

**PAIKKATIETOAINESTOJEN HYÖDYNTÄMINEN KORJUUN
SUUNNITTELUSSA JA TOTEUTUKSESSA**

Korjuukelpoisuuskartta ja Ajourakone



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Evo, Metsätalous

Kevät, 2019

Vilja Turppa ja Jani Viitala

Metsätalous
Evo

Tekijät	Vilja Turppa, Jani Viitala	Vuosi 2019
Työn nimi	Paikkatietoaineistojen hyödyntäminen korjuun suunnittelussa ja toteutuksessa, Korjuukelpoisuuskartta ja Ajourakone	
Työn ohjaaja	Miika Näsi	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tarkasteltiin paikkatietoon perustuvia sovelluksia Korjuukelpoisuuskarttaa ja Ajourakonetta. Sovellusten tarkoituksena on helpottaa puunkorjuuta ja sen suunnittelua.

Korjuukelpoisuuskartta on Suomen metsäkeskuksen julkaisema maaperän kantavuutta kuvaava palvelu, jonka avulla maaston kantavuusominaisuuksia voi tarkastella ennakkoon. Metsätehon ajourasuunnitteluun kehittämä Ajourakone on selainpohjainen paikkatietosovellus leimikon kokoojaverkostoon laadintaan. Sen laatimalla optimoidulla ajouraverkostolla ja hyvällä suunnittelulla voidaan vähentää korjuun kustannuksia, parantaa tehokkuutta sekä säästää luontoa.

Työn tutkimusosuus suoritettiin maastotyönä 11 harvennusleimikolla, joille tehtiin korjuujäljen tarkastus Online-mittausmenetelmän mukaisesti. Tutkimuksessa tarkasteltiin sovellusten hyödynnettävyyttä ja käytettävyyttä korjuun suunnittelussa sekä metsäkoneissa. Maastomittausten ohella haastateltiin työn tilaajien UPM:n metsäasiantuntijoita ja Metsäkonepalvelu Oy:n toimihenkilöitä ja metsäkoneenkuljettajia heidän näkemyksistään sovellusten hyödyistä. Suurimmalla osalla tutkimusleimikoilla oli käytössä pehmeiden maiden korjuuseen varusteltu suokoneketju.

Saadut tulokset perustuvat tekijöiden omiin ja haastateltujen mielipiteisiin sovelluksista. Korjuukelpoisuuskartta on kokonaisuutena toimiva ja hyödyllinen työkäyttöön sekä myös selkeä tulkita. Ajourakone vaatii lisää kehitystä ja tausta-aineistoja ollakseen hyödyllinen korjuun suunnittelussa.

Avainsanat Korjuukelpoisuuskartta, Ajourakone, korjuun suunnittelu, puunkorjuu

Sivut 48 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Forestry
Evo

Authors	Vilja Turppa, Jani Viitala	Year 2019
Subject	Utilization of spatial data sets in harvest planning and implementation, Harvest Ability Map and Ajourakone	
Supervisor	Miika Näsi	

ABSTRACT

This thesis examines applications based on spatial data Harvest Ability Map and Ajourakone. The purpose of these applications is to facilitate harvesting and planning.

The Harvest Ability Map is a service describing the bearing capacity of the soil, which allows you to look at the carrying capacity of the terrain in advance and it has been published by The Finnish Forest Centre. Ajourakone is developed by Metsäteho and it is a web-based spatial data application for the creation of a main logging road networks to thinning sites. With its optimized logging road network and good planning, it can reduce harvesting costs, improve efficiency and save the environment.

The research part of the thesis was carried out as a fieldwork in 11 thinning sites, which was subjected to an inspection of the harvesting in accordance with the Online measurement method. The study looked at the recoverability and usability of these applications in harvesting planning and forest machines. In addition to field measurements, UPM's forest experts and employees of Metsäkonepalvelu Oy and forest machine drivers were interviewed about their views on the benefits of the applications. On most research sites a harvester and a forwarder equipped for soft grounds were used.

The results are based on the authors' own and the interviewees' opinions of these applications. The Harvest Ability Map is workable and useful for work use and clear to read. Ajourakone requires more development and background material to be useful in harvesting planning.

Keywords Harvest Ability Map, Ajourakone, harvest planning, logging

Pages 48 pages including appendices 3 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KORJUUKELPOISUUSKARTAN HYÖDYNTÄMINEN KORJUUN OHJAUKSESSA.....	3
2.1	Korjuukelpoisuus.....	3
2.2	Korjuukelpoisuuskartta	4
2.3	Kantavuus.....	6
3	AJOURAKONEPALVELUN HYÖDYNTÄMINEN KORJUUN SUUNNITTELUSSA.....	9
3.1	Tausta-aineistot.....	9
3.2	Käyttö	10
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	12
4.1	Maastotyöt.....	12
4.1.1	Online-mittausmenetelmä	12
4.1.2	Mittausvälineet.....	14
4.2	Haastattelut.....	14
4.3	Leimikoiden korjuukalusto	15
4.4	Tutkimuskohteiden sääolot.....	18
5	TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	19
5.1	Leimikoiden koelinjat	19
5.2	Korjuuvauriot.....	21
5.3	Urapainumat	22
5.4	Sääolot.....	23
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	24
6.1	Korjuuvauriot.....	24
6.2	Korjuuvaurioiden ehkäiseminen	27
6.3	Korjuukelpoisuuskartta	30
6.3.1	Haastattelut	30
6.3.2	Korjuukelpoisuuskartan luotettavuus	31
6.3.3	Mahdollisuudet ja kehittäminen	32
6.4	Ajourakone	32
6.4.1	Haastateltujen näkemykset.....	32
6.4.2	GPS-jälkien vertailu Ajourakoneen ehdotuksiin.....	33
6.4.3	Mahdollisuudet ja kehittäminen	35
6.4.4	Rätt Metod	35
6.5	Aikaisemmat tutkimukset sovelluksista.....	36
6.6	Pohdinta	37
	LÄHTEET.....	38

Liitteet

- Liite 1 Haastattelukysymykset
- Liite 2 Korjuun laadunseurannan maastolomake

1 JOHDANTO

Kulutuksen vähentäminen on nykypäivän megatrendi. Uusiutumattomista luonnonvaroista valmistettujen tuotteiden tilalle kehitetään uusiutuvista raaka-aineista valmistettuja tuotteita, joilla hiilijalanjälki on erittäin pieni. Puun on todettu olevan erinomainen ja muunneltava raaka-aine ekologisten tuotteiden valmistamiseen.

Puuraaka-aineen saannin edellytyksenä on hyvin tuottavat metsät. Suomen pinta-alasta metsätalousmaata on 86 %. Nykyään metsätalousmaasta 33 % on soita, eli rämeitä ja korpia. Niistä parhaiten tuottavien, kuivatusasteeltaan turvekangasmaiden osuus on jo 70 %. (Luonnonvarakeskus, 2017a.)

Suomen metsissä puuta riittää ainakin kasvun perusteella. Uusimmassa valtakunnan metsien 12. inventoinnissa (VMI12.) puuston kasvun laskettiin olevan 107 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Luonnonvarakeskus, 2018a). Tästä määrästä hakattiin kestävästi 72,4 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta (Luonnonvarakeskus, 2017a).

Tällä hetkellä talvella jäisen maan aikaan korjattavista kohteista on ylitarjontaa, etenkin turvemaidella olevia leimikoita pitäisi saada siirrettyä kesäaikaiseen korjuuseen. Korjuun kausiluontoisuutta halutaan vähentää myös siksi, että se parantaa työllisyyttä ja korjuuyrittäjien kannattavuutta. Investointien myötä puun tarpeen lisääntyessä tulee tehtaiden saada puuta taasisesti ympäri vuoden.

Jotta ympärivuotinen puunkorjuu onnistuu ongelmitta, ja pystytään välttämään korjuuvaurioita, tulee kiinnittää erityistä huomiota lisääntyvien turvemaaleimikoiden kesäkorjuuseen. Suometsien taloudellinen merkitys kasvaa 1960–1970-luvuilla tehtyjen uudistusojitusten myötä turvemaiden puuntuotanto on lisääntynyt ja ojitusalueilla puusto alkaa olla nyt harvenusvaiheessa.

Muuttuva ilmasto tuo lisähaasteen, sillä tulevaisuudessa vesisateet lisääntyvät ja roudan ja lumen määrä vähenee, jotka lyhentävät talvella korjattavien kohteiden korjuuaikaa (Ilmasto-opas, 2017). Korjuun suunnittelussa suurin merkitys on maaperän pehmeydellä ja sen korjuukelpoisuuden arvioimisen osaamisella, sillä korjuuvauriot ovat syy sille, miksi yksityiset metsänomistajat välttelevät etenkin turvemaiden sulanmaan aikaisia hakuita. Korjuuvaurioista urapainauksia sekä juuristovaurioita pyritään ehkäisemään eniten. (Pirilä, haastattelu 18.9.2018)

Korjuukelpoisuuden määrittelyyn ja sitä kautta korjuun onnistumista helpottamaan on kehitetty avustavat paikkatietosovellukset Korjuukelpoisuuskartta ja Ajourakone, joita tässä opinnäytetyössä käsitellään. Korjuu-

kelpoisuuskartan käytettävyyttä tutki Vilja Turppa ja Ajourakoneen käytettävyyttä Jani Viitala.

Opinnäytetyön tilaajat, UPM ja Metsäkonepalvelu Oy, ovat kiinnostuneita puunkorjuun kehittämisestä ja tehostamisesta paikkatieto-ohjelmien avulla. Työn tavoitteena oli selvittää, mitä hyötyä näistä paikkatietopohjaisista palveluista on korjuun suunnitteluun ja ohjaukseen, sekä selvittää niiden hyötyjä myös metsäkoneiden kuljettajille.

Puun jalostukseen on myös investoitu paljon viime vuosina. UPM Lappeenrannan biojalostamo valmistaa puun sivuvirroista syntyneellä raaka-aineella muun muassa uusiutuvaa UPM BioVerno -dieseliä sekä puupohjaisia kemikaaleja kuten tärpähtiä (UPM, 2018).

2 KORJUUKELPOISUUSKARTAN HYÖDYNTÄMINEN KORJUUN OHJAUKSESSA

Paikkatietoaineistoja voidaan hyödyntää monin eri tavoin puuraaka-ai-
neen hankinnasta korjuuseen. Paikkatietoaineistojen pohjalta tuotetaan
tietotuotteita, kuten korjuukelpoisuuskartta, joiden tarkoitus on toimia
apuvälineinä korjuun suunnittelussa ja ohjauksessa sekä edesauttaa teho-
kasta ja kestävästä metsätalouden harjoittamista. Korjuukelpoisuuskartta
on kaikille metsänomistajille ja metsäammattilaisille suunniteltu tuote.

2.1 Korjuukelpoisuus

Korjuukelpoisuus on termi, joka kuvastaa olosuhteita ja ajankohtaa, jolloin
leimikolla on parhaimmat olosuhteet korjuun ja kaukokuljetuksen suorit-
tamiseen. Pääsääntöisesti korjuukelpoisuus luokitellaan kolmeen luok-
kaan: kesä, talvi tai kelirikko. Kesäleimikot voidaan korjata ja kuljettaa
muutoin, paitsi kelirikon aikaan, talvileimikot vain talvella, kun maa on
jäätynyt ja kelirikolleimikot kelirikonkin aikana. Korjuukelpoisuuskartassa
näitä luokkia on tarkennettu kosteusolojen mukaan (esimerkiksi kuiva kesä
turvemailla ja kivennäismailla).

Käytännössä korjuukelpoisuuden määrittäminen tarkalla asteikolla on
haastavaa, sillä ei ole löydetty kantavuutta kuvaavia ja helposti määriteltä-
viä tunnuksia tätä varten. Pehmeillä turvemailla korjuukelpoisuutta voi ar-
vioida karkealla ns. ”saapastuntumalla”. Siinä turpeen vetisyyttä voi arvi-
oida saappaan uppoamisella suolla kävellessä. Tämä arviointimenetelmä
vaatii kokemuksen karttumista puunkorjuun maastosuunnittelussa ja ko-
kemuksesta oppimista. (Heikkilä, 2007) Lisäksi tässä opinnäytetyössä
tutkittava korjuukelpoisuuskartta auttaa arvioimaan korjuukelpoisuutta.

Leimikon ominaisuudet vaikuttavat leimikon korjuukelpoisuuden määrit-
telyyn. Eri ominaisuudet kertovat, millainen rasitus ajouriin kohdistuu. Vai-
kuttavat tekijät ovat leimikon koko, muoto, ojien sijainti sekä puutavaran
varastointimahdollisuudet leimikolla. Hyvin monikulmainen ja sokkeloinen
leimikko tai pitkulaisen mallinen kuvio, jossa kovaa maata ei ole hyödyn-
nettävissä laajasti reuna-alueillakaan, aiheuttaa raskaan kuormituksen
ajouraverkostolle etenkin turvemailla.

Turvemailla ojien sijainti voi vaikeuttaa joissain tapauksissa korjuun ja
ajouraverkoston suunnittelua, koska oja täytyy kierrellä. Ojien kiertämi-
nen lisää metsäkuljetusmatkaa ja aiheuttaa mutkia ajouraverkkoon. Mut-
kia tulisi vältellä, koska ne aiheuttavat maanpinnan rikkoutumista ja ura-
painumia. Jos varastopaikkoja ei ole mahdollista sijoittaa useampaan eri
kohtaan leimikolle sen muodon tai koon takia ja näin metsäkuljetusmatka
venyy yli 200 metrin pituiseksi, jätetään korjuu talvikauteen. Jos varasto-
paikat voidaan sijoittaa hajautetusti teiden ja varastointimahdollisuuksien

mukaan, pienentää se ajouraverkostolle kohdistuvaa räsitystä. (Suomen metsäkeskus, 2014)

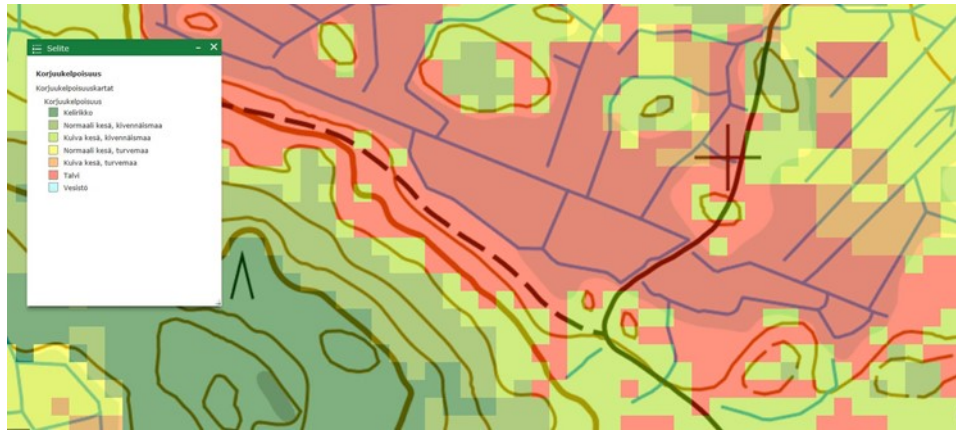
2.2 Korjuukelpoisuuskartta

Korjuukelpoisuuskartta on kehitetty yhdessä metsäalan toimijoiden kanssa Metsätieto ja sähköiset palvelut -hankkeessa, joka on osa Maa- ja metsätalousministeriön Puu liikkeelle ja uusia tuotteita metsästä-kärki-hanketta. Tavoitteena on, että metsävaratieto on entistä tarkempaa, edesauttaa puun liikkeelle saamista ja lisää talouskasvua. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2017.) Kartat on tuottanut Arbonaut Oy Joensuusta ja Suomen metsäkeskus on ne julkaissut. Lisäksi tuotteen kehitystyössä on ollut mukana Luonnonvarakeskus ja Metsäteho Oy. (Suomen metsäkeskus, 2017)

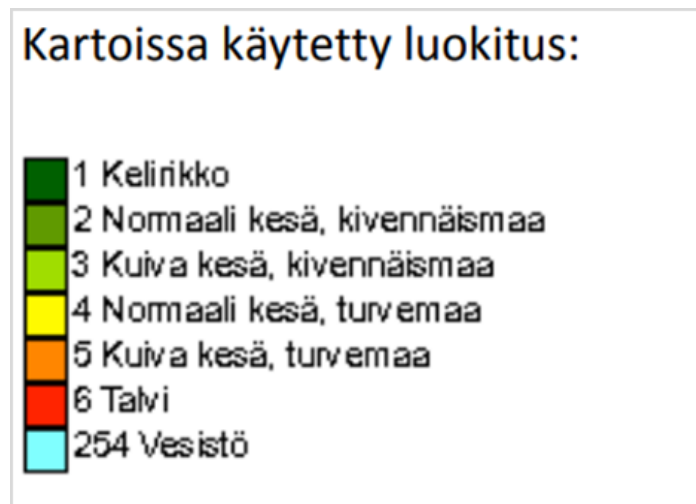
Tuote kuvaa maaperän staattista korjuukelpoisuutta eli kantavuutta. Korjuukelpoisuus on määritelty muutamien kriteerein, ja ne on johdettu Maanmittauslaitoksen avoimista paikkatietoaineistoista, näin aineistohankintoja ei tarvitse tehdä. Maastotietokannasta poimitaan maalajitieto, joka kertoo, onko kyseessä kivennäismaa vai turvemaa. Maanpinnan korkeusmallista johdetaan kosteusindeksi, joka perustuu topografiaan. Topografisen pintamallin perusteella on laskettu, mihin kangasmaiden valumavedet virtaavat. Ojat vaikuttavat paikallisesti maan kosteuteen ja kantavuuteen, joten yhtenä kriteerinä on ojien kuivavara eli tieto, seisooko ojissa vesi tai ovatko ne erityisen matalia. Ojien kuivavara-analyysi saadaan yhdistämällä maastotietokannan ojat laserkeilausaineiston kanssa. Kasvillisuuden määrä on yksi kriteeri ja se johdetaan laserkeilausaineistosta. (Seppänen, 2017)

Korjuukelpoisuuskartta kertoo lähinnä pysyväluonteisiin maasto-oloihin perustuvan korjuukelpoisuuden. Kehityksen alla on kuitenkin reaaliaikainen korjuukelpoisuuskartta, joka ottaa huomioon lumipeitteen, sademäärän ja roudan paksuuden päivittäessään korjuukelpoisuutta. (Metsäteho, 2017)

Kartta koostuu pikseleistä, joiden koko maastossa on 16 m x 16 m. Pikselit on kuvattu kuudella eri värillä ja ne kertovat korjuukelpoisuuden luokituksen (kuva 1, s. 5). Luokitukset ovat kelirikko, normaali kesä (kivennäismaa), kuiva kesä (kivennäismaa), normaali kesä (turvemaa), kuivakesä (turvemaa) ja talvi (kuva 2, s. 5). Tuotteen aineistoa voi tarkastella selaimella käytettävässä karttasovelluksella, jonka linkki löytyy Suomen metsäkeskuksen nettisivuilta. Aineiston voi ladata myös omalle tietokoneelle paikkatieto-ohjelmistoissa käytettäväksi tai sitä voi käyttää WMS-palvelun kautta. Nämä avoimet ja maksuttomat aineistot voi ladata koko Suomesta kerralla tai aluekohtaisina aineistoina. (Suomen metsäkeskus, 2017)



Kuva 1. Korjuukelpoisuuskartan näkymä selaimen karttasovelluksessa.



Kuva 2. Korjuukelpoisuuskartan luokitukset. (Suomen metsäkeskus, 2017)

Korjuukelpoisuuskartta osoittaa luokittelulla korjuukelpoisuutta vain metsämaalla ja jättää näin kaukokuljetuksen vaatiman kuljetuskelpoisuuden huomioimatta. Tämä täytyy korjuun suunnittelijan ottaa huomioon erikseen, sillä tiestön kunto leimikolle vaikuttaa kokonaisuudessa korjuukelpoisuuteen.

Korjuukelpoisuuskartasta on eniten hyötyä metsäammattilaisille, joiden työtehtäviä on puukauppa, korjuun suunnittelu ja ohjaus. Korjuukelpoisuuskartta auttaa etsimään suurilta alueilta kesäkorjuuseen soveltuvia leimikoita, kun paikallistuntemusta ei ole. Parhaimmillaan korjuukelpoisuuskartta on, kun etsitään turvemaakeskittymästä lupaavimpia kesäkorjuukelpoisia kohteita. Harvesterin ja ajokoneen kuljettajat voivat kartan avulla suunnitella ajoreittejä leimikolla, eli etsiä leimikon kantavimmat kohdat.

Metsänomistaja näkee Suomen metsäkeskuksen Metsaan.fi-verkkopalvelussa oman tilansa korjuukelpoisuuden ja voi näin suunnitella puukaupan ajankohtaa itsekin.

2.3 Kantavuus

Kantavuus on korjuun onnistumisen kannalta tärkein huomioon otettava asia, kun nykypäivän korjuu ja metsäkuljetus hoidetaan raskailla metsäkooneilla. Hyvä kantavuus on edellytys onnistuneelle korjuulle. Huonosta kantavuudesta seuraa korjuuvaurioita maastoon, kuten syviä urapainumia, runkovaurioita ja juuristovaurioita. Onnistunut korjuu vaikuttaa korjuuyrittäjän maineeseen ja puuta hankkivan organisaation imagoon.

Vuodenaikojen mukanaan tuoma sääolojen vaihtelu vaikuttaa maastossa maan kantavuuteen, joko parantaen tai heikentäen sitä. Eniten kantavuuteen vaikuttaa sademäärä, pakkanen ja lumi. Sulan maan aikana korjuukelpoisuuteen eniten vaikuttava tekijä on sade. Runsassateinen kesä ennustaa huonoja korjuukelejä syksyille ja päinvastoin. Esimerkiksi kesä 2018 oli erittäin lämmin ja kuiva, mikä alensi turvemailla pohjaveden pintaa, kuivatti turpeen läheltä maan pintaa ja paransi näin kantavuutta. Parhaat korjuuolosuhteet ovat yleensä loppukesällä, sillä silloin myös haihtuminen on voimakkainta ja pohjavesi pysyttelee alhaalla (Suomen metsäkeskus, 2014).

Kantavuuteen vaikuttaa myös puuston määrä leimikolla. Etenkin turvemailla juuristo ja kasvillisuus lisäävän pehmeän turvemaan kantavuutta muodostamalla sitkeämmän pintakerroksen. Ohutturpeisilla soilla on yleensä enemmän puustoa kuin paksuturpeisilla, sillä ohutturpeisilla soilla on kuivemmat kasvuolot ja näin puusto on kasvanut jo alkujaan paremmin (kuva 3, s. 7).

Puuston määrä lisää kantavuutta tiheän juuriston ja hakkuussa syntyvän hakkuutähteen määrään perusteella. (Heikkilä, 2007) Puuston määrän ylitäessä 100 m³/ha, voi leimikko soveltua ympärivuotiseen puunkorjuuseen (Suomen metsäkeskus, 2014). Lisäämällä maalajin vaikutuksen kantavuuteen ja ymmärtämällä sääolojen tuomat muutokset siihen, pystyy korjuukelpoisuuden määrittelemään leimikolle oikeaksi jo puukaupan suunnitteluvaiheessa maastokäynnillä.

Korjattavien kuvioiden kokonaispuusto, m ² /ha	Korjuukohteen varastojärjestelyjen, muodon ja koon perusteella arvioitu kuormitus ajouraverkostolle ^{*)}		
	pieni	kohtalainen	suuri
	kantavuusluokka ^{**)}		
> 170	1	2	3
170 – 120	2	3	4 talvi
< 120	3	4 talvi	5 talvi
Korjaukset kantavuusluokkiin: Pohjaveden syvyys <ul style="list-style-type: none"> Kohteissa joissa pohjavesi on alle 25 cm:n syvyydellä suon pinnasta, käytetään yhtä luokkaa heikompaa kantavuutta. Jos korjuuta on edeltänyt yli 4 viikkoa kestänyt kuiva kausi, suunnittelutietojen kantavuus paranee toteutuksessa yhdellä luokalla. Turpeen paksuus <ul style="list-style-type: none"> Kohteella, jossa turvekerroksen paksuus on alle 75 cm, kantavuus paranee yhdellä luokalla. 			
^{*)} Suuntaa-antava keskimääräinen metsäkuljetusmatka turvemailla: pieni <100 m, kohtalainen 100–200 m, suuri >200 m. ^{**)} Edellytetään, että hakkuutähteet hakataan ajouralle, pienialaiset ja ajouraverkoston kriittiset kohdat vahvistetaan hakkuutähteillä tai muulla tavalla.			

Kuva 3. Turvemaaharvennusten korjuukelpoisuusluokitus (Metsätehon tuloskalvosarja 3/2011).

Pehmeillä turvemailla korjuun onnistuminen vaatii kovaa alustaa, mikä toteutuu varmimmin jäiseen aikaan talvella, kun routa kovettaa maan ja lumikerros suojaa puuston juuristoa vaurioilta (Suomen metsäkeskus, 2014). Koska talvet tulevat lämpenemään ja hakattavaa turvemailla on paljon jo rästienkin takia, on väistämättä osa talvikorjuukohteista siirrettävä kesällä korjattavaksi. Sulanmaan aikainen korjuu onnistuu, mikäli turvemaan kuivatus on onnistunut hyvin, eli ojitus on aikanaan tehty hyvin ja ojat pidetty auki.

Ojitus vaikuttaa suon kasvillisuuteen vähentäen suokasvien osuutta kuten esimerkiksi pohjakerroksessa rahkasammalta ja lisäten metsäkasvillisuutta kuten seinä- ja kerrossammalia. Muutos tapahtuu, koska turpeen kuivatus kosteutta vaativat suokasvit väistyvät ja kuivemmissa oloissa viihtyvät metsälajit tulevan tilalle. Puun kasvu paranee kuivemmissä kasvuolosuhteissa, sillä vesi ei ole estämässä hapensaantia juuristossa.

Suon kuivatustilanteesta riippuen esiintyy kolmea eri kuivatusasteella olevaa suota, jotka ovat ojikko, muuttuma ja turvekangas. Ojikossa kasvillisuus ei ole vielä muuttunut, vaihe kestää noin 5–15 vuotta. Muuttumassa metsälajistoa esiintyy jo yleisesti, mutta rahkasammalta on vielä vähintään

25 % pohjakerroksen alasta. Muuttumavaihe kestää noin 20–30 vuotta ennen kuin suo muistuttaa turvekangasta. Turvekankaalla rahkasammalta on enää alle 25 % pohjakerroksessa ja metsälajit ovat vallitsevia. (Metsäverkko, 2002)

Suon kuivatustilanteesta riippuen sen kantavuuskin on erilainen. Kuivimilla turvekankailla kantavuus on kuivemmasta maaperästä ja puuston suuremmasta määrästä johtuen parempi, kuin kosteammilla ja kitukasvuisemmilla ojikoilla ja muuttumilla, joilla myös puuston määrä on pienempi.

Kivennäismailla kantavuus on yleensä parempaa. Kivennäismaiden maalajit ovat joko lajittuneita, jolloin raekoko on selvästi erotettavissa yhdeksi samaksi tai moreenia, jossa on monen kokoista rietta sekaisin. Yleisimmin maaperässämme on moreenia, sillä $\frac{3}{4}$ metsämaasta on sitä. Maalajin koostuessa rakeista jää rakeiden väliin huokosia joihin vesi pidättyy. Raekooltaan pieniä partikkeleita sisältävien maalajien kuten hienon hiedan, hiesun ja saven rakeiden väliin jää paljon pieniä huokosia, mikä sitoo hyvin vettä, eli vesi pidättyy maahan tiukemmin. Raekooltaan suurempien maalajien kuten soran, hiekan ja karkean hiedan maapartikkeleiden väliin jää vähemmän vettä.

Maahan sitoutuneen veden määrä korreloi maan kantavuuden ja korjuukelpoisuuden välillä. Vettä hyvin pidättävä ja sitova maalaji on vetisempi, eli myös pehmeämpi ja arempia korjuuvaurioille. Vettä hyvin läpäisevä ja heikosti pidättävä, raekooltaan suurempi maalaji on taas kantavuudeltaan parempaa. (Rantala, 2008, s. 125–126) Korjuukelpoisuudeltaan nämä vettä hyvin läpäisevät maalajit ovat yleensä kelirikkokohteita. Hieno maalaji määrittää korjuukelpoisuuden yleensä kesä- tai talvikorjuukohteeksi.

3 AJOURAKONEPALVELUN HYÖDYNTÄMINEN KORJUUN SUUNNITTELUSSA

Ajourakone on Metsätehon kehittämä palvelu puunkorjuun suunnitteluun. Metsäteho Oy on puunhankinnan tutkimus- ja kehitysyhtiö, jonka toiminnan tavoitteina on tutkia ja kehittää puun saatavuutta, korjuu- ja kuljetustekniikkaa ja toiminnan tehokkuutta (Metsäteho, 2018). Ajourakoneen tarkoitus on parantaa juurikin korjuutekniikkaa ja sitä kautta myös korjuun tehokkuutta. Optimoidulla ajouraverkostolla ja hyvällä suunnittelulla voidaan vähentää korjuun kustannuksia, parantaa tehokkuutta sekä vähentää korjuun aiheuttamia rasituksia luontoon.

3.1 Tausta-aineistot

Ajourakone on selainpohjainen paikkatietosovellus leimikon kokoojauraverkoston laadintaan. Ohjelma käyttää kokoojaurien laskemisen tausta-aineistoina mm. korjuukelpoisuuskarttaa, maaston muotoja ja kosteuspitoisuutta sekä kaltevuusarvoja. Sovelluksen ensimmäinen testivaihe alkoi vuonna 2017 ja se on tälläkin hetkellä käytössä ainoastaan testajilla. Sen tarkoituksena on helpottaa puunkorjuun suunnittelua myös toimistosta tehtävänä etätöyönä sekä parantaa korjuun laatua. Sovellusta voitaisiin käyttää niin suunnittelijoiden kuin korjuun toteuttajien työssä. (Luonnonvarakeskus, 2018b)

Sovelluksen tausta perustuu Tuukka Järvisen vuonna 2017 Aalto-yliopistossa tekemään diplomityöhön Paikkatiedon hyödyntäminen koneellisen puunkorjuun ajourien suunnittelussa, jossa Järvinen tutkii puunkorjuun tehostamista paikkatietoaineistojen avulla (Luonnonvarakeskus, 2018b.)

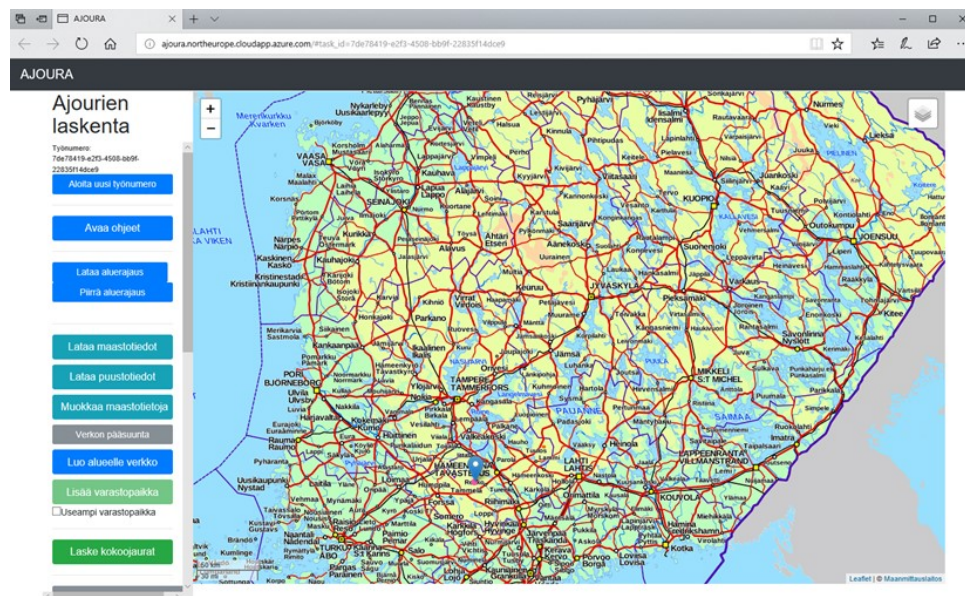
Ajourakone tuottaa leimikolle paikkatietomuotoisen kokoojauraehtotuksen, jossa on otettu huomioon kohteen olosuhteet, maaston muodot sekä suunniteltujen varastopaikkojen sijainnit. Ehdotus perustuu laskennallisesti korjuun kannalta parhaimpiin ja kantavimpiin reittivalintoihin leimikon alueella. (Luonnonvarakeskus, 2018b)

Leimikon parhaimpien kohtien löytäminen perustuu alueelle luotavaan reititysverkkoon, jonka solmupisteille voidaan asettaa ominaisuustietoja ja solmupisteiden välisille kaarille erilaisia kustannusarvoja. Niiden avulla voidaan laskea ja optimoida leimikon parhaat ajourareitit, jotka kantavat painavat metsäkoneet ja ovat mahdollisimman lyhyet ja suorat. Verkon tausta-aineistoina ovat alueen korjuukelpoisuusluokitus, kaltevuusarvot sekä kosteusindeksi ja maaston muodot. (Järvinen 2017, s. 22)

3.2 Käyttö

Ajourakonepalvelua käytetään Internet-selaimella ilman erillisiä ladattavia sovelluksia, mikä tekee siitä varsin helppokäyttöisen. Käyttö vaatii kuitenkin vielä tällä hetkellä linkkiä, jotta testivaiheessa olevalla ohjelmalla pääsee tekemään ajouraehdotuksia. Tutkimuksessa Ajourakonetta käytettiin Microsoftin Edge-selaimella.

Ajourakoneen aloitusnäkyssä on näkyvillä peruskartta ja vasemmassa reunassa valikkopalkki, josta löytyvät laskentaan vaikuttavat työkalut sekä ohjeet (kuva 4). Taustakartaksi saa valittua peruskartan ohella myös ortoreli ilmakuvan, lisäksi kartalle saa näkyviin mm. korjuukelpoisuuskartan ja vinovalovarjosteen, joiden avulla maastosta ja maastonmuodoista voi tehdä mahdollisesti uusia havaintoja. Korjuukelpoisuuskartan avulla on mahdollista välttää leimikon heikommin kantavia kohtia ja vinovalovarjosteella jyrkät rinteet ja kallionkielekkeet näkyvät peruskarttaa selvemmin.



Kuva 4. Ajourakoneen aloitusnäky Microsoft Edge-selaimessa.

Ajourien suunnittelu aloitetaan uudella työnnumerolla, jolloin edelliset laskennat nollautuvat. Ohjelmaan on mahdollista ladata leimikon aluerajaus valmiina Geojson-muodossa, mikäli sellainen on valmiiksi tehtynä. Aluerajauksen voi myös piirtää suoraan kartalle, jota tapaa käytettiin kaikilla työn kohteilla. Kohteen rajaamisen jälkeen alueelle ladataan maasto- ja puustotiedot. Aluerajauksen tekemän rajauksen mukaisesti ohjelma näyttää siinä olevat ojat, tiet ja rakennukset erillisinä kohteina, joiden merkitystä uraston laskentaan voi muuttaa. Tiettyjä oja tai teitä voi merkitä suositelluiksi kulkureiteiksi tai rajata kokonaan pois urien laskennasta kiellettyinä kohteina. Lähtökohtaisesti rakennukset ovat aina luonnollisesti kiellettyjä kohteita.

Laskettavalle urastolle asetetaan haluttu pääsuunta, joka yleisesti on ojitetuilla alueilla ojien suunta ja kivennäismailla kohtisuorasti korkeuskäyriä vasten. Näiden jälkeen alueelle luodaan verkko, jonka solmupisteiden avulla varsinaiset ajouraehtotukset lasketaan. Työkalupalkista voidaan verkon tiheyteen vaikuttavia parametreja tarvittaessa muuttaa. Alueelle lisätään vielä yksi tai useampi varastopaikka haluttuun paikkaan ja lopuksi lasketaan kokoojauraverkosto. Yli 15 hehtaarin alueella kokoojaurien laskenta on hidasta, johtuen ohjelman kehitysvaiheesta.

Laskennan jälkeen kokoojauraehtotusta voi vielä muokata, jos ehdotuksessa on huonoja reittivalintoja tai puutteita. Työkalupalkin parametreista voi muuttaa kokoojaurien väliä, hyvä ja toimiva väli on 60–90 metriä. Tällöin laskettavasta reitistä tulee tarpeeksi pelkistetty, eikä epäolennaisia pistoja muodostu leimikolle liikaa. Parametreista muutetaan myös tarvittaessa reitin suurimpia sallittuja sivu- ja pitkittäiskallistuksia, jotka vaikuttavat oleellisesti koneen kulkemiseen ja myös korjuujälkeen. Muutosten jälkeen alueelle luodaan uusi verkko ja lasketaan kokoojaurat.

Hyvältä vaikuttavan kokoojauraehtotuksen voi tallentaa omalle tietokoneelle valikkopalkista löytyvällä tallennusnapilla. Urat tallentuvat Geojson-muodossa, mutta käytettävällä selaimella on omien havaintojen mukaan merkitystä. Uraehtotukset sai tallentumaan Geojson-muodossa vain Microsoftin Edge-selaimella. (Ovaskainen, haastattelu 8.10.2018)

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimusaineistoa kerättiin ensiharvennus- ja harvennushakkuuleimikoilta, jotka olivat Metsäkonepalvelu Oy:n työmaita Kanta-Hämeessä Hämeenlinnan ja sen lähikuntien alueella. Leimikot hakattiin sulan maan aikana keväällä, kesällä ja syksyllä vuonna 2018. Tarkasteltavaksi valikoitui yhteensä 11 leimikkoa sekä kivennäismaalta että turvemaalta. Kaikille leimikoille tehtiin korjuujäljentarkastus UPM:n kriteerien mukaisesti.

Yksi vaatimus kohteilta oli korjuukelpoisuuskartan saatavuus tarkasteltavalta alueelta. Muutama erinomainen kohde jouduttiinkin hylkäämään korjuukelpoisuuskartan puuttuessa. Yhdelle kohteelle Nihattulassa tehtiin korjuujäljentarkastus, mutta sinnekään ei ollut saatavilla korjuukelpoisuuskarttaa, joten tutkimuksessa sitä tarkasteltiin vain Ajourakoneen käyttöä ajatellen. Vastaavasti yksi kohde Iso-Evolla on ainoastaan korjuukelpoisuuskartan osalta tutkimuksessa, sillä kyseiseltä kohteelta ei ollut toteutuneita ajouria vertailuun Ajourakoneen tuotoksien kanssa.

4.1 Maastotyöt

Aineisto kerättiin maastokäynneillä, jotka tehtiin sulan maan aikana syksyllä 2018. Tutkimuksen turvemaan leimikot ja osan kivennäismaan leimikoistakin harvensi Metsäkonepalvelu Oy:n suokoneketju, johon kuuluvat suoteloin varusteltu hakkuu- ja ajokone. Suokoneketjussa työskentelee vain tietyt 4 kuljettajaa ja he ovat erikoistuneet pehmeiden maiden korjuuseen.

Mittaustulokset otettiin ylös paperisille tarkastuslomakkeille ja tulokset siirrettiin lopuksi Excel-taulukoon laskemista varten. Maastomuistiinpanoissa on tärkeä kirjata ylös koelinjan sijainti sekä järjestysnumero kuvilta. Korjuun laadunseurannan maastolomake on liitteenä 2.

Leimikoilla pohdittiin korjuun onnistumiseen tai epäonnistumiseen johtaneita syitä ja huomioita ja kirjattiin ne ylös. Erityisesti tarkasteltiin mahdollisia korjuuvaurioita ja pohdittiin syitä niiden syntymiseen. Lisäksi kohteet valokuvattiin kattavasti, jotta myöhemminkin mielikuva kohteesta säilyy oikeanlaisena.

4.1.1 Online-mittausmenetelmä

Maastotarkastuksissa harvennusjäljen tarkastukseen käytettiin Metsätehon Online-mittausmenetelmää, jota käytetään myös UPM:n korjuuntarkastuksissa (kuva 5, s. 13). Siinä leimikolta määritetään ajouraväli etsimällä leimikolta pääsuunta ja laskemalla pääsuuntaa vasten avattujen ajourien lukumäärä. Pääsuunnassa mitataan kahden äärimmäisen ajouran etäisyys

keskilinjalta, ja jaetaan etäisyys ajourien lukumäärällä. Ajouravälin laskenta tapahtuu koealamittauksien välillä. (Metsäteho, 2003)



Kuva 5. Metsätehon Online-mittausmenetelmän periaatepiirros käynnissä olevan työmaan mittausrutiinista. (Metsäteho Oy, 2003)

Koealamittauksia tehdään mittalinjoilta, joita tulee leimikolle minimissään kaksi, leimikon koon kasvaessa tulee mittalinjojakin enemmän. Mittalinja on 8 metriä leveä näytekaista, joka myötäilee ajouraa. Kaistalta lasketaan kaikki puut, jotka ovat enintään 4 metrin etäisyydellä ajouran keskilinjalta. Näytekaistojen mittauskohdista määritetään ajouran leveys, puuston pituus ja jäävän puuston tiheys. Mittauskohdat on sidottu lukupuiden järjestysnumeroon, jotka ovat 10. puun kohdalla, 25. puun kohdalla, 40. puun kohdalla ja viimeinen mittaus tehdään 50. puun kohdalla. Kun kasassa on 50 lukupuuta, mittakaista päättyy. Kaista palataan lopuksi vielä alkuun ja matkalla lasketaan urapainamat ja vauriot, joita ei ensimmäisellä kerralla huomattu. (Metsäteho, 2003)

Mittaukset suoritettiin mahdollisuuksien mukaan kokoojaurilta ja mittalinjat aloitettiin leimikolle saavuttaessa kokoojauran alusta. Mittauksien aikana huomattiin, että kaistojen pituus riippuu lukupuiden määrästä, harvapuustoisella kohteella kaistan pituus voi olla yli 300 metriä ja tiheämmässä puustossa alle 200 metriä. Se täytyi ottaa huomioon, kun mittauksia aloitettaessa mietittiin mittalinjojen sijoittelua leimikolle.

Mittalinjoille kertyvien korjuuvaurioiden ja ajourapainumien määrää tarkastellaan koko leimikkoa edustavalla tavalla. Mikäli koelinjalle osuu leimikon ainoat urapainumat, täytyy miettiä sen vaikutusta koko leimikon korjuun onnistumiseen.

4.1.2 Mittausvälineet

Mittausvälineinä maastotöissä käytettiin relaskooppia puuston pohjapinta-alojen mittaamiseen, hypsometriä puuston pituuden määrittämiseen ja laser-etäisyysmittaria ajouraleveyksien ja ajouraväljen mittaamiseen. Lisäksi käytettiin suorassia turpeen paksuuden määrittämiseen, jolla maaperän luokitus voitiin varmistaa turvekerroksen perusteella kivennäis- maan, turvemaan ja suon välillä.

Laser-etäisyysmittaria käytettiin ajouraväljen mittaamiseen seisomalla ajouran ulkoreunassa ja laserpiste osoitettiin seuraavalle uralle vastaavaan kohtaan selkeästi erottuvaan kohteeseen, kuten puuhun tai kiveen. Etäisyysmittarin kanssa täytyy ottaa huomioon mittauskohteen sijainti toisella ajouralla vastaamaan mittauspaikkaa, jotta mittaustulos olisi oikein.

Laser-etäisyysmittarilla määritettiin myös ajouran leveys jokaisesta mitauskohdasta sitä seuraavan 10 metrin matkalta. Siltä matkalta mitattiin kummaltakin puolelta ajouraa lähimpänä olevien puiden etäisyys uran keskilinjasta ja niiden yhteenlasketusta tuloksesta saatiin ajouran leveys.

4.2 Haastattelut

Tutkimukseen tehtiin maastotarkastusten ohella myös haastatteluja. Haastatteluun saatiin suokoneketjun hakkuukoneen kuljettajat Antti Heikkilä ja Juha Härkönen. Heikkilää haastateltiin kahdesti maastokäynneillä korjuuntarkastuksen yhteydessä sekä vielä puhelimitse. Haastatteluille ei ollut valmista kyselypohjaa, mutta siihen suunniteltiin etukäteen suuntaa antava runko (Liite 1.).

Suokoneketjusta haastateltiin myös ajokoneenkuljettajia Ari Kerästä ja Jyrki Juurista maastokäynnin yhteydessä ja puhelimitse. Tutkimukseen haluttiin myös heidän näkemyksiään sovellusten hyödyntämisestä, sillä ajokone joutuu harvennushakkuilla seuraamaan hakkuukoneen tekemiä ajouria. Hakkuukoneen kuljettajan reittivalinnat vaikuttavat suoraan lähikuljetuksenkin onnistumiseen. (Järvinen, 2018. s. 9-10)

Haastatteluissa haluttiin kuulla mielipiteet korjuukelpoisuuskartasta ja Ajourakoneen kokoojaurahdotuksesta juuri meneillään olevalle kohteelle. Tärkeää oli kuulla mielipide aineistojen hyödynnettävyydestä kohteella sekä yleisesti työn apuna. Lisäksi otettiin ylös kehitysehdotuksia sovelluksiin.

UPM:n korjuusuunnittelijoista haastateltiin metsäasiantuntija Mikko Piri-lää ja metsäasiantuntija Timo Lassilaa, jotka olivat tehneet tutkimusleimikoiden korjuusuunnitelmat. Näissäkin haastatteluissa haluttiin kuulla mielipiteitä tuotteiden käytettävyydestä tällä hetkellä ja mahdollisia kehitysideoita, miten tuotteista voisi saada nykyistä enemmän informaatiota. Metsäkonepalvelu Oy:n toimihenkilöistä haastateltiin operaatioesimies Sirpa Henttosta ja operaatioesimies Jaakko Lainetta. Henttonen ja Laine toimittivat myös leimikkokartat sekä tarvittavat yhteystiedot ja korjuuai-kataulut tutkimuksen tekoon.

4.3 Leimikoiden korjuukalusto

Puunkorjuussa metsäkoneketju muodostuu yleensä hakkuukoneesta ja ajokoneesta. Hakkuukone kaataa, karsii ja katkoo puut metsässä ja ajokone kuljettaa ne metsästä pinoon tien varteen odottamaan kaukokuljetusta puun käyttäjille. Lähtökohtaisesti Suomessa kantavammille kivennäismaille tarkoitetut hakkuukoneet ovat joko 6- tai 8-pyöräisiä ja ajokoneet lähes poikkeuksetta kaikki 8-pyöräisiä. (Luonnonvarakeskus, 2015)

Metsäkoneet varustellaan kivennäismaille lähes aina ketjuilla, teloilla tai molempia yhdistämällä lisäämään pitoa, suojaamaan renkaita sekä myös parantamaan kantavuutta. Heikommin kantavilla mailla kantavuuden parantaminen on suurin syy telojen käyttöön, jotta koneet eivät uppoa ja korjuutyö saadaan tehtyä maastoa ruhjomatta.

Pehmeille maille tarkoitetut suokoneet tarkoittavatkin leveillä, kantavilla teloilla varustettuja metsäkoneita. Lähiaikoina kantavat suotelat ovat kasvattaneet suosiotaan ja monet ovat ottaneet käyttöön Koneosapalvelu Oy:n kehittämät KOPA-telat, jotka lisäävät koneiden kantavuutta pehmeillä mailla (kuva 6, s. 16). Myös tutkimuksen leimikot harventaneet Metsäkonepalvelu Oy:n suokoneet on varusteltu KOPA-teloilla. (Koneosapalvelu, 2018)



Kuva 6. Koneosapalvelu Oy:n KOPA kantavat telat kuormatraktorissa. (Koneosapalvelu, 9.1.2019)

Kantavuuden lisäämiseksi vaihtoehtona on myös metsäkoneen takarungon akselivälin pidentäminen, kuten John Deere 1210G pidennetyllä takatelillä ja teloilla, jolloin kuormatraktorin maastoon koskevaa ja kantavaa pinta-alaa saadaan kasvatettua (John Deere, 2019.)

Myös renkaiden määrää voidaan kasvattaa kymmeneen. Tätä tapaa käytetään painavammissa kuormatraktoreissa, joihin on lisätty taakse kuormatilan alle lisäakseli, jolloin saadaan entistä enemmän kantavaa pinta-alaa varsinkin teloja käytettäessä. Suuremmalla rengas- ja telapinta-alalla maahan kohdistuva pintapaine vastaavasti pienenee ja painuminen on vähäisempää. (Airavaara, Ala-Ilomäki, Högnäs & Sirén, 2008a) Ponsen ajokoneita on saatavilla kymmenpyöräisenä, joko kiinteällä tai hydraulisesti toimivalla lisäakselilla (kuva 7, s. 17) (Ponsse, 2019.)



Kuva 7. Ponsse Wisent 10w kuormatraktori, jossa lisäakseli takarungossa kantavuuden parantamiseksi. (Ponsse, 9.1.2019)

Myös maanpinnan rikkoutuminen vähenee kantavuuden parantuessa, mutta käännoksissä pidempi, lisäakselilla varustettu takateli voi joissain tapauksissa aiheuttaa enemmän maanpinnan leikkautumista kuin lyhyempi kahdella taka-akselilla oleva ajokone.

Metsäkonepalvelu Oy:llä suokoneketjuun kuuluu John Deere hakkuukone varustettuna KOPA:n kantavilla teloilla, edessä 1 100 mm leveinä ja takana 900 mm. Lisäksi suokoneessa on tärkeää olla mahdollisimman pitkä nosturin puomi, 10–11 metriä, jotta ulottuvuutta on tarpeeksi paljon ajourien välien korjuuseen sekä voidaan välttää turhia pistoja ja peruutuksia. Peruutukset aiheuttavat lähes aina pehmeillä mailla painaumia 6-pyöräisillä hakkuukoneilla. Siitä syystä 8-pyöräisyys tulee tulevaisuudessa lisääntymään myös hakkuukoneissa sen parempien maasto-ominaisuuksien takia. (Heikkilä, haastattelu 9.1.2019)

Suokoneketjun ajokone on Logset-merkkinen kuormatraktori, joka on niin ikään varustettu pehmeiden maiden korjuuseen KOPA:n kantavilla teloilla, leveydeltään 1 000 mm sekä edessä että takana. Suokoneketjun käytössä oleva ajokone on kokoluokaltaan hieman hakkuukonetta pienempi, jotta pehmeää maastoa rasitettaisiin vähemmän. Täyteen lastattuna ajokone voi painaa lähes tuplasti saman kokoluokan hakkuukoneeseen verrattuna, joten suurin osa urapainumista tulee ajokoneen edestakaisista ajokerroista leimikolta varastopaikalle. (Keränen ja Juurinen, haastattelu 11.1.2019)

4.4 Tutkimuskohteiden sääolot

Sääolot vaikuttavat suoraan korjuukelpoisuuteen ja näin korjuun onnistumiseen. Kesä ja syksy 2018 olivat omien havaintojen pohjalta sääolojen suhteen kuivia, mikä paransi korjuuolosuhteita. Tutkimuksessa selvitettiin, millaiset sääolot olivat leimikoilla 4 viikkoa ennen korjuuta. Säähavainnot poimittiin Ilmatieteenlaitoksen säähavaintojen latauspalvelusta saatavasta tilastosta.

Eniten kiinnostivat sadanta ja lämpötila, joten tilastoista haettiin viimeisen 4 viikon ajalta sademäärät ja lämpötilat. Tarkkuus havainnoilla oli vuorokausi, eli vuorokauden aikainen sadanta sekä keskilämpötila. Säätieto kerättiin tutkittavaa leimikkoa lähimpänä olevan Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoasemien havainnoista.

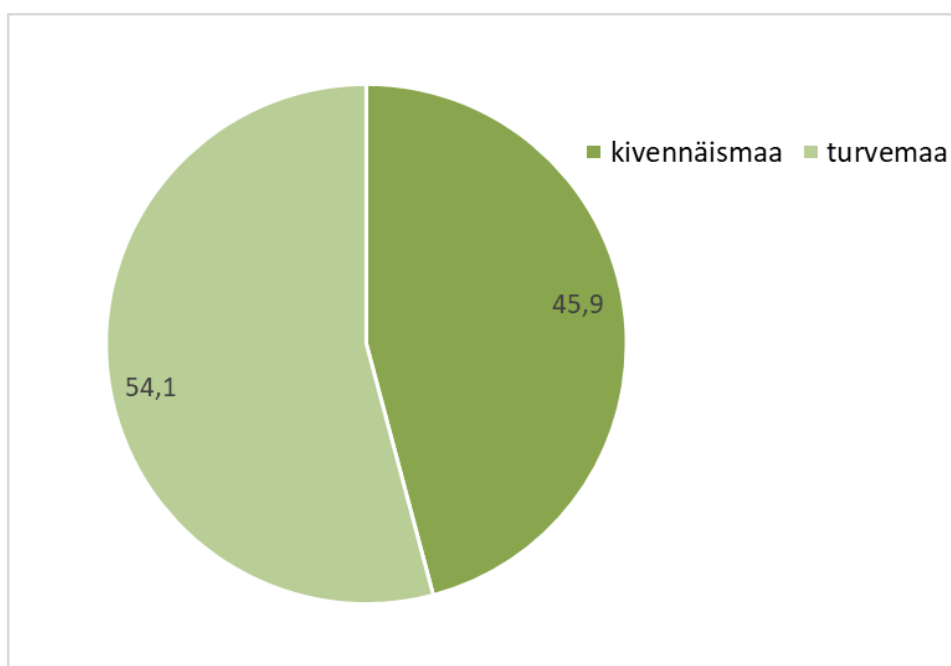
Kaikilta havaintoasemilta ei ollut saatavilla sademäärää, joten osittain havaintoja jouduttiin yhdistämään kahden eri havaintoaseman tuloksista. Hattulan Lepaan eikä myöskään Hämeenlinnan Lammin Evon asemalta saanut sademäärätietoa ollenkaan. Näin ollen käytettiin lähintä mahdollista vaihtoehtoa, joka oli Hämeenlinna Lammin Pappilan asema tai Hämeenlinna Katisen havaintoasema. Nihattulan kohteella käytettiin Jokioisten Ilmalan havaintoasemaa.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tulokset muodostettiin maastomittauksista saaduista tunnuksista, jotka kirjattiin maastossa maastolomakkeille ja myöhemmin Excel-taulukkoon. Mittauksista saaduista luvuista johdettiin kaavioita, jotka kertovat havainnollisesti maaston ominaisuuksista hakkuun jälkeen.

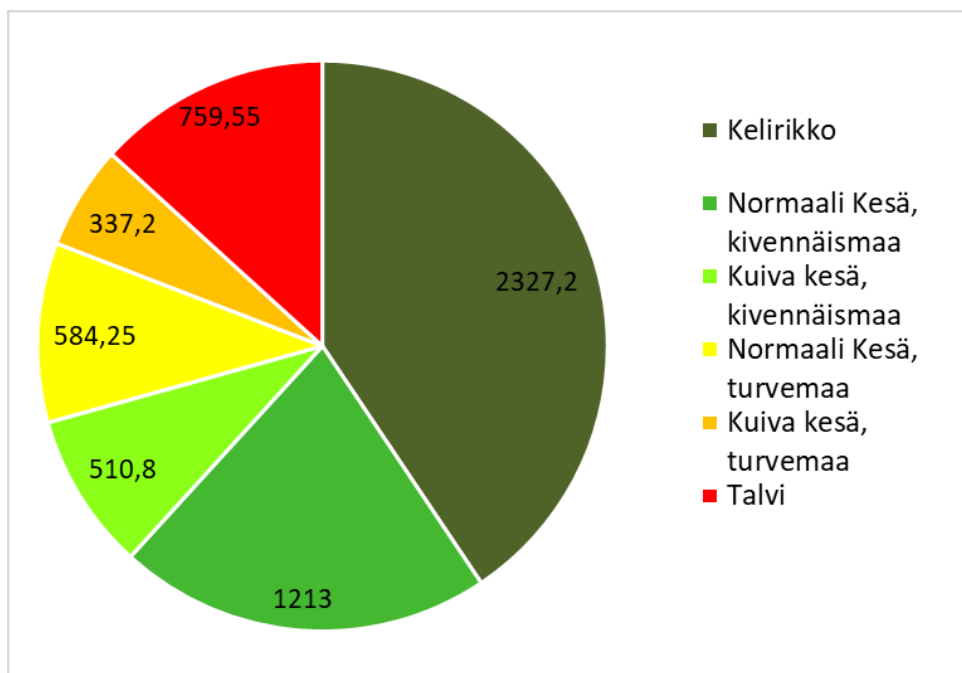
5.1 Leimikoiden koelinjat

Tutkimukseen valittujen leimikoiden maalajit jakautuivat melko tasaisesti turve- ja kivennäismaan välillä (kuva 8). Kuviokohtaisista maalajeista johdetulla tuloksella tarkastetusta pinta-alasta 54,1 % (64,8 ha) on turvemaata ja 45,9 % (54,9 ha) kivennäismaata. Lukumäärällisesti tarkastettavia kuvioita on 36 kpl, joista 22 kpl on kivennäismaata ja 14 kpl turvemaata. Turvemaasuutta pinta-alaan verrattaessa kasvattaa se, että turvemaakuviot ovat kooltaan suurempia, mikä on korjuun kannattavuuden takia suositeltavaa.



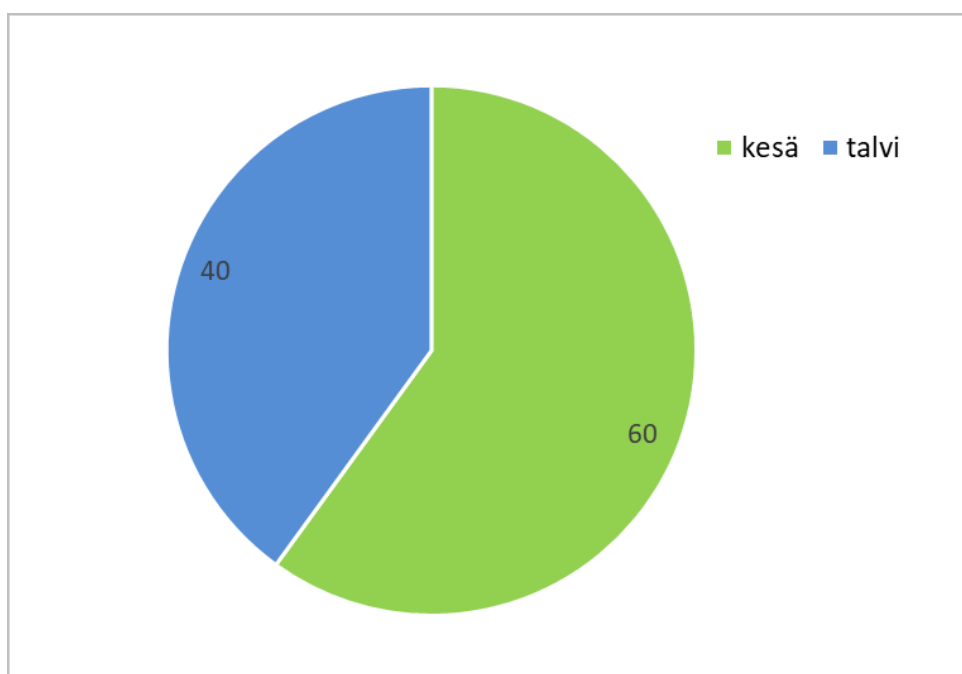
Kuva 8. Maalajijakauma tutkimuksessa.

Koelinjat sijoittuivat leimikoilla kaikille korjuukelpoisuusluokille (kuva 9, s. 20). Eniten koelinjoja osui kelirikolluokitukselle 2 327 metrin matkalla ja normaalin kesän kivennäismaan korjuukelpoisuusluokitukselle 1 213 metrin matkalla. Muille korjuukelpoisuusluokille koelinjoja jakautui tasaisesti. Vähiten koelinjoja mitattiin kuivan kesän turvemaata luokituksesta, joka johtui sen pienestä kokonaispinta-alasta tutkimuksessa.



Kuva 9. Korjuukelpoisuuskartan korjuukelpoisuusluokitusten jakautuminen koelinjoille, m.

Perinteisellä karkeammalla luokituksella koelinjoista kesäkorjuukelpoisia oli 60 % ja talvikorjuukelpoisia 40 % (kuva 10).



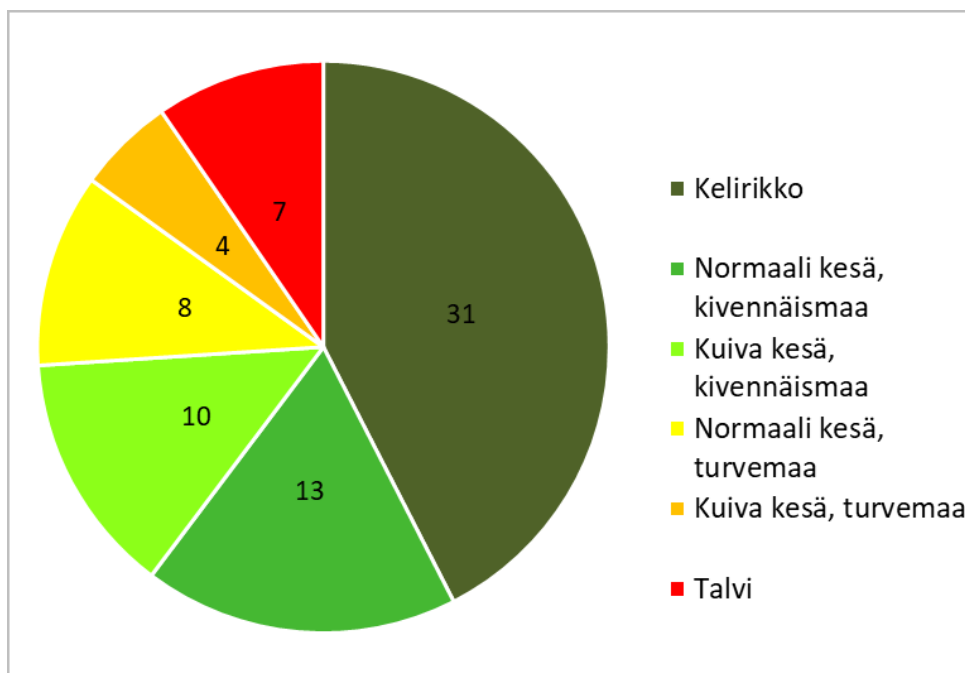
Kuva 10. Perinteisen korjuukelpoisuusluokituksen jakaantuminen tutkusalueille, %.

5.2 Korjuuvauriot

Korjuuvaurioita koelinjoilla oli yhteensä 73 kpl, niistä juuristovaurioita 24 kpl ja runkovaurioita 49 kpl. Vaurioista 32 kpl sijaitsi ensiharvennusaloilla ja 41 kpl harvennushakkuualoilla. Korjuuvaurioista suuri osa, 31 kpl havaittiin kelirikkoluokituksella, loput korjuuvauriot jakautuivat tasaisemmin muille korjuukelpoisuusluokituksille (kuva 11). Ne jakautuivat melko samassa suhteessa kuin korjuukelpoisuusluokitukset pinta-alalle.

Juuri- ja runkovaurioita oli tutkimuksessa kaikilla leimikoilla alle 5 % lukupuista, joten tulos on hyvällä tasolla. Tyydyttävälle tasolle luokiteltiin vain kaksi koelinjaa. Toinen linja oli kelirikkoluokituksella ja sen juuristovaurioprosentiksi saatiin 6 %. Toinen koelinja oli kuivankesän kivennäismaalla, jolla oli myös 6 % vauriopuita lukupuista. Juuristovaurioprocentin keskiarvo on koko tutkimuksessa 3,4 %.

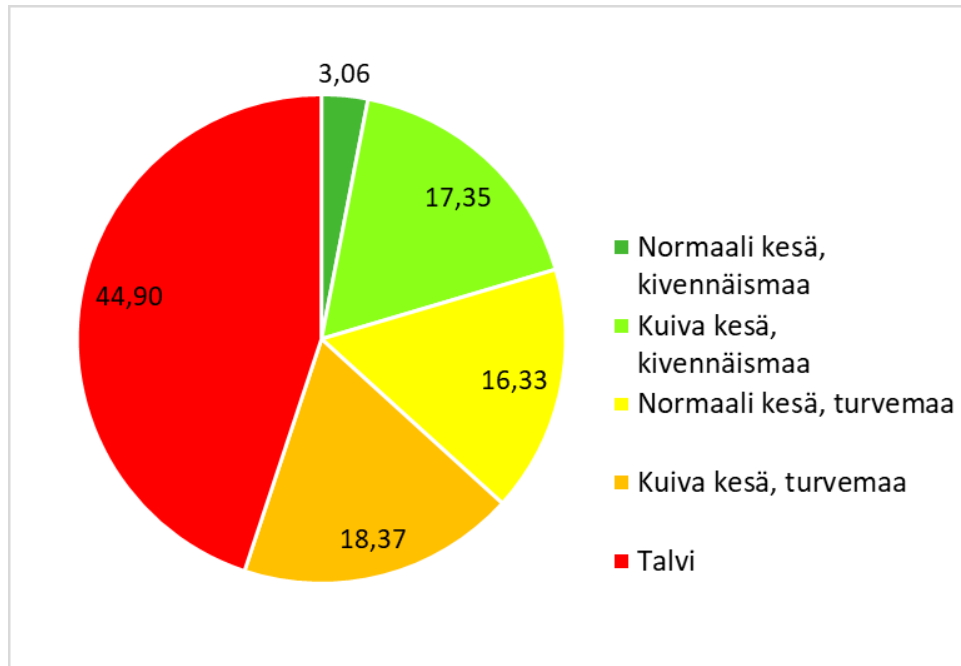
Runkovauriota havaittiin epätasaisesti. 80 %:lla koelinjoista oli vain 1 tai 2 runkovauriota, tähän tulokseen oli yleisesti yltänyt suokoneketju. Lopuilla kohteilla runkovaurioprocentti luokiteltiin tyydyttäväksi, sillä se vaihteli 6-10 % välillä. Keskimäärin runkovaurioprocentti oli 3,5 %.



Kuva 11. Runko- ja juurivaurioiden sijoittuminen korjuukelpoisuusluokille

5.3 Urapainumat

Urapainumia havaittiin tutkimuksessa 98 metriä. Niistä kaikki sijoittuivat harvennushakkuualoille. Kuvassa 12 on suhteutettu urapainumat korjuukelpoisuusluokittain. Kelirikolluokituksella ei havaittu urapainumia, sen sijaan talvikorjuukohteilla oli lähes puolet urapainumista. Urapainumista 80 % havaittiin turvemaalla ja 20 % kivennäismaalla. Kivennäismaan matalaa prosenttia selittää kelirikoleimikoiden suuri osuus kivennäismaiden leimikoista. Turvemaita oli tutkimuksessa pinta-alallisestikin enemmän.



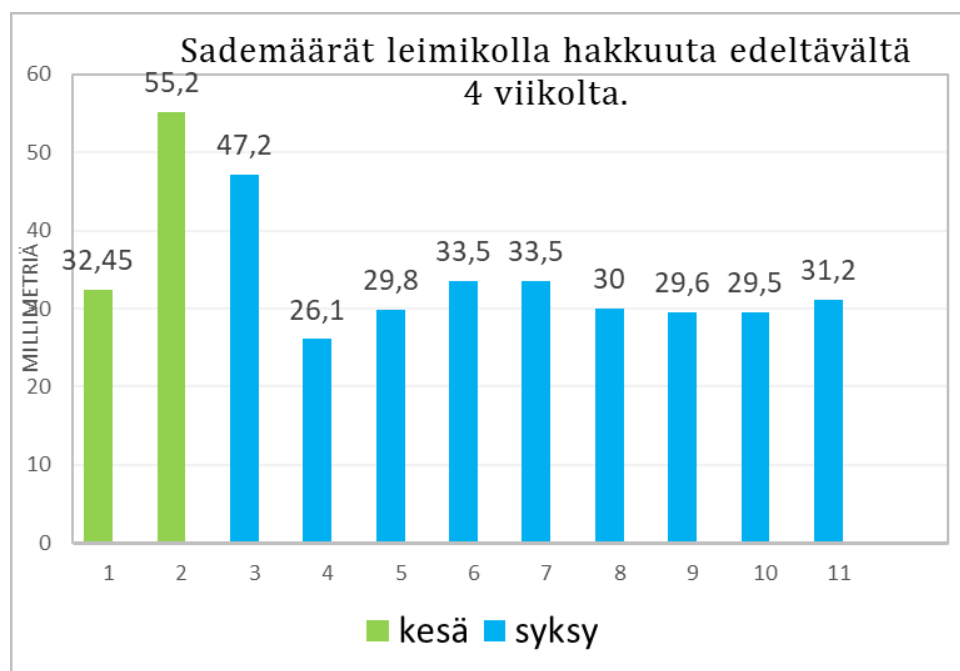
Kuva 12. Urapainumien prosentuaalinen jakaantuminen korjuukelpoisuusluokille.

Urapainumaprosentti ei kohonnut lakirajan yli kertaakaan tutkimuksessa. Kivennäismaiden urapainumaprosenttien keskiarvo on 3,6 %, mikä on hyvän rajoissa. Kivennäismailla yhdellä leimikolla ylitettiin 5 %:n raja 5,5 %:n tuloksella, mikä luokiteltiin tyydyttäväksi. Turvemaiden urapainumaprosenttien keskiarvo on 5,5 %, joka sekin on turvemaan hyvän viitearvon sisällä, sillä turvemaiden olivat mäntyvaltaisia. Korkein turvemaiden oleva urapainumaprosentti oli 7,4 % ja se oli kokonaan talvikorjuuluokituksen alueella.

Ajouraleveyden keskiarvot mittalinjoilla vaihtelivat 4,7 metristä 5,8 metriin ja pysyivät pääasiassa 5 metrin molemmin puolin kaikilla tutkimuskohdeilla. Keskimääräinen ajouraleveys koko tutkimuksessa kaikkien kohteiden kesken oli 5,1 metriä, joka on myös hyvä tulos.

5.4 Sääolot

Kuvassa 13 on esitetty sadekertymät leimikkokohtaisesti 4 viikkoa ennen hakkuuta. Vihreällä värillä on kesäaikaan kesä-elokuussa hakatut leimikot ja sinisellä syksyn aikana syys- ja marraskuun välillä hakatut leimikot. Hämeenlinnassa kesän keskimääräinen sademäärä vuosina 1981–2010 on ollut 219,7 mm ja syksyn keskimääräinen sademäärä 167,9 mm. Vuonna 2018 kesän sademäärä oli 148,4 mm ja syksyn 113,1 mm, jotka ovat selvästi keskiarvoja pienemmät. Sadekertymää verrattaessa Ilmatie-teenlaitoksen pitkänajan keskiarvoihin, huomataan, että kesä ja syksy 2018 ovat olleet Etelä-Suomessa tavallista vähäsateisemmat.



Kuva 13. Sadekertymät leimikoilla hakkuuta edeltävältä 4 viikolta.

Ilman lämpötilan keskiarvo Hämeenlinnassa vuosina 1981- 2010 on ollut kesällä 15,4 °C ja syksyllä 4,7 °C. Vuonna 2018 vastaavat luvut ovat kesältä 17,7 °C ja syksyltä 6,9 °C. Kesä ja syksy ovat kokonaisuudessaan olleet myös hieman tavanomaista lämpöisempiä. Lämmin ilma on lisännyt haihtumista, joka on puolestaan lisännyt kuivuutta. Korkein sademäärä on kohteilla 2 ja 3. Kohteella 2 hakkuut on lopetettu 24.7.2018, joten heinäkuussa on ollut sateisinta. Kohteella 3 hakkuut on lopetettu 27.9.2018. Kummasakin tapauksessa sademäärä on kuitenkin keskimääräistä pienempi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tutkimuksessa oli mukana 11 erikokoista ja ominaisuuksiltaan vaihtelevaa leimikkoa Kanta-Hämeen alueella. Tutkimuksen tulokset edustavat vain Kanta-Hämeen aluetta, eikä tuloksia voi verrata kaikkialle Suomeen. Tutkimuskohteista yli puolet olivat korjuukelpoisuudeltaan kesäkorjuukelpoisia ja alle puolet talvikorjuukelpoisia leimikoita (sivu 20, kuva 10). Kasvu- ja paikkaluokituksestaan turvemaita on pinta-alasta hieman yli puolet ja vastaavasti kivennäismaita hieman alle puolet (sivu 19, kuva 8).

Näistä tuloksista voi päätellä, että turvemaita on hakattu myös kesäaikaan ja kulunut tavanomaista lämpöisempi ja kuivempi kesä paransi huomattavasti turvemaiden korjuumahdollisuuksia. Asiaan vaikutti varmasti myös turvemaiden korjuussa käytetty suokoneketju, jolla pehmeiden maiden korjuu onnistuu muulloinkin kuin maan ollessa jäässä. Tutkimuksien mukaan turvemaille varusteltu metsäkone parantaa korjuuluokitusta yhdellä luokalla, luokituksen parantumista tukee myös kuiva jakso (Metsäteho, 2011).

Tutkimuksessa havaittiin myös, että talvikorjuukelpoisiksi määritetyt kohteet on pystytty korjaamaan myös kesäaikaan, sillä tutkimuksemme mukana olleet leimikot on hakattu kevään 2018 ja syksyn 2018 välisenä aikana. Aineistosta oli perinteisen korjuuluokituksen mukaan talvikorjuukohteiksi luokiteltuja leimikoita 40 %.

Hakkuumahdollisuuksien lisääntyessä turvemaidella, sulanmaanaikaista korjuuta tuleekin rohkeasti toteuttaa. Normaalisti lähes kaikki turvemaat on automaattisesti luokiteltu talvikohteiksi. Korjuukelpoisuuskartan tarkemman luokittelun myötä koelinjoja oli talvikorjuukohteille osunut kuitenkin vain 13 %. Tämä kertoo siitä, että perinteistä korjuukelpoisuusluokitusta on pystytty tarkentamaan merkittävästi, kun mukaan on otettu kuivuuden vaikutus. Normaalin kesän ja kuivan kesän turvemaa – luokituksia oli tutkimusaineistosta yhteensä 16 %.

6.1 Korjuuvauriot

Tutkimuksessa turvemaiden suuresta osuudesta ja niiden sulanmaan aikaisista hakkuista huolimatta korjuuvauriot pysyivät hyvällä tasolla. Leimikoilla havaittujen korjuuvaurioiden syitä pohdittiin maastohavaintojen perusteella. Juuri- ja runkovaurioissa ei ollut kyse korjuukelpoisuuden väärin arvioinnista, sillä paremmalla havutuksella olisi voitu estää niistä suurin osa (kuva 14, s. 25). Myös lumi suojaa tehokkaasti juuristovaurioilta, mutta tutkimuksessa havaittujen vaurioiden takia leimikoita ei olisi kannattanut siirtää talvikohteiksi, sillä vaurioita oli niin vähän. Myös hieman leveämmät ajourat ensiharvennusalajoilla olisivat alentaneet juuristovaurioprosenttia.



Kuva 14. Juuri- ja runkovaurio. (Kuva: Vilja Turppa 2018)

Urapainumien kohdalla oli syytä pohtia tarkkaan korjuuajankohdan merkitystä niiden syntymiseen. Vaikka urapainumista lähes puolet oli talvikorjuukelpoisilla leimikoilla ja ne oli hakattu sulan maan aikaan, ei kohteissa kuitenkaan aivan suoraan ollut väärä korjuuajankohta. Urapainumien syntymiseen johti päätelmiemme mukaan yleisimmin jyrkkä mutka sekä ajouran heikko havutus. Jyrkkiä mutkia havaittiin pitkänmuotoisilla hakkuukuvioilla ojasarkojen päissä. Tällaisessa tapauksessa mutkia ei kuitenkaan ole maaston takia mahdollista välttää.

Heikko havutus olikin tutkimuksessa toinen yleinen syy urapainumille. Ajourien havutuksen kannalta mänty on huono puulaji, sillä korjuussa siitä

saadaan vähän oksia ja havuja uralle maaston suojaksi. Havaitut urapainumat olivat harvennushakkuukuvioilla ja yleisesti talvikorjuukohteilla. Talvikorjuukohteet ovat usein turvemaita ja tutkimuksessa mukana olleista turvemaakohteista 80 % oli mäntyvaltaisia rämeitä ja loput 20 % korpia.

Tutkimuskohteilla havaittiin myös, että puusto oli hakkuun jäljiltä harvaa, mutta siitä huolimatta ajourille ei ollut kertynyt havuja paikoin laisinkaan. Tästä voitiin päätellä, että puusto ennen hakkuuta ei ollut kovin tiheää. Ajourapainumia havaittiinkin eniten vähäpuustoisilla alueilla ja paikoilla, joissa poistumaa on kertynyt vähän. Tästä hyvänä esimerkkinä on kuva 15. Osalla kuviota kasvoi isoja kuusia melko harvassa. Kuusista poimittiin harvennushakkuun yhteydessä vain muutamia. Muutamasta isosta kuusesta ei kertynyt riittävästi havumassaa ajouralle, minkä seurauksena maastoon oli syntynyt urapainumia.

Urapainumia oli kyseisellä kohteella paikallisesti käänöksien kohdalla ja urapainumaprosentti lohkolla oli 5,5 %. Painumaprosentti on siis vielä hyvän rajoissa turvemaalla ollessa. UPM:n ollessa maanomistaja, tämä on hyvä tulos. Yksityisessä omistuksessa olevalla turvemaalla tämän kaltainen tulos voisi mahdollisesti aiheuttaa keskustelua ja vaikuttaa asiakassuhteeseen. Tällaisilla kohteilla, missä poistuma on vähäistä ja kohde on luokiteltu talvikohteeksi, voisi harkita sen kiertämistä tai jopa suoraan päätehakkuuta.



Kuva 15. Urapainuma talvikorjuukohteella harvennushakkuulle päin.
(Kuva: Vilja Turppa 2018)

Ensiharvennuskohteilla ajourista tulee kantavampia, sillä urille kertyy korjuutähteitä jo ajouralta poistettavasta puustosta. Lisäksi alla on tuore juurakko. Harvennushakkuun ajourilla juurakkoverkosto on lahonnut ja puus-toa ei enää poistu ajourilta. Harvennushakkuissa olisikin tärkeää, että leimikolta poistuu runkoja niin paljon, että ajouralle kertyisi riittävä havutus.

6.2 Korjuuvaurioiden ehkäiseminen

Korjuuvaurioiden syntymistä ehkäisee oikean korjuuajankohdan lisäksi metsäkoneenkuljettajan ammattitaito ja huolellisuus. Koneenkuljettajien tekemät päätökset leimikolla ovat merkittäviä. Pehmeät painanteet täytyy tunnistaa ja kiertää, jotta painumia ei syntyisi. Ajourasuunnittelu tehdään pääasiassa maastokartan pohjalta tulkinnanvaraisesti. Epävarmimmissa kohdissa tehdään maastokävelyitä ja varmistutaan maaston kantavuudesta.

Maastossa huomattiin, että korjuuvaurioiden määrä oli pienempi turve-
maakohteilla verrattaessa puhtaasti kivennäismaan kohteisiin. Koneenkuljettajien välillä on osaamisessa eroja ja pienet puutteet huolellisuudessa tulivat tutkimuksessa esiin.

Kuljettajien osaamista tai kokemusta ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan tutkittu tämän enempää. Urapainumien ehkäisyyn he olivat pyrkineet löytämään ratkaisuja osaamisensa puitteissa. Hyvin tyypillinen korjuuvaurio, joka johtuu koneenkuljettajan huolimattomuudesta, on yksittäisessä rungossa oleva runkovaurio (kuva 16, s. 28). Sen syntymisen syytä on jälkikäteen vaikea arvioida varmasti, mutta todennäköisesti se on tullut kaadettaessa viereistä puuta. Tällaiset vauriot ovat melko tavallisia, eikä kaikkia voida välttää.



Kuva 16. Runkovaurio koivussa noin 2 metrin korkeudella. (Kuva: Vilja Turppa 2018)

Urapainumia voidaan ehkäistä karsimalla poistettavien puiden oksat ja latvat ajouralle, jotta saadaan maata ja juuria suojaava havutus (Kuva 17 ja 18, s. 29). Riittävä havutus on erityisen tärkeää turvemailla ja kivennäismaiden kuusikoissa, tarvittaessa heikosti kantavia kohtia voidaan vahvistaa kuljettamalla lisähavuja muualta hakkuualueelta. Todella heikosti kantaviin pehmeisiin kohtiin voidaan tehdä kuitupuuteloja vähäarvoisesta puutavarasta. (Airavaara, Ala-Illomäki, Högnäs & Sirén, 2008)



Kuva 17. Havutus on ollut riittävä eikä urapainumia ole syntynyt talvikorjuukohteelle. (Kuva: Vilja Turppa 2018)



Kuva 18. Hyvä havutus hakkuun jäljiltä, korjuukelpoisuusluokka on kuiva kesä kivennäismaalla. (Kuva: Vilja Turppa 2018)

Pehmeiden kohtien läpiajamista tulisi välttää, etenkin kokoojaurat tulisi tehdä leimikon kovimmille kohdille. Pehmeille kohteille voi tehdä pistoja,

joilta hakkuukone pystyy kaatamaan puut ja tuomaan ne lähemmäs kantavampaa uraa. Karsimalla puut kovemmalle uralle saadaan sen kantavuutta ja juurien suojausta lisättyä havumaton avulla. Puiden lähikuljetuksessa metsästä tien varteen tulisi aina päästä ajamaan pehmeältä kovalle maalle. (Keränen ja Juurinen, haastattelu 11.1.2019)

Varsinkin ensiharvennuskohteilla korjuu-urien sijaintia täytyy miettiä tarkkaan, sillä urat vaikuttavat tulevaisuudessa harvennushakkuiden ajouriin. Aikaisemmat urapainumat ensiharvennuksessa myös lisäävät uusien syntymistä myöhemmissä harvennuksessa, joten on tärkeää välttää urien syntymistä jo ensiharvennusvaiheessa (Koneviesti, 2018).

Haastatteluissa nousi esiin myös ennakoraivauksen tarpeellisuus. Varsinkin kohteilla, joilla on runsas kuusialikasvos, se haittaa pimeällä työskentelyä aiheuttaen voimakkaita varjoja maastoon. Tällaisilla kohteilla työskentely on hidasta ja ajourien suunnittelu vaikeampaa kuin avoimessa maastossa. Leimikolla työskentely on myös päivänvalossa vaikeaa, jos edessä on tiheä alikasvos. (Heikkilä, haastattelu 9.1.2019)

6.3 Korjuukelpoisuuskartta

Korjuukelpoisuuskartta on helppo ja nopea tapa tutustua ennakkoon maaston kantavuuteen ja korjuuseen vaikuttaviin ominaisuuksiin. Sen avulla leimikosta saa tietoa käymättä maastossa, mutta ei kuitenkaan korvaa maastokäyntiä vaikeakulkuisilla kohteilla.

6.3.1 Haastattelut

Tutkimukseen liittyen haastateltiin neljää metsäkoneenkuljettajaa sekä neljää metsäammattilaista, jotka voisivat käyttää kyseisiä aineistoja työssään. Heiltä saatiin työelämän näkemyksiä aineistojen käytettävyyteen ja vaatimuksiin, jotta niistä olisi hyötyä ja lisäarvoa työn tekemisessä. Haastattelujen kysymyspohja on liitteenä 1.

Korjuukelpoisuuskartta oli tuttu lähes kaikille haastatelluille. Metsäasiantuntijoilla ja operaattoreilla se on käytössä ainakin jollakin tapaa jo nyt, pääasiassa sitä saatetaan vilkaista, mikäli korjuukohde on vieraammalla sijainnilla. Se antaa hyvän ennakokäsityksen korjuukelpoisuudesta. Se miten kukin karttaa tulkitsee, on kiinni kokemuksesta ja kartanlukutaidoista. Karttojen käyttö perustuu lähinnä omaan aktiivisuuteen ja mielenkiintoon. Haastatelluista yksi metsäasiantuntija on ladannut korjuukelpoisuuskartat Metsäkeskuksen WMS-palvelun kautta omalle työasemalle. Yksi metsäasiantuntija käyttää korjuukelpoisuuskarttaa selainversiossa.

Korjuukelpoisuuskarttaa käytetään eniten silloin, kun toiminta-alue on vieraampi ja siihen halutaan perehtyä ennakkoon laajemmin. Haastateltavat

henkilöt tunsivat hankinta-alueensa pääsääntöisesti hyvin, joten karttaa ei käytetty sen takia, että alue olisi vieras.

Korjuukelpoisuuskartta on hyvä apuväline, kun etsitään kelirikkokohteiden ympäriltä suokoneelle hakkuukohteita. Korjuukelpoisuuskartta on helposti ymmärrettävä ja tulkinta on yksinkertaista, joten sen käytettävyys on hyvä.

Koneenkuljettajista kaikki eivät heti osanneet lukea korjuukelpoisuuskarttaa, mutta pienen esittelyn jälkeen se tuntui loogiselta ja helposti ymmärrettävältä. Se koettiin melko hyödylliseksi ja sitä voitaisiin käyttää, mikäli se saataisiin tuotua hakkuukoneen tietokoneelle. Korjuukelpoisuuskartan suuripiirteisyys kuitenkin hieman epäilytti kuljettajia. Kartta ei ole riittävän tarkka erottamaan kierrettävät kivikot tai pehmeiköt, mutta suuripiirteiseen ajouraverkoston suunnitteluun koko leimikolle se toimisi.

Muutama kehitysehdotus haastatteluissa saatiin, jotta korjuukelpoisuuskartasta saisi hyödynnettävämmän. Ehdotuksista nousi esiin toive sään mukaan päivittyvästä korjuukelpoisuuskartasta. Näin käytössä olisi aina ajankohtainen tieto korjuukelpoisuudesta. Lisäksi teiden kuljetuskelpoisuus olisi hyödyllinen lisä puunkorjuun kokonaisuuden kannalta, kun otetaan huomioon myös kaukokuljetuksen vaatimukset.

Vesiensuojelutyökalun rinnakkaiskäyttö korjuukelpoisuuskartan kanssa tuo lisätietoa alueen vesitaloudesta ja korjuukelpoisuudesta. Se on yksi työkalu lisää, mutta parantaa selkeästi ennakkokäsitystä valmisteltavasta alueesta. Haastateltavat metsäammattilaiset totesivatkin, että materiaalia ja karttoja on paljon saatavilla, jokainen hyödyntää niitä tarpeen mukaan ja työn kautta muodostuu tavat käyttää niitä parhaiten.

6.3.2 Korjuukelpoisuuskartan luotettavuus

Maastokäynneillä vertailtiin korjuukelpoisuuskartan luokitusta sijainnin osalta, kuten myös vetisyyttä ja kasvillisuutta ja arvioitiin korjuukelpoisuusluokan oikeellisuus. Kartan huomattiin pitävän erittäin hyvin paikkansa. 36:sta tarkastettavasta kuviosta kahdella kuviolla osa kuvion korjuukelpoisuudesta on määritetty paremmaksi kuin todellisuudessa. Kyseessä oli molemmissa tapauksissa kosteampi soistunut painanne. Painanteiden pienialaisuudesta johtuen, korjuukelpoisuuskartan tarkkuus ei ole riittänyt erottamaan niitä, mutta kokonaisuutta ajatellen niillä ei olekaan suurta merkitystä. Yksittäisten, pienialaisten ja korjuun kannalta vähäisten virheiden takia karttaa ei voi luokitella epäluotettavaksi.

Kartan tausta-aineistona käyttämässä Maanmittauslaitoksen kivennäis- ja turvemaakartassa ei havaittu tutkimusaloilla virheitä, joista olisi voinut johtua alueiden väärä korjuukelpoisuusluokitus. Maalajikartoissa on kuitenkin havaittu virheitä muissa tutkimuksissa, kuten Kimmo Olkinuoran opinnäytetyössä Korjuukelpoisuuskartta puunhankinnan operaatioiden työvälineenä, jossa turvemaata ja kivennäismaan luokitukset olivat joillakin

kohteilla menneet ristiin. Korjuukelpoisuuskartan käyttäessä monia eri aineistoja taustalla luokituksen tekemiseen, on virheen mahdollisuus jollakin niistä olemassa. Virheet taustakartoissa voivat vääristää korjuukelpoisuutta todellisuutta huonommaksi tai paremmaksi, mistä voidaankin tehdä päätelmä, että on syytä tutustua korjuukohteeseen maastossa ennen hakkuuta.

6.3.3 Mahdollisuudet ja kehittäminen

Korjuukelpoisuuskartta on nykyisessä muodossaan melko helppo ottaa korjuusuunnittelussa muiden suunnitteluohjelmien tueksi. Käytettävyyttä parantaa se, että se on paikkatietosovelluksissa yhtenä taustakartoista. Kartan katsominen ei vaadi vaikeaa tulkintaa, joten se on nopea työkalu, kun halutaan ennakkokäsitys leimikon korjuukelpoisuudesta. Korjuukelpoisuutta ei kuitenkaan voi nopealla vilkaisulla todeta varmasti koko leimikolle. Mikäli leimikon sisällä on paljon vaihtelua korjuukelpoisuusluokituksessa, on melko varmaa, että leimikolla on pehmeämpiä heikosti saavutettavia kohteita joukossa. Tällaisilla kohteilla on hyvä mieltä kokonaisuutta, ja määrittää korjuukelpoisuus heikoimman tai toiseksi heikoimman luokituksen mukaan. Hyvin kirjavilla kohteilla on maastokäynti ehdoton. Suositus kuitenkin on, että kaikilla kohteilla käydään.

Korjuukelpoisuuskarttaa kehitetään dynaamiseksi, sääolojen mukaan päivittyväksi kartaksi. Sääoloja mitattaisiin tietyn ajanjakson ajalta, ja sen mukaan kartta päivittäisi korjuukelpoisuutta. Lisäksi tieverkostolle ollaan kehittämässä kuljetuskelpoisuutta osoittavaa luokitusta. Tieverkoston kantavuutta on kuitenkin huomattavasti haastavampi arvioida, sillä teiden rakenne vaihtelee suuresti. Tien kantavuuteen toki vaikuttaa maan vetisyys, mitä voidaan vähentää hyvillä ojilla, mutta eniten tien kantavuuteen vaikuttaa tien rakenne. Murskemäärän ja pintasoran määriä ei pystytä luotettavasti laserkeilausaineistosta määrittämään. Teiden kantavuuksien tehokkaaseen määrittämiseen vaadittaisiin jokin muu tapa. (Seppänen, 2017)

6.4 Ajourakone

Ajourakone on sovelluksena uusi ja toimintatavaltaan perinteisestä korjuutyylisestä poikkeava. Tutkimuksessa saaduissa tuloksissa oli paljon eroavuuksia vertailtaessa Ajourakonetta perinteiseen korjuutapaan.

6.4.1 Haastateltujen näkemykset

Lähes poikkeuksetta Ajourakonepalvelu oli haastatelluille uusi, suurin osa heistä ei ollut kuullut siitä aikaisemmin. Esimerkki sovelluksen toiminnasta kuitenkin herätti mielenkiintoa. Ajourakoneen toimintaperiaate on hyvä ja sen arvioitiin olevan hyödyllinen varsinkin, kun toimitaan tuntemattomalla

alueella tai koneenkuljettaja on vielä kokematon työssään. Ajourakone olisikin juuri koneenkuljettajille hyvä työkalu.

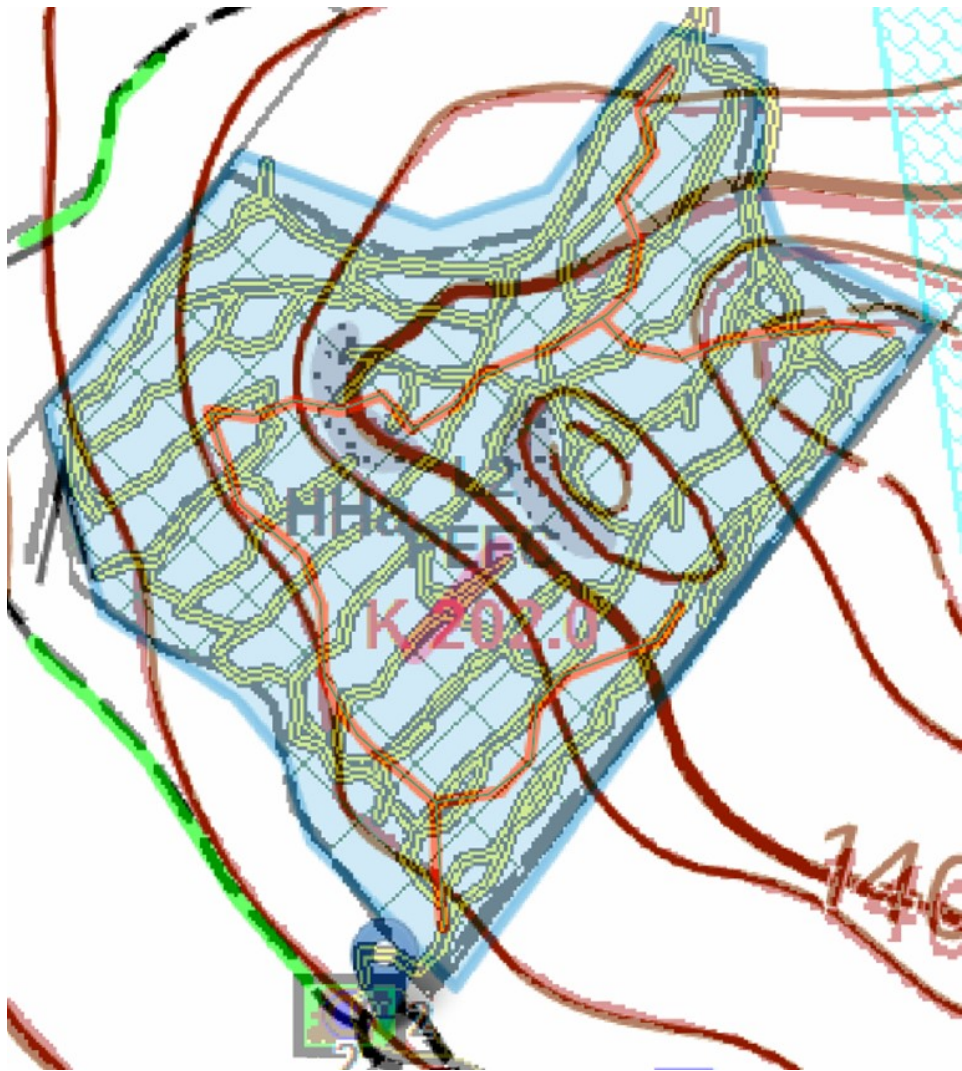
Ohjelman ominaisuudet eivät kuitenkaan ole vielä niin käyttäjäystävälliset, että sitä voisi ajatella päivittäiseksi apulaiseksi. Kehitysehdotuksena met-säasiantuntijoiden haastatteluissa ilmeni ainakin, että karttatuloksena jaettava tiedostomuoto pitäisi olla shape-tiedosto, sillä sitä tuetaan yleisemmin kuin nykyisin käytettävää GEOJSON-muotoa.

Toimihenkilöiden ja koneenkuljettajien näkemykset sovelluksesta erosivat lähinnä käyttöönottamisen osalta. Korjuun suunnittelijoille apusovellusten käyttö on yleisempää ja he voisivat Ajourakonettakin käyttää työssään muiden sovellusten lisäksi joissain määrin. Koneenkuljettajat ovat tottuneet tekemään työtään suurimmaksi osaksi peruskartan pohjalta ja Ajourakoneen kaltaisen apusovelluksen käyttäminen on vielä vieraampaa.

6.4.2 GPS-jälkien vertailu Ajourakoneen ehdotuksiin

Ajourakoneen toimivuutta tarkasteltiin 10:llä UPM:n ensiharvennus- ja harvennusleimikolla. Tarkastelu tehtiin vertaamalla sen ehdottamia ajourareittejä maastossa leimikoille toteutuneisiin uriin korjuujälkitarkastuksen yhteydessä. Mikäli korjuu ei ollut onnistunut täysin ja tarkastuksissa löytyi huomautettavaa, pohdittiin siihen syytä ja Ajourakoneen mahdollisuutta tehdä parempi valinta ajourien sijoittumiselle leimikolla. Yleisimpiä syitä huonoon korjuujälkeen olivat kosteampi painanne tai jyrkkä rinne, joita ei ole ennalta huomattu ja ne ovat aiheuttaneet urapainumia tai ajouran mutkaisuutta.

Ajourakoneen tuottamia kokoojauraehdotuksia vertailtiin ArcGIS-ohjelmalla hakkuukoneiden tuottamiin GPS-jälkiin, joista selvisi leimikoiden maastossa toteutuneet ajurat. Ohjelmalla georeferoitiin molemmat kuvatiedostot päällekkäin kahdeksi tasoksi, jolloin niiden eroja ja samankaltaisuuksia voitiin havainnoida. Asettamalla päällimmäinen taso hieman läpinäkyväksi, näkyivät molemmat reitit yhtä aikaa (kuva 19, s. 34).



Kuva 19. Ajourakoneen kokoojauraehdotuksen ja hakkuukoneen toteutuneiden ajourien vertailu ArcGIS-ohjelmalla.

Ajourakoneen tekemät uraverkostot poikkesivat hakkuukoneenkuljettajien leimikoille tekemistä huomattavan paljon. Pääajouran eli kokoojauran sijoittuminen oli joillakin kohteilla kohtisuorasti eri suuntaan. Suurin huomio oli, että Ajourakone piirtää kokoojauraehdotukset leimikon muodosta riippumatta laskennallisesti parhaimpiin kohtiin maastoa, kun taas hakkuukoneenkuljettaja on tehnyt maastossa korjuun systemaattisemmin ja leimikon muotoja mukaillen. Aineistoista ei löytynyt kuin muutama samankaltaisuus, joissa pääajourat olisivat toteutuneet, kuten Ajourakone on ehdottanut. Kuvassa 19 ovat Ajourakoneen ehdotus ja leimikolla toteutuneet ajourat melko samankaltaisia ja muutamissa kohdissa on havaittavissa samansuuntaisia reittivalintoja.

Kuvatasoissa on näkyvillä hakkuukoneen liikkeiden mukaiset GPS-jäljet kuvattuna keltamustalla viivalla, Ajourakoneen tuottama kokoojauraehdotus punaisella viivalla ja leimikon raja sinisellä viivalla. Kahden aineiston maas-

tokarttojen korkeuskäyrät ja tieviivat ovat paikoin hieman eri kohdissa joh-tuen tasojen asemoinnista. Ruskeat viivat ja käyrät ovat korkeuskäyriä ja mustat teitä. Ajourakoneen kartalla tarkastelualueelle osuvat tiet värityvät vihreiksi ja ojat keltaisiksi.

Niin sanottu perinteinen hakkuutapa ja Ajourakoneen ehdottama kokoo-jauramalli ovat periaatteiltaan kuitenkin hyvin erilaisia. Ajourakoneen eh-dottamien kokoojaurien toimivuutta erilaisilla leimikoilla voikin vain ar-vailla, mutta ne antavat suuntaa kokemattomalle ja voivat vähentää vauri-oita tuntemattomilla kohteilla.

6.4.3 Mahdollisuudet ja kehittäminen

Tutkimusta tehdessä tuli ilmi omien kokemusten ja haastattelujen kautta Ajourakoneen olevan työkäyttöön vielä liian vaikeakäyttöinen, mutta kui-tenkin kehityskelpoinen. Ohjelma tarvitsisi lisää aineistoja laskennan taus-taksi, jotta sitä voitaisiin käyttää korjuun suunnittelussa ja hakkuun aikana peruskartan sijaan. Laskentaan vaikuttaviin tausta-aineistoihin voisi olla hyvä lisätä vesiensuojeluohjelma, kuten korjuukelpoisuuskarttaankin. Sen avulla suunnittelussa voisi ottaa paremmin huomioon soiden lähialueiden vesivirtaumat ja laskusuunnat ja sitä kautta maaston kosteusoloja. (Pirilä, haastattelu 18.9.2019)

Ajourakone voisi soveltua parhaiten leimikoille, joissa on korjuuta hidasta-via maastonmuotoja ja esteitä, kuten kivikkoja ja kosteita painanteita. Sel-laisissa kohteissa koneen tekemä ehdotus voisi toimia paremmin kuin pe-ruskartan pohjalta tehty arvio. Ajourakone toimii parhaiten myös ojitta-mattomilla kohteilla, joissa urasto voidaan laatia vapaammin kuin ojite-tuilla, joissa urien lähes ainut vaihtoehto on kulkea ojien välissä edestakai-sin ja välttää ojien ylittämistä. Tällaisissa kohteissa Ajourakone ehdottaa liikaa ojien ylityksiä ja ehdotukset ovat muutenkin heikosti toteutettavissa. (Heikkilä, haastattelu 9.1.2019)

6.4.4 Rätt Metod

Rätt Metod on ruotsalainen pehmeiden maiden puunkorjuuseen kehitetty menetelmä, jolla heikosti kantavien maiden leimikoiden hakkuut saadaan toteutettua käyttämällä maaston kantavimpiin kohtiin tehtyjä kokoojau-ria. Tässä uudessa menetelmässä leimikolle avataan pääajoura maaston mukaisesti kiertäen pehmeät kohdat ja havuttaen se huolellisesti maaston suojaamiseksi heti korjuun alussa. Pääuralta tehdään varsinaisia hakkuu-uria leimikolle sekä tarvittaessa myös haamu-uria, joissa vain hakkuukone kulkee ja tuo kaadetut puut lähemmäksi pääuraa. Hakkuukoneelle tulee enemmän työtä, mutta vastaavasti kuormatraktorin työ vähenee, ja tämän takia menetelmästä saatavat hyödyt tekevät siitä kannattavan. Ajokoneen työ nopeutuu, korjuujälki paranee ja pehmeitä maita voidaan korjata

muulloinkin kuin talvella, joka tarkoittaa myös kausivaihtelun vähentymistä. (Metsälehti, 11.5.2018)

Menetelmän ehtona on korjuun hyvä suunnittelu ja etenkin pääajouran sijoittaminen maaston kantavimpiin kohtiin. Tähän tarkoitukseen myös Ajourakone on kehitetty ja olisi sopiva työkalu, sillä juurikin maaston kantavimpia kohtia ja kulkukelpoisia kaltevuuksia ohjelma laskennalla hakee. Stora Enso onkin tehnyt vuonna 2017 koeleimikoita Rätt Metod- menetelmällä, joiden suunnittelussa käytettiin apuna muun muassa korjuukelpoisuuskarttaa ja Ajourakonetta. Tulokset koeleimikoilla olivat hyviä, korjuujälki sai kiitosta ja sekä urapainamat että korjuuvauriot olivat vähäisiä. Paremman korjuujäljen tavoittelemisen on tärkeää erityisesti yksityisten metsänomistajien mailla toimittaessa. (Ammattilehti, 26.11.2017)

Tulevaisuudessa Rätt Metod voisi olla Ajourakoneen kanssa ratkaisu pehmeiden maiden hakkuuseen, jolla kausivaihtelua voidaan vähentää koneyrityksien ja metsäteollisuuden puuhuollon helpotukseksi.

6.5 Aikaisemmat tutkimukset sovelluksista

Korjuukelpoisuuskarttaa ei ole vielä paljoa tutkittu, mutta sen käytöstä on tehty varsinaisesti yksi opinnäytetyö ja sitä on sivuttu monessa opinnäytetyössä. Kimmo Olkinuora Tampereen ammattikorkeakoulusta on vuonna 2018 perehtynyt opinnäytetyössään melko syvästi korjuukelpoisuuskarttaan ja sen hyödyntämiseen puunhankinnan apuvälineenä. Opinnäytetyön tulokset eivät poikkeakaan tässä opinnäytetyössä saatuihin tuloksiin, vaan ovat lopputulemaltaan hyvin samankaltainen. Hän toteaaakin, ”tuloksien perusteella korjuukelpoisuuskartta on hyvä työväline korjuukelpoisuuden arviointiin, mutta vielä se ei korvaa kokonaan maastokäynnillä saatavaa tietoa.” (Olkinuora, 2018).

Korjuukelpoisuuskartan osalta saimme samantyyllisiä tuloksia myös sen kehittäjän Arbonaut Oy:n julkaiseman Metsätieto sähköiset palvelut- hankkeen välitulosjulkaisun kanssa. Julkaisussa avataan korjuukelpoisuuden maastohavaintojen tulokset. Aineisto on koottu Suomen Metsäkeskuksen koeala-aineistosta ja käytännön toimijoille teetetyn palautekyselyn pohjalta. Aineisto kattaa 115 lohkoa ja yhteensä 631 hehtaaria. Siitä 1/3 on turvemaata ja 2/3 kivennäismaata. Arbonaut Oy:n Anne Seppäsen esityksessä kerrotaan, että luokitustarkkuus kivennäismailla on yli 90% oikein. Turvemailla luokitustarkkuus on 2/3 oikein.

Havaintojen perusteella malli tuottaa suunnittelun tarpeisiin kohtuullisen hyvän arvion korjuukelpoisuudesta. Toteutusvaiheessa kartta kuitenkin vaatii dynaamisempaa tietoa, eli mm. sääolosuhteiden vaikutuksen. (Seppänen, 2017) Se on samassa linjassa tässä opinnäytetyössä saatujen tulosten kanssa, kun verrataan korjuukelpoisuusluokituksen luotettavuutta. Opinnäytetyössä haastateltavat henkilöt toivat esiin kehitysehdotuksissa

juuri sääolojen mukaan muuttuvan luokituksen, mikä onkin jo otettu seuraavaksi kehityskohteeksi.

Ajourakone perustuu taustaltaan Tuukka Järvisen Aalto-yliopistossa vuonna 2017 tekemään diplomityöhön Paikkatiedon hyödyntäminen koneellisen puunkorjuun ajourien suunnittelussa, josta sovellusta on kehitetty eteenpäin.

Ajourakoneen käyttämistä käsitteleviä tutkimuksia on valmistunut ainakin yksi opinnäytetyönä. Janne Turunen on tehnyt opinnäytetyönsä Lapin Ammattikorkeakoulussa vuonna 2018 aiheenaan Hiljainen tieto metsäkoneen ajourasuunnittelussa. Tutkimuksessaan Turunen käsittelee myös Metsätehon Ajourakonetta työkaluna ajourien suunnitteluun. (Turunen, 2018)

Turunen on tehnyt työssään haastattelu- ja kyselytutkimusta ajouraverkoston suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä. Haastatteluissa metsäkoneenkuljettajat olivat pitäneet Ajourakonepalvelun tuottamaa aineistoa liian suppeana ajourien suunnitteluun. Sovelluksessa on kuitenkin hyvä perusajatus ja kattavammalla tausta-aineistolla siitä voisi olla lisäarvoa korjuun suunnitteluun. (Turunen, 2018)

Haastatteluissa oli käsitelty myös korjuukelpoisuuskarttaa, jota pidettiin käyttökelpoisena ja sillä voisi olla merkitystä leimikon ajouraverkostoa suunniteltaessa. Sen avulla kokooajurien linjausta voisi helposti ohjata kantavammalle maalle. (Turunen, 2018)

Turusen opinnäytetyössään saamat tulokset Ajourakoneen tuotoksien ja korjuukelpoisuuskartankin hyödyistä ja käytettävyydestä ovat lähes identtisiä omaan tutkimukseen verrattaessa. Tutkimuksemme ei tuottanut sovelluksista kovin paljon uutta tietoa, vaan vahvistimme aikaisempien tutkimuksien tuloksia.

6.6 Pohdinta

Tutkimus koostui hyvin erilaisista korjuukohteista, mikä antoi laajan käsityksen korjuukelpoisuuskartan ja Ajourakoneen käytöstä. Tutkittavia leimikoita olisi voinut olla tutkimuksessa mukana enemmänkin, jotta aineistosta olisi tullut luotettavampi ja kaikki korjuukelpoisuusluokat olisivat olleet monipuolisemmin mukana.

Kohteiden määrää kuitenkin rajoitti korjuukelpoisuuskartan puuttuminen osalta Kanta-Hämeen aluetta sekä se, että leimikoiden haluttiin olevan vuonna 2018 sulan maan aikana harvennettuja. Opinnäytetyö onnistui hyvin ja tarjosi tekijöilleen sopivasti haasteita ja uuden oppimista, mikä oli tavoitteenakin.

LÄHTEET

Airavaara, H., Ala-Ilomäki, J., Högnäs, T. & Sirén, M. (2008). Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. Haettu 19.3.2019 osoitteesta <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp080.pdf>

Ammattilehti. (2017). Stora Enso kokeilee uudenlaista korjuumenetelmää nyt myös Suomessakin - Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Haettu 13.1.2019 osoitteesta <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?115064>

Heikkilä, J. (2007). Turvemaiden puun kasvatus ja korjuu - nykytila ja kehittämistarpeet. Metlan työraportteja 43. Haettu 24.10.2018 osoitteesta www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp043.pdf

Ilmasto-opas. (2017). Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat. Haettu 17.2.2019 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/27922915-7ee5-4122-ae60-51f58e6aef9a/sademaarat-kasvat.html>

Koneosapalvelu. (2018). KOPA kantavat telat. Haettu 9.1.2019 osoitteesta <https://koneosapalvelu.fi/kopa--kantavat-telat>

Koneviesti. (2018).

Luonnonvarakeskus. (2018a). Valtakunnan metsien 12. inventointi (VMI12): Puuvarat kasvavat edelleen. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <https://www.luke.fi/uutiset/valtakunnan-metsien-12-inventointi-vmi12-puuvarat-kasvat-edelleen/>

Luonnonvarakeskus. (2018b). Logging trail visualizations and post harvest quality control final. Haettu 19.3.2019 osoitteesta https://www.luke.fi/efforte/wp-content/uploads/sites/14/2018/10/EFFORTE-D3.5-Logging-trail-visualizations-and-post-harvest-quality-control_final.pdf

Luonnonvarakeskus. (2017a). Hakkuukertymä ja puuston poistuma. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <http://stat.luke.fi/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>

Luonnonvarakeskus. (2017b). Metsävarat. Ruoka- ja luonnonvaratilastojen e-vuosikirja 2017, s. 41-43. Haettu 4.4.2019 osoitteesta http://stat.luke.fi/ruoka-ja-luonnonvaratilastojen-e-vuosikirja-2017-2017_fi

Luonnonvarakeskus. (2015). Metsäkoneiden vuotuiset käyttötunnit ja vaihtokonemarkkinoiden rakenne Euroopassa. Haettu 20.3.2019 osoitteesta

https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486127/luke-luobio_37_2015.pdf?sequence=6

Maa- ja metsätalousministeriö. (2017). Metsätieto ja sähköiset palvelut. Haettu 1.11.2018 osoitteesta <https://mmm.fi/metsatieto-ja-sahkoiset-palvelut>

Metsälehti. (2018). Korjuuapua pehmeille maille. Haettu 31.10.2018 osoitteesta <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/korjuuapua-pehmeille-maille/>

Metsäteho Oy. (2019). Yritysesittely. Haettu 6.2.2019 osoitteesta <http://www.metsateho.fi/yritysesittely/>

Metsäteho Oy. (2017). Metsätehon raportti 241. Seuraavan sukupolven palvelualustan kehittäminen metsätiedon jakeluun. Haettu 1.11.2018 osoitteesta http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_241_Seuraavan_sukupolven_palvelualustan_kehittaminen_jh_ym.pdf

Metsäteho Oy. (2011). Metsätehon tuloskalvosarja 3/2011. Haettu 9.11.2018 osoitteesta http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2011_03_Turvemaaharvennusten-korjuukelpoisuusluokitus_kk_th_tk.pdf

Metsäteho Oy. (2003). Korjuujälki harvennushakkuussa –opas. Metsäteho Oy. Haettu 7.11.2018 osoitteesta http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuujalki_harvennushakkuussa_opas.pdf

Metsäverkko. (2002). Suotyypit. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä. Haettu 30.10.2018 osoitteesta <http://virtuoosi.pkky.fi/metsaverkko/metsaekologia/Suotyypit/suotyypit.htm>

Olkinuora, K. (2018). *Korjuukelpoisuuskartta puunhankinnan operaatioiden työväliseenä*. Opinnäytetyö. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 17.2.2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146767/Olkinuora_Kimmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Poikela, A. (2018). Turvemaista yli puolet kesäkorjuukelpoisia. *Metsälehti* 25.10.2018.

Ponsse. (2018). Ponsse Wisent 10w. Haettu 9.1.2019 osoitteesta <https://www.ponsse.com/fi/tuotteet/kuormatraktorit/10w>

Rantala, S. (toim.). (2008). *Tapion taskukirja*. Helsinki: Metsäkustannus.

Seppänen, A. (2017). Korjuukelpoisuuskartat käyttöön. Metsätieto ja sähköiset palvelut –hankkeen välitulosseminaari 7.3.2017. Arbonaut Oy. Haettu 2.11.2018 osoitteesta <https://www.slideshare.net/mmmvietinta/korjuukelpoisuuskartat-kyttn-anne-seppnen>

Suomen Metsäkeskus. (2017). Korjuukelpoisuuskartan tuotekuvaus. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/korjuukelpoisuuskartat-tietotuotekuvaus.pdf>

Suomen Metsäkeskus. (2014). Suometsien puunkorjuu. Haettu 29.10.2018 osoitteesta <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suometsien-puunkorjuu.pdf>

UPM. (2018). Yritysesittely. Haettu 1.10.2018 osoitteesta <https://www.upmbiofore.fi/>

HAASTATTELUT

Heikkilä, A. 2019. Metsäkoneenkuljettaja. Metsäkonepalvelu Oy. Haastattelu 9.1.2019

Keränen, A., Juurinen, J. 2019. Metsäkoneenkuljettaja. Metsäkonepalvelu Oy. Haastattelu 11.1.2019

Lassila, T. 2018. Metsäasiantuntija. UPM. Haastattelu 14.11.2018

Ovaskainen, H. 2018. Erikoistutkija. Metsäteho. Haastattelu 8.10.2018

Pirilä, M. 2018. Metsäasiantuntija. UPM. Haastattelu 18.9.2018

HAASTATTELUKYSYMYKSET

Haastattelukysymyksiä paikkatietoaineistoista korjuun suunnittelijoille ja metsäkoneenkuljettajille

UPM:n metsäasiantuntijat ja Metsäkonepalvelu Oy:n operaatioesimiehet:

- Ovatko korjuukelpoisuuskartta/Ajourakone tuttuja tuotteita?
- Oletteko käyttäneet tuotteita työskentelyssänne aikaisemmin?
 - Kyllä; Kuinka paljon on käytetty? Mistä tietoa on haettu? Missä yhteydessä tietoa on käytetty. Onko siitä ollut hyötyä?
 - Ei; Miksi ei ole käytetty?
- Olisiko tuotteista apua työssänne? Millainen mielikuva tuotteiden käytettävyydestä on?
- Millaisia tuotteet ovat käytettävyydeltään?
- Käyttäisikö tuotetta työssäsi?
- Kuinka paljon sitä käytettäisiin, päivittäin, viikoittain, kuukausittain?
- Kehitysideoita, ajatuksia yms. tuotteisiin liittyvää?

Metsäkoneenkuljettajat:

- Ovatko korjuukelpoisuuskartta/ Ajourakone tuttuja tuotteita?
- Oletteko käyttäneet joitakin vastaavia tuotteita?
- Voisiko tuotteista olla apua?
- Vaikuttaako käytettävyys hyvältä?
- Pitäisikö sovellukset tuoda metsäkoneiden tietokoneisiin?
- Käytettäisiinkö niitä?
- Olisiko niistä hyötyä?

Yleisiä kysymyksiä leimikoiden korjuusta, etenkin turvemaakohteilla

- Mitkä asiat helpottavat/vaikeuttavat
 - sulanmaan aikana turvemaiden korjuuta?
 - korjuuta ylipäänsä myös kivennäismaalla?
- Korjuukaluston vaatimukset?
- Korjuutekniset asiat ylipäänsä, mitä asiantuntijan/leimikonsuunnittelijan pitäisi tehdä, jotta koneenkuljettajilla olisi parhaat edellytykset tehdä työnsä hyvin?
- Kehitysideoita, ajatuksia yms.

KORJUUN LAADUNSEURANNAN MAASTOLOMAKE

UPM Metsä

KORJUUN LAADUNSEURANNAN MAASTOLOMAKE

1/2

Yksikkö/ ORT	Kauppa	Lohko	Kuviot	Tarkastuspvm	Sertifointi	HCV Luokittelu
Myyjä		Tarkastaja		Työnantaja: UPM__ Yrittäjä__ Muut__		
Hakuun hintaryhmä: Uudistus__ Harvennus__ Ensiharvennus__						
Tarkastetut työvaiheet: Ainespuun korjuu__ Energiapuun korjuu__ Kantojen korjuu__ Joukkokäsittely__						
Metsätyyppi: Lehtomainen kangas__ Tuore kangas__ Kulvahko kangas__ Kulva kangas__						
Pääasiallinen maalaji: Karkea kangas__ Keskiparkea kangas__ Hienojakoinen kangas__ Turvemaa__						
Mittauksen otantatapa: Metsäteho Online__ Taplon malli__ Muu otanta__						
Korjuutilanne tarkastukseen aikana: Korjuu käynnissä__ Korjuu päätynyt__						
Mitatut tunnuks	1.	2.	3.	4.	5.	Keskiarvo
Valtapituus [m]						
Pohjapinta-ala [m ² /ha]						
Runkoluku [kpl/ha]						
Ajouran leveys [m]						
Ajouraväli [m]						
Vauriopuut						Urapainumat [m/100m]
Elävät säästöpuut [kpl/ha]						
Elävät säästöpuut k-lpm [cm]						
Kuolleet pystypuut [kpl/ha]						
Kuolleet pystypuut k-lpm [cm]						
Kuolleet maapuut [kpl/ha]						
Kuolleet maapuut k-lpm [cm]						
Jäänyt lehtipuuosuus (%/m ³)						
Hyväksytyin suojavaohyökkien pituus [m]						
Puutteellisen suojavaohyökkien pituus [m]						
Vyöhykealueen kokonaispituus [m]						
Hyväksytyin suojavaohyökkien osuus [%/m]						

Korjuujätki H=Hyvä, T=Tyydyttävä, V=Virhe				
Korjuujätki	H	T	V	Huomioitavaa
Puuston tiheys				
Puuston valinta				
Ajouraväli				
Urappinaumat				
Ajouraleveys				
Runkovauriot				
Juuristovauriot				
Jäänyt lehtipuuosuus harvennuksesta				
Korjuutyön laatu	H	T	V	Huomioitavaa
Lajittelu				
Värimerkkaus				
Kantokäsittely				
Kannot				
Latvukset				
Jäänyt alnespuu				
Puutavaran mitat ja laatu	H	T	V	Huomioitavaa
Tukkipuun mitat				
Kuitupuun mitat				
Tukkipuun laatu				
Kuitupuun laatu				
Lokikirja				
Energipuun ja kantojen korjuun laatu	H	T	V	Huomioitavaa
Soveltuva kohde				
Hakkuudisteen laatu				
Rantojen laatu				
Kantopuun palakoko				
Kantopuun puhtaus				
Jäävä biomass				
Jäävät kannot				
Ehjän maan osuus				
Kivisyys				
Ympäristö ja veden suojeleminen	H	T	V	Huomioitavaa
Avainbiotoopit				
Vesien suojeletoimenpiteet				
Säätö- ja lahoppuut				
Maiseman hoito				
Jätehuolto / Siisteys				
Säätöpuut				
Lahoppuut				
Eiäinten pesäluolat				
Suurten petolintujen pesät				
Uhanalaisten lajen elinympäristö				
Pienvesien suojavaikotteet				
Ulkolireitit ja polut				
Toteutus ja turvallisuus	H	T	V	Huomioitavaa
Korjuumenetelmä				
Korjuukalusto				
Korjuukaika				
Varastopaikat				
Varastomuodosteimat				
Pinomerkinnät				
Turva- ja suojavaikotteet				
Ulkopuolisten varoittaminen				
Maasto- ja karttamerkinnät sekä ohjeet	H	T	V	Huomioitavaa
Lohkon rajaus				
Ympäristökohteiden rajat				
Vaaralliset kohteet				
Kokooaurat				
Tiestön kuljetuskelpoisuus				
Käyntipaikkojen soveltuvuus				
Varastopaikkaohjeet				
Työttäisyys ja ohjeistus				
Karttamerkinnät				
Yhteenveto huomioista:				