

Tomi Rahkonen

Korjuujäljen työskentelynaikainen seuranta oppilaitoksen harvesterilla

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalouden Tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalous

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Tomi Rahkonen

Työn nimi: Korjuujäljen työskentelynaikainen seuranta oppilaitoksen harvesterilla.

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä: 1

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin menetelmä työskentelynaikaiseen korjuujäljen mittaukseen oppilaitoksen harvesterilla. Tavoitteena oli parantaa kuljettajaoppilaiden oppimisympäristöä ja saada opiskelijat kiinnittämään enemmän huomiota harvennushakkuiden korjuujälkeen.

Menetelmässä käytettävät mittaukset perustuvat Metsätehon oppaaseen Korjuujälki harvennushakkuussa. Oppaassa kuvattua menetelmää on sovellettu sopivaksi työskentelynaikaiseen mittaukseen oppilaitoskäytössä.

Opinnäytetyössä kehitettiin myös matkapuhelinsovellus ja ohjelmisto mittaustulosten tallentamiseen myöhempää tarkastelua varten. Koealamittausten nopeuttamiseksi työssä kokeiltiin rakennuskäyttöön tarkoitettua laseretäisyysmittaria.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Food and agriculture

Degree programme: Forestry

Specialisation:

Author/s: Tomi Rahkonen

Title of thesis: Quality tracking of forest thinning when using a school harvester.

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2017 Number of pages: 34 Number of appendices: 1

This thesis developed a methodology for quality tracking of thinning on a school harvester. The aim was to improve the students' harvester operator learning environment, to get the students to pay more attention to thinning quality and to obtain information on the students' skills.

The measurements used in the method are based on the Metsäteho guide Korjuujälki harvennushakkuussa. The method described in the guide has been applied to logging quality tracking for educational use.

The thesis also developed a mobile application and software for storing measurement results for later review. To accelerate the test measurements, a laser distance meter was tested for the measurement of the size of the test thinning area in the forest. The laser distance meter was also tested to measure the width and spacing of the strip roads.

Index terms: Thinning quality, mobile application, laser distance meter.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	8
2 KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUULLA	10
2.1 Harvennusvoimakkuus.....	10
2.2 Puustovauriot	11
2.3 Ajouraväli- ja leveys	12
3 KOEALAN SIJAINTI JA MITTAAMINEN	15
3.1 Sijainnin määrittäminen.....	15
3.2 Mittausvälineet	16
4 MITTAUSTULOKSIEN TALLENTAMINEN.....	19
4.1 Matkapuhelinsovellus ja käyttö.....	19
4.2 Tallennustila ja hallintakäyttöliittymä	23
5 POHDINTA	26
LÄHTEET	29
LIITTEET	30

Avainsanat: Korjuujälki, matkapuhelinsovellus, laseretäisyysmittari.

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Ajouran leveyden mittaus.....	13
Kuva 2. Koealan sijainti.....	16
Kuva 3. Sovelluksen pääsivu.	20
Kuva 4. Mittaustietojen kirjaaminen.	21
Kuva 5. Mittaustietojen lähettäminen.	22
Kuva 6. Koealat hallintakäyttöliittymässä.	25

Käytetyt termit ja lyhenteet

Ajouraleveys	Ajouran leveys ajouran keskeltä viiden metrin matkalta molemmille puolille lähimpiin puihin mitattuna.
Ajouraväli	Vierekkäisten ajourien keskilinjojen välinen etäisyys kohtisuoraan uralta toiselle mitattuna.
Ajourapainuma	Maanpinnantasosta mitattu vähintään 10 cm syvä painuma.
BIOTAR-hanke	Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston hanke, jossa kehitetään mm. kuljettaja oppilaiden ohjausta ja oppimisympäristöjä
Pohjapinta-ala	kasvatettavien puiden rinnankorkeudelta mitattujen poikkileikkausalojen summa hehtaarilla.
POKE	Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopisto.
Hallintakäyttöliittymä	Internet sivusto, jolla hallitaan käyttäjiä, työ maita ja tarkastellaan mittaustuloksia.
Harvennusvoimakkuus	Kasvatettavan puuston määrä hehtaarilla harvennushakkuun jälkeen.
Hypsometri	Puunkorkeusmittari
Juuristovaurio	Juurenniskan alapuolella oleva korjuuvaurio

Kaulain	Puun rinnankorkeusläpimitan mittaukseen käytettävä mittari.
Korjuujälki	Puuston ja maaston tila hakkuun jälkeen.
Laseretäisyysmittari	etäisyyden mittaukseen käytettävä laite, joka käyttää lasersädettä apuna mittauksessa.
Matkapuhelinsovellus	Matkapuhelimessa käytettävä ohjelmisto.
Palvelin	Internetiin liitetty tietokone, joka toimii tallenustilana.
Runkoluku	Kasvatettavan puuston runkoluku hehtaarilla harvennuksen jälkeen.
Runkovaurio	Juurenniskan yläpuolella rungossa oleva korjuuvaurio.
Satunnaisotantomittaus	Metsäkoneen mittalaitteen mittaustarkkuuden seurantaan käytettävä menetelmä.
Valtapituus	Sadan paksuimman puun keskipituus hehtaarilla.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin tarpeesta kehittää Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston, myöhemmin POKE, hakkuukoneille korjuujäljen seurantajärjestelmä.

Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston luonnonvara-alan yksikkö kouluttaa Saarijärvellä metsäalan perustutkintoa, jossa suuntautumisvaihtoehtoja ovat metsuri-metsäpalveluiden tuottaja ja metsäenergian tuottaja. Metsäenergian tuottajien opetussuunnitelmaan kuuluu energiapuunkorjuu sekä koneellinen puunkorjuu, jonka käytännön opetus toteutetaan oppilaitoksen simulaattoreilla ja harvestereilla. Metsäalan opiskelijoita POKE:ssa on noin 80. Näistä opiskelijoista suurin osa valitsee Metsäenergian osaamisalan.

Opiskelijat työskentelevät POKE:n opetusmetsissä, Metsähallituksen talousmetsissä sekä yksityisten metsänomistajien metsissä.

Harvestereita POKE:lla on kolme kappaletta ja lisäksi yksi yhdistelmäkone, jolla voidaan kaataa, karsia ja katkoa puu, sekä hoitaa puutavaran metsäkuljetus.

Opiskelijat työskentelevät harvestereilla useimmiten pareittain. Harjaantuneemmat opiskelijat työskentelevät myös yksin. Työtä tehdään hakkuukaudella myös kahdessa vuorossa. Opettaja valvoo yleensä useampaa konetta tai koneketjua. Koneketjulla tarkoitetaan harvesteria, joka kaataa, karsii ja katkoo puutavaran ja kuorma-traktoria, jolla hoidetaan puutavaran metsäkuljetus kaukokuljetuskelpoisen tien varteen.

Korjuujälkeä on seurattu työmailla satunnaisesti ja usein työmaan jo valmistuttua. Tässä opinnäytetyössä kehitetyllä menetelmällä korjuujälkeä seurataan päivittäin jäljitellen metsäyhtiöiden käytäntöjä harvesterin kuljettajan työjäljen omavalvonnassa. Tavoitteena on parantaa korjuujälkeä harvennushakkuilla, parantaa opiskelijoiden valmiuksia siirtyä oppilaitoksesta työssäoppimisjaksoille, kerätä tietoa harvennuskuvioiden korjuujäljestä sekä arviointitietoa opiskelijoittain. Tärkeimpänä tavoitteena on puuttua korjuujäljen laatuun ja opastaa kuljettajaa oikeisiin työmenetelmiin.

Opinnäytetyön rahoitus saatiin Biotalouskampuksen BIOTAR-hankkeesta. Biotalouskampuksella Saarijärvellä toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulun Biotalousinstituutti, Saarijärven seudun yrityspalvelu sekä POKE. BIOTAR-hanke toteutetaan Euroopan aluekehitysrahaston tuella. Hanketta hallinnoi Äänekosken ammatillisen koulutuksen kuntayhtymä, osatoteuttajana on Jyväskylän ammattikorkeakoulu. (BIOTAR, [Viitattu 13.6.2017]).

BIOTAR-hankkeen tavoitteena on vastata puun käytön lisääntymisen aiheuttamiin kehitystarpeisiin osaamiselle, yritystoiminnalle ja tuotekehitykselle. Yhtenä osatavoitteena on harvesterin kuljettajan työnaikaisen valvonnan ja kuljettajaoppilaiden oppimisympäristön kehittäminen. (Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopisto).

Tässä työssä oli tavoitteena kehittää sekä mittausmenetelmä korjuujäljen työskentelynaikaiseen seurantaan että älypuhelinsovellus mittaustulosten tallentamiseen opiskelijan omalla älypuhelimella. Tarjoukset kysyttiin kolmelta ohjelmistoyritykseltä. Sovelluksen toteuttajaksi valittiin Nosteco oy. Mittausmenetelmä perustuu Metsätehon oppaaseen Korjuujälki harvennushakkuussa. (Metsäteho 2003).

Älypuhelinsovellus mahdollistaa mittaustulosten tallennuksen lisäksi koealan sijainnin tallentamisen mahdollista tarkistusmittausta varten, mittausohjeen saamisen sähköisessä muodossa opiskelijalle sekä palautteen antamisen välittömästi opiskelijan tallennettua mittaustiedot.

Hallintakäyttöliittymän kautta voidaan tarkastella koealojen mittaustietoja kuljettaja-kohtaisesti, tai työkuviokohtaisesti. Hallintakäyttöliittymästä tiedot voidaan viedä Excel taulukkolaskentaohjelmaan tarkempaa analyysiä varten.

2 KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUULLA

2.1 Harvennusvoimakkuus

Harvennusvoimakkuudella tarkoitetaan kasvatettavan puuston määrää harvennuksen jälkeen. Harvennusvoimakkuutta arvioidaan vertaamalla puustoa harvennussalleihin. (Siren, 1998,15). Harvennusvoimakkuuteen vaikuttaa kasvatettavan puuston puulaji, järeys ja kasvupaikka.

Harvennusvoimakkuus voidaan mitata koealalta kahdella menetelmällä, mittaamalla koealan keskipisteestä ympyräkoevalta relaskoopilla puuston pohjapinta-ala ja hypsometrillä puuston valtapituus. Pohjapinta-alaa ja valtapituutta verrataan Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion relaskoopitulukoihin. Tätä menetelmää kutsutaan valtapituuteen perustuvaksi menetelmäksi. (Metsäteho 2003,10).

Toinen tapa on jäävän puuston keskiläpimittaan perustuva menetelmä, jossa puolipyörän muotoiselta koelalta, jonka säde on 11 metriä, mitataan runkoluku ja keskiläpimitta. (Metsäteho 2003,11). Koealalta mitattua runkolukua verrataan Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisemiin harvennussalleihin. Harvennusmallitulukoita on saatavissa kasvupaikkatyypeittäin ja puulajeittain.

Tässä opinnäytetyössä kehitetyssä menetelmässä käytetään keskiläpimittaan perustuvaa menetelmää. Keskiläpimittaan perustuvaan mittaukseen päädyttiin koska pohjapinta-alaan perustuvissa mittauksissa todettiin huomattavia epätarkkuuksia oppilaskäytössä sekä pohjapinta-alan mittauksessa, että valtapituuden mittauksessa. Keskiläpimittaan perustuva mittaus on myös yleisesti käytössä koneellisessa puunkorjuussa. Runkoluku ja keskiläpimitta ovat mitattavissa koealalta luotettavasti.

Harvennusvoimakkuus ja puuvalinta vaikuttavat metsän puuntuottokykyyn, ja puutavaran laatuun. Liian harvaksi hakattu puusto alentaa metsikön puuntuottokykyä ja metsänhoidollisesti väärä puuvalinta alentaa myöhemmissä hakkuissa saatavan puutavaran laatua. Liian voimakas harvennus voi altistaa metsikön sekundäärisille tuhoille, kuten tuuli- ja lumituhoille. (Siren 1998,15).

2.2 Puustovauriot

Puustovauriot jaetaan yleensä kahteen luokkaan. Juuristovaurioihin, jotka sijaitsevat oletetun kaatosahauskohdan alapuolella enintään yhden metrin etäisyydellä puun keskipisteestä, sekä runkovaurioihin jotka sijaitsevat oletetun kaatosahauskohdan yläpuolella puun rungossa. Juuristovaurioiksi ei lueta läpimitaltaan alle 2 senttimetrin juurissa olevia vaurioita (Siren 1998,13).

Puustovaurioiksi lasketaan pinta-alaltaan yli 12 cm³ vauriot, joissa nilakerros on rikkoutunut. Jos puuaines on rikkoutunut, vaurioiksi luetaan pienempikin kolhu. Vaurioiksi luetaan myös kuoreen tulleet pituudeltaan yhteensä vähintään 50 cm pitkät viillot sekä katkenneet latvat. Juuristovaurioissa kriteerit ovat samat. Yhdestä puusta lasketaan ainoastaan yksi vaurio, vaikka niitä olisi useampia. (Metsäteho 2003, 22).

Tyypillisiä puustovaurioiden aiheuttamia vikoja ovat korot, laho ja väriviat puuaineksessa, sekä katkenneen latvan aiheuttamat mutkat. Puustovauriot aiheuttavat läpimitan ja pituuskasvun heikkenemistä johtuen ravinteiden kulun heikkenemisestä. (Kokko, Siren, 1996, 33). Nämä viat aiheuttavat puutavaran laadun heikkenemistä ja puusta saatavan tulon alenemistä jouduttaessa katkomaan muuten tukiksi kelpavaa puuta kuitupuuksi. (Siren, 1998, 100).

Korjuuvauriot altistavat puuston myös sekundaarisille tuhoille kuten hyönteis- ja sienituhoille, jotka aiheuttavat värivikaa, lahoa, sekä kasvun heikkenemistä. Juuristovauriot altistavat puuston näiden lisäksi myrskytuhoille (Siren, 1998, 15).

Puustovaurioita saa olla metsälain asetuksen mukaan harvennuksen jälkeen enintään 15 prosenttia jäävän puuston määrästä. (A 30.12.2013/1308, 2 luku, 5 §). Vaurioprosenttia laskettaessa runkolukuun lasketaan myös vaurioituneet puut. Hyvän korjuujäljen rajana pidetään vaurioituneiden puiden alle neljän prosentin osuutta jäävän puuston runkoluvusta. (Metsäteho 2003, 17).

2.3 Ajouraväli- ja leveys

Ajouravälillä tarkoitetaan ajourien etäisyyttä toisistaan ajouran keskeltä seuraavan ajouran keskelle kohtisuoraan mitattuna. Keskimääräisen ajouravälin tulisi metsänhoitosuosituksen mukaan olla vähintään 20 metriä. (Äijälä, O, ym. 2014, 95).

Ajouraväli lasketaan koealamittausten keskiarvona. Lillebergin (1984, 6) mukaan tämä mittaustapa antaa keskiarvoksi hieman todellista suuremman lukeman, koska päätyuria ja kokoojauria ei huomioida mittauksissa. Todellinen ajouraväli saataisiin mittaamalla ajourien kokonaispituus ja laskemalla keskimääräinen ajourapituus hehtaaria kohti.

Metsätehon (2003, 25, 31) ohjeen mukaan ajouraleveys mitataan viiden metrin matkalta koealan keskipisteestä molempiin suuntiin. Etäisyydet mitataan ajouran keskeltä molemmille puolille lähimpiin puihin ja mittaustulokset lasketaan yhteen. (Kuva 1). Keskimääräinen ajouraleveys saadaan laskemalla mittausten keskiarvo. Ajouran tavoiteleveys on alle 4,5 metriä.



Kuva 1. Ajouran leveyden mittaus

Ajouraleveys- ja väli ovat merkittäviä tekijöitä metsikön puuntuottokyvyn kannalta. Ajoura-aukot aiheuttavat kasvutappioita, koska ajouria aukaistaessa joudutaan poistamaan kasvatuskelpoisia puita, poiketaan optimaalisesta puuvalinnasta ja ajoura-aukkojen takia osaa metsämaasta ei voida hyödyntää kasvutilana. (Isomäki & Niemistö, 1990, 31- 34).

Ajoura-aukon reunavaikutus kompensoi osittain menetettyä kasvutilaa. (Isomäki, 1986, 27- 28). Reunavaikutuksella tarkoitetaan ajouran reunapuiden kasvunliikeystä joka johtuu siitä, että reunapuilla on enemmän kasvutilaa, valoa ja ravinteita käytettävissään. Reunavaikutuksen kestoajasta ja vaikutusalueen leveydestä harvennuksen jälkeen on vaihtelevaa tietoa. Tutkimuksesta riippuen kasvutappioiden kestoajaksi arvioidaan 10- 20 vuotta ja reunavaikutuksen vaikutusalue vaihtelee 3-

6 metrin välillä. (Kokko, Siren, 1996, 26). Isomäki, (1986, 28) toteaa että reunavaikutus ulottuu puihin joilla on välitön juuristo- ja latvussyhteys ajoura-aukkoon.

Reunavaikutuksen hyödyn maksimoimiseksi ja ajoura-aukon aiheuttamien kasvutappioiden minimoimiseksi reunavyöhyke tulisi jättää muuta puustoa tiheämmäksi. (Isomäki & Niemistö, 1990, 25- 27).

Ajourien leveys vaikuttaa myös oleellisesti korjuuvaurioiden syntyyn metsäkuljetusvaiheessa. Lillebergin, (1984, 9) tutkimuksessa todetaan, että ajouraleveyden kapeaminen kasvattaa puustovaurioita sitä enemmän, mitä kapeampi ajoura on.

Ajourapainumat. Ajourapainumiksi luetaan painumat, joiden syvyys on yli 10 cm maanpinnan tasosta mitattuna ja pituus on vähintään yhden metrin. Painumien osuus ilmoitetaan metreinä hehtaarilla, tai prosenttiosuutena ajourien pituudesta. (Kokko, Siren, 1996, 20). Ajourapainumien mittaukseen käytetään metsäkeskuksen mittausohjetta sovellettuna harvesterin korjuujäljen mittaukseen työskentelyn aikana. (Suomen metsäkeskus 2015, 22). Tässä opinnäytetyössä kuvatussa menetelmässä mittaus tehdään 30 metrin matkalta koneen perästä tulosuuntaan. Painumien määrä ilmoitetaan prosentteina koealojen pituudesta. Korjuujälki on hyvä, jos painumien osuus koealojen pituudesta on alle 5 prosenttia. (Kokko, Siren, 1996, 20).

Ajourapainumat voivat aiheuttaa juuriston vaurioitumista ja vaurioitumisesta johtuvia kasvutappioita ajouran reunapuilla. Suomessa ajourapainumien vaikutuksia on kuitenkin tutkittu vähän. (Kokko, Siren, 1996, 27).

Ajourapainumia voidaan ehkäistä korjuuajankohdan valinnalla, pehmeillä mailla korjuuta sulan maan aikaan tulee välttää. Ajourien havutuksella voidaan myös lisätä maaperän kantavuutta ja ehkäistä näin juuristovaurioiden syntyä. (Kokko, Siren, 1996, 21). Korjuukaluston valinnalla ja varustelulla voidaan myös ehkäistä painumia. Viime vuosina pehmeiden maiden puunkorjuuseen ja korjuukaluston kehitykseen on kiinnitetty erityistä huomiota. Kehityssuunta on ollut telojen ja koneiden rakenteen kehityksessä telojen pinta-alan lisäämiseksi.

3 KOEALAN SIJAINTI JA MITTAAMINEN

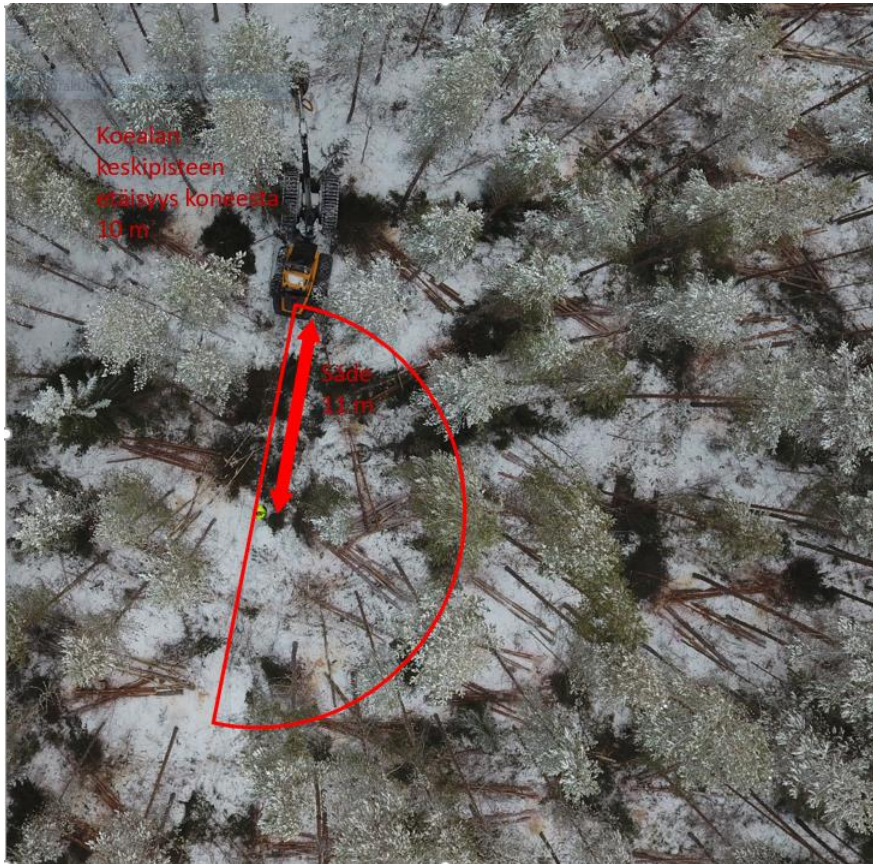
3.1 Sijainnin määrittäminen

Koealan sijainnin määrittämisessä käytetään apuna harvesterin mittaustarkkuuden omavalvontaan käytettävää satunnaisotantamittausta. Harvesterin mittalaite arpoo satunnaisotantarungon, jonka kuljettaja mittaa harvesterin mittasaksilla. Saksilla mitattua tulosta verrataan harvesterin mittalaitteen mittaamaan tulokseen kuutioinnin tarkistamiseksi. Satunnaisotanta runkoja pitää mitata vähintään yksi kahta käyttöpäivää kohti. (Metsäteho, 2015).

Satunnaisotantamittauksen arvontaa käytetään tässä opinnäytetyössä mittauskoealan valintaan siten että aina mittalaitteen arpoessa satunnaisotantarungon, mitataan myös korjuujäljen tarkastuskoeala. Oppilaitoksen käytössä satunnaisotantamittauksen arvontaväli säädetään harvesterin mittalaitteelta siten että mittalaite arpoo satunnaisotantarunkoja vähintään yhden kuljettajan työvuoron aikana. Tällä arvontavälillä koealoja saadaan riittävästi ja jokaiselle kuljettajalle koeala osuu päivittäin.

Mittalaitteen arpoessa satunnaisotantarungon, runko valmistetaan normaalisti ja mitataan ohjeen mukaan. Välittömästi otantarungon mittauksen jälkeen mitataan korjuujälkikoeala.

Koealan keskipiste sijaitsee ajouran keskellä 10 metrin etäisyydellä koneen tulosuunnassa. Etäisyys mitataan laseretäisyysmittarilla tai mittanauhalla koneen perästä. (Kuva 2).



Kuva 2. Koealan sijainti.

Menetelmää voidaan käyttää myös metsurihakuulla, tällöin koealojen sijainti täytyy määrittää muulla tarkoitukseen soveltuvalla menetelmällä.

Jälkikäteen tehtävissä korjuujäljen tarkastusmittauksissa voidaan käyttää esimerkiksi Suomen metsäkeskuksen maastotarkastusohjetta. (Metsäkeskus, 2015).

3.2 Mittausvälineet

Tässä opinnäytetyössä kokeiltiin koealojen mittauksen apuvälineenä rakennuskäyttöön tarkoitettua laseretäisyysmittaria. Tavoitteena oli löytää kustannustehokas ratkaisu koealojen mittaukseen ja nopeuttamaan mittaustapahtumaa. Edullisimmissa

mittareissa on yleensä ominaisuutena etäisyyden, korkeuden, pinta-alan ja tilavuuden mittaaminen. Puunkorkeuden mittaaminen ei kuitenkaan halvimmillä mittareilla onnistu, koska mittarissa ei ole kaltevuusanturia. Teoriassa mittaaminen onnistuu, jos laserpisteellä osutaan puun latvaan. Käytännössä tämä todettiin kuitenkin mahdottomaksi. Kaltevuusanturilla varustetulla mittarilla korkeuden mittaaminen todennäköisesti onnistuisi.

Mittari todettiin toimivaksi ratkaisuksi koealojen mittaukseen. Mittari on myös huomattavasti edullisempi kuin metsäkäyttöön tarkoitettujen etäisyysmittarit. Mittaria voidaan käyttää ajouravälin ja ajouran leveyden mittaamiseen, sekä puoliympyrän säteen mittaamiseen. Suurin hyöty mittarista saadaan talvella, kun lunta on paljon. Kuljettajan ei tarvitse poistua ajuralta tarkastaakseen rajapuut, vaan etäisyys puuhun voidaan tarkastaa poistumatta koealan keskipisteestä.

Runkoluvun laskenta mittaria apuna käyttäen toimii siten, että kuljettaja valitsee mittarin valikosta jatkuvan etäisyyden mittauksen ja osoittaa mittarin lasersäteellä tarkastettavaan puuhun. Jatkuvassa mittauksessa etäisyys pisteeseen näytetään reaaliajassa mittarin näytöllä. Jos puu on alle 11 metrin päässä koealan keskipisteestä, se tulee mukaan koealaan.

Ajouraleveys voidaan mitata siten, että mitataan ensimmäinen etäisyys ajouran laipahuun ajouran keskeltä. Seuraavaksi painetaan mittarin + painiketta ja mitataan etäisyys ajouran toiselle puolelle. Mittari laskee etäisyydet yhteen. Mittaaja pyöristää tuloksen yhden desimetrin tarkkuuteen.

Ajouravälin mittaaminen tehdään siten, että laserpisteellä osoitetaan koealan keskipisteestä kohtisuoraan edellisen tehdyn ajouran suuntaan. Etäisyys mitataan johonkin puuhun urien puolivälissä. Seuraavaksi painetaan + painiketta ja mitataan edellisen ajouran keskeltä etäisyys samaan puuhun. Tulokseen lisätään vielä rungon paksuus. Tulos kirjataan yhden desimetrin tarkkuudella.

Urapainumien pituus voidaan mitata osoittamalla mittarilla painuman alusta painuman loppuun maanpintaan.

Mittarin käytössä havaittiin myös haasteita. Kirkkaalla auringon paisteella varsinkin talvella laserpistettä oli vaikea havaita. Toinen haaste olivat lasersäteiden linjalle osuvat risut. Pienikin risu riittää häiritsemään etäisyyden mittausta. Mittauspisteestä voidaan tarvittaessa siirtyä parempaan kohtaan, kuitenkin siten että mittausetäisyys ei muutu. Kolmas haaste oli tähtäämisessä varsinkin juuri ja juuri ainespuun mitattävään puuhun. Mittarin todettiin kuitenkin toimivan niin hyvin, että sitä kannattaa haasteista huolimatta käyttää. Huonoissa olosuhteissa voidaan tarvittaessa käyttää mittanauhaa.

Läpimitan mittaukseen käytetään kaulainta, tai harvesterin mittasaksia. Puun korkeuden mittaukseen käytetään hypsometriä.

4 MITTAUSTULOKSIEN TALLENTAMINEN

4.1 Matkapuhelinsovellus ja käyttö

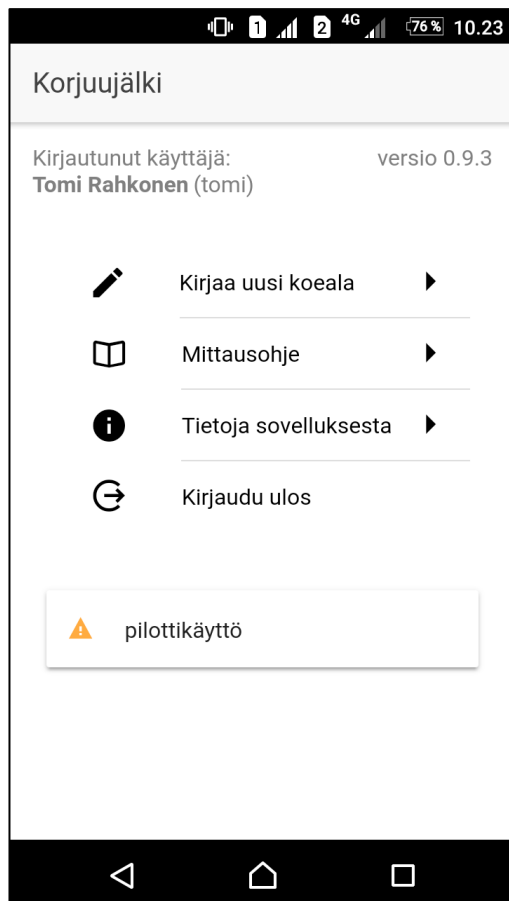
Korjuujäljen mittaustulosten tallentamiseen kehitettiin tässä opinnäytetyössä matkapuhelinsovellus. Sovellus toimii useimmissa Googlen Android- käyttöjärjestelmää käyttävissä laitteissa. Android- käyttöjärjestelmä valittiin koska suurin osa matkapuhelimista käyttