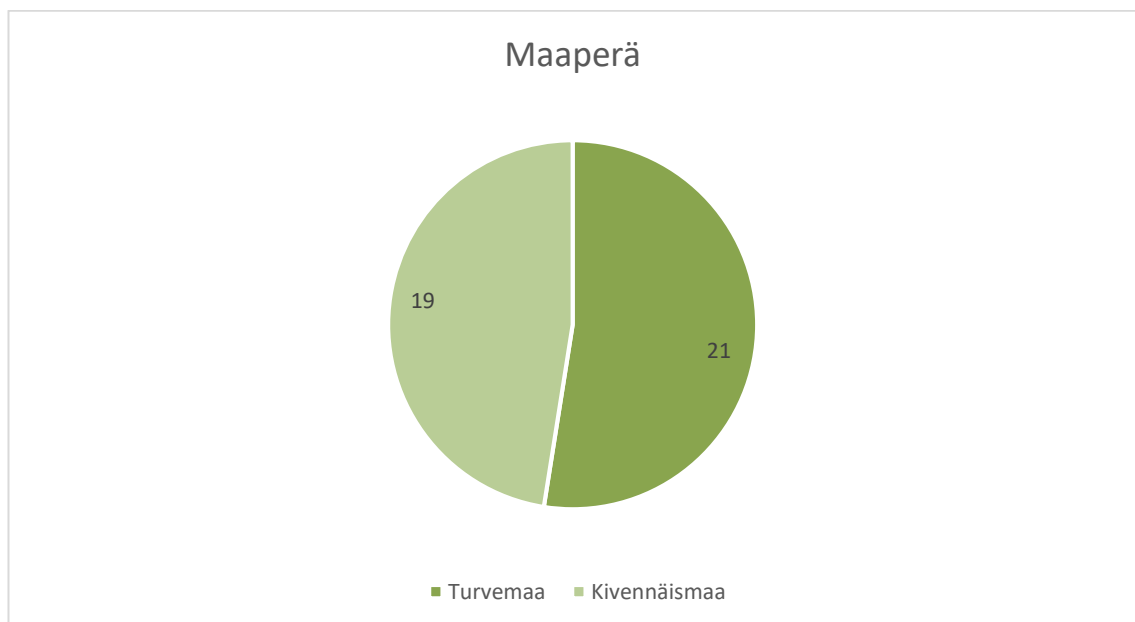
Karttatutkimuksen tarkoituksena on selvittää mahdollisuutta korjata perinteinen talvikohde kesäaikaan. Ensimmäisenä korjuukelpoisuutta määritettäessä täytyy selvittää kuljetuskelpoisuus, koska se rajaa mahdollisuuksia leimikon korjuuajankohdalle. Jos kaukokuljetus voidaan hoitaa vain talviaikaan, niin myös korjuu tulee suorittaa talviaikaan. Kesäaikaan hakattuja puita ei voida varastoida tien varressa useita kuukausia odottaen sopivia säitä kaukokuljetukselle, koska puutavara ehtii pilaantua tässä ajassa.

Karttatutkimuksessa olleista leimikoista 50 kappaletta oli sellaisia, joista puutavara voidaan kuljettaa joko kesällä tai myös kelirikkoajaksi (Kuvio 7). Leimikoista 36 kappaletta oli sellaisia, mistä kaukokuljetus onnistuu vain talviaikaan. Voidaan siis todeta, että näitä kohteita ei voida korjata kesäaikaan. Kahdessa leimikossa pystyttiin osa leimikosta hakkaamaan sellaiselle varastopaikalle missä kuljetus voidaan hoitaa kesäaikaan, kun taas toinen osa täytyi hakata sellaiselle varastopaikalle, josta kaukokuljetus onnistuu vain talvella. Tällöin kuljetuskelpoisuudeksi määritettiin useita.



Kuvio 7. Kuljetuskelpoisuuden jakautuminen eri luokkiin

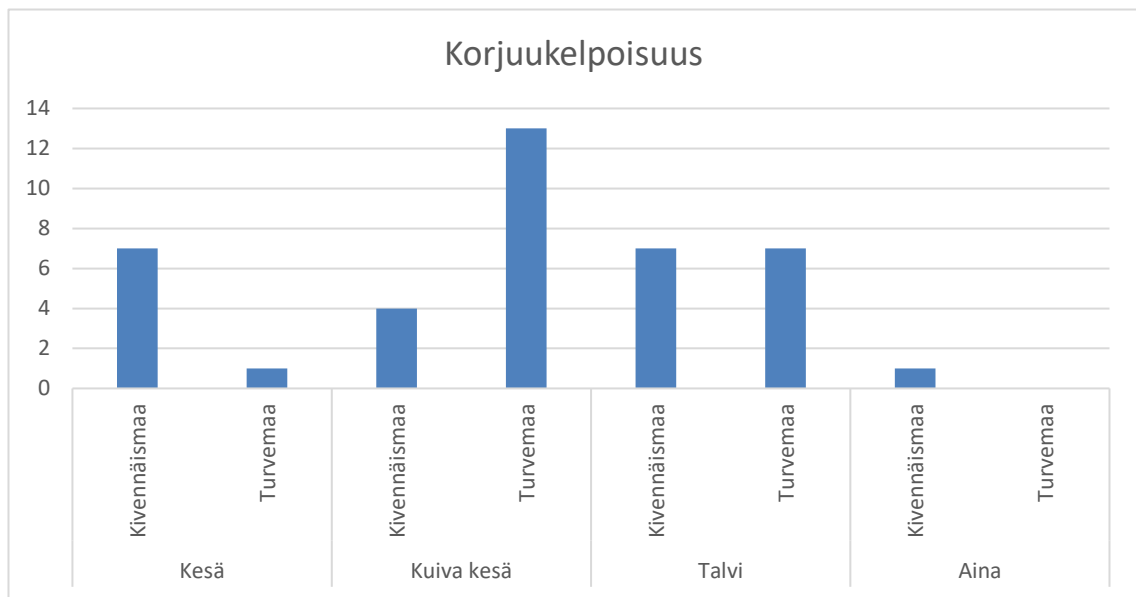
Korjuukelpoisuuskartasta näkyy myös jaottelu kivennäis- ja turvemaiden välillä. Alla olevasta kuvioista 8 selviää, kuinka monta leimikkoa oli turvemaalla ja kuinka monta kivennäismaalla. Mikäli leimikolla oli kuvioita sekä turve- että kivennäismaalla niin maaperäksi määritettiin se, jota oli pinta-alaltaan enemmän.



Kuvio 8. Maaperä korjuukelpoisuuskartan perusteella

Kohteita, joiden kuljetuskelpoisuus oli kesä tai aina oli yhteensä 50 kappaletta. Näiden kohteiden korjuukelpoisuutta määritin korjuukelpoisuuskartan perus-

teella. Kymmeneltä kohteelta ei ollut saatavilla Metsäkeskuksen tuottamaa korjuukelpoisuusaineistoa, joten jäljelle jäi 40 kohdetta. Kaikki kohteet on luokiteltu talvella tehtäviksi harvennuksiksi Keitele Forestin toimihenkilöiden tekemän arvon perusteella. Tuloksista voidaan huomata, että osa kohteista voitaisiin korjata myös muuhun vuodenaikaan perustuen korjuukelpoisuuskartan avulla tehtyyn korjuukelpoisuuden määrittämiseen. (Kuvio 9)



Kuvio 9. Korjuukelpoisuuden määrittäminen korjuukelpoisuuskartan perusteella

4.2.2 Tulosten tarkastelu

Kohteet, jotka sijaitsivat kivennäismailla, olivat monesti korjuukelpoisuuskartan mukaan kesällä korjattavia kohteita. Yli puolet kohteista olisi mahdollista korjata normaalina tai kuivana kesänä. Yksi kohde on korjuukelpoisuuskartan mukaan mahdollista korjata myös kelirikon aikaan. Turvemilla valtaosa kohteista olisi mahdollista korjata kuivana kesänä ja vain pieni osa normaalina kesänä. Puh- taasti talvella korjattavia kohteita on vain alle yksi kolmasosa kaikista turvemilla sijainneista kohteista.

Turvemilla olisi siis potentiaalia tehdä harvennushakkuita myös sulan maan ai- kaan, jos kesä on normaalia vähäsateisempi. Kivennäismaiden kohteilla taas po- tentiaalia olisi suorittaa harvennuksia myös sademäärältään normaalina kesänä. Aineisto on kerätty tehdyistä puukaupoista, joissa korjuukelpoisuudeksi ei ole

mahdollista määrittää kuivaa kesää, jolloin niiden korjuukelpoisuusluokaksi määritetään talvi. Tarvittaessa nämäkin kohteet voidaan hakata myös kesällä sääolosuhteiden niin salliessa. Osassa kohteita harvennuskuviot myös olivat niin pienessä osassa koko leimikkoa, että niitä ei ole järkevää tehdä eri aikaan kuin muuta leimikkoa, vaikka se olisikin mahdollista.

Karttatutkimuksen perusteella voidaan todeta, että korjuukelpoisuuskartan perusteella tehdyn määrityksen mukaan yli puolet harvennuksista voitaisiin tehdä myös kesäkorjuuna, varsinkin jos kalusto soveltuisi siihen. Kuitenkin tämä määrä pätee vain tutkimuksessa mukana olleisiin leimikoihin. Tämän tutkimuksen perusteella on mahdotonta sanoa tarkkoja määriä kuinka paljon talvella tehtäviä harvennuksia todellisuudessa olisi mahdollista hakata myös muina vuodenaikoina. Mikäli kalustoa varusteltaisiin pehmeiden maiden puunkorjuuta silmällä pitäen niin harvennushakkuita voidaan tehdä enemmän kuin nykyään.

5 POHDINTA

Tutkimus oli varsin pintapuolinen ja toteutettiin varsin pienillä aineistoilla. Tuloksia ei siis voida yleistää kattamaan koko Suomea. Ongelmia aiheutti myös maastotöiden ajankohta, joka ei ollut tutkimukselle soveltuva. Maastotyöt olisi tullut suorittaa kesällä maan ollessa sulana. Kohteilta olisi myös pitänyt tehdä huomattavasti tarkempia mittauksia. Nyt kaikki esitetyt havainnot olivat vain minun omia näkemyksiäni.

Tutkimuksessa kuitenkin päästiin mielestäni kuitenkin hyvään lopputulokseen. Tutkimusmenetelmänä tapaustutkimus oli toimiva tässä tapauksessa, kun jokaista leimikkoa käsiteltiin erillisenä tapauksena. Tällä menetelmällä saatiin selvitettyä korjuukelpoisuuskartan luotettavuutta pienessä mittakaavassa, minkä perusteella saatiin lupaavia tuloksia myös tulevaisuutta ajatellen. Korjuukelpoisuuskartassa riittää vielä kehitettävää. Työkaluna se on jo tässä vaiheessa hyödyllinen ja sen perusteella voidaan karkeasti arvioida leimikon korjuukelpoisuutta.

Tarvetta jatkotutkimuksille aiheen tiimoilta on. Korjuukelpoisuuskartan paikkansapitävyyttä ja luotettavuutta tulisi tutkia laajemmalla alueella sekä aineistolla. Tällä hetkellä myös muut aiheesta tehdyt tutkimukset ovat melko suppeita, joskin mittausmenetelmät ovat tarkempia kuin tässä tutkimuksessa. Näin ollen myös luotettavuutta voidaan pitää näissä tapauksissa parempana. Mikäli aiheita aletaan tutkia laajemmin, olisi tärkeää pyrkiä muodostamaan kriteeristö, jolla korjuukelpoisuutta voidaan mitata vähemmän objektiivisesti. Nykyään määrittäminen perustuu pitkälti pelkästään yhden ihmisen näkemykseen asiasta, mikä vaikuttaa tutkimuksen lopputulokseen.

Korjuukelpoisuuskartta perustuu puuston osalta nykyään vain alueen kokonaisuuteen, joka vaikuttaa kartan tietoihin. Olisi myös aiheellista selvittää onko pääpuulajilla vaikutusta korjuukelpoisuuskartan luotettavuuteen. Korjuukelpoisuuskartan luokituksessa perustana oleva puunkorjuukalusto tulisi määrittellä tarkemmin esimerkiksi pintapaineen perusteella. Näin kartan käyttäjä pystyisi ottamaan kaluston huomioon karttaa käyttäessään. Tällöin korjuukelpoisuuskarttaa voitaisiin soveltaa käytännössä myös sellaisissa tapauksissa, joissa kalusto on varusteltu pehmeiden maiden puunkorjuuseen.

LÄHTEET

- Airavaara, H., Ala-Ilomäki, J., Högnäs, T. & Sirén, M. 2008. Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. Metla: Metlan työraportteja 80. Viitattu 21.2.2019 <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp080.pdf>.
- Eriksson P. & Koistinen K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus.
- Heikkilä, J. 2007. Turvemaiden puun kasvatusta ja korjuu – nykytila ja kehittämistarpeet. Metla: Metlan työraportteja 43. Viitattu 26.3.2019 <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp043.pdf>.
- Högnäs, T., Kumpare, T. & Kärhä K. 2011. Turvemaaharvennusten korjuukelpoisuusluokitus. Metsäteho Oy: Metsätehon tulosalvosarja 3/2011. Viitattu 5.2.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja_2011_03_Turvemaaharvennusten-korjuukelpoisuusluokitus_kk_th_tk.pdf.
- Högnäs, T., Kärhä K., Lindeman, H. & Palander T. 2009. Turvemaaharvennusten korjuukelpoisuusluokitus. Metsäteho Oy: Metsätehon tulosalvosarja 17/2009. Viitattu 5.2.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja_2009_17_Turvemaaharvennusten_kantavuusluokitus_kk.pdf.
- Liinakoski, E. & Kontinen, K. 2014. Leimikon suunnittelu-opas. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu. C: oppimateriaalia 14. Viitattu 11.1.2019 <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97139/URNISBN9789515884589.pdf?sequence=1>.
- Lindeman, H., Ala-Ilomäki, J., Sirén, M., Vastaranta, M., Holopainen, M. & Uusitalo, J. 2013. Turvemaan kantavuuden ennustaminen laserkeilausaineistolla. Metla: Metlan työraportteja 263. Viitattu 22.2.2019 <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp263.pdf>.
- Lindroos, P. 2003. Maaperä. Teoksessa E. Mälkonen (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 7–38.
- Olkinuora, K. 2018. Korjuukelpoisuuskartta puunhankinnan operaatioiden työvälineenä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutus. Opinnäyte-työ. Viitattu 21.1.2019 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146767/Olkinuora_Kimmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät – järkevä käytön perusteet. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Räsänen, T., Hämäläinen, J., Lamminen, S., Lindeman, H., Salmi, M. & Väättäinen, K. 2013 Uudet informaatiolähteet puunhankinnan tukena. Metsäteho Oy. Viitattu 21.1.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_226_Uudet_informaatiolähteet_puunhankinnan_tukena_tr_ym.pdf.

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006a. Tapaustutkimus. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Viitattu 12.4.2019 https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html.

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006b. Tyypittelu. Viitattu 13.4.2019 https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_5.html.

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006c. Analyysin äärellä. Viitattu 13.4.2019 https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_1.html.

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006d. Koodaus. Viitattu 13.4.2019 https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_2_2.html.

Salmi, M., Räsänen, T. & Hämäläinen, J. 2013. Kosteusindeksi puunkorjuun olosuhteiden ennakkoinnissa. Vantaa: Metsäteho Oy. Viitattu 28.1.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_229_Kosteusindeksi_puunkorjuuolosuhteiden_ennakkoinnissa_misa_ym.pdf.

Salo, P. 2017. Pehmeiden maiden koneellisen puunkorjuun nykytila. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 21.2.2019 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/129189/Salo_Peetu.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sippel, K. 2010. Algoritmin ja korkeusmallin resoluution vaikutus valuma-alueen laskentatulokseen. Aalto-yliopisto. Maanmittaustieteiden laitos. Diplomityö. Viitattu 26.3.2019 <https://docplayer.fi/67816886-Algoritmin-ja-korkeusmallin-resoluution-vaikutus-valuma-alueen-laskentatulokseen.html>.

Suomen metsäkeskus 2014. Suometsien puunkorjuu. Viitattu 22.2.2019. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suometsien-puunkorjuu.pdf>.

Suomen metsäkeskus 2016. Korjuukelpoisuuskartat. Viitattu 21.1.2019. <https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>.

Suomen Metsäkeskus 2017. Tuotekuvaus: Korjuukelpoisuuskartta, korjuukelpoisuusalueet. Viitattu 21.1.2019 <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/korjuukelpoisuuskartat-tietotuotekuvaus.pdf>.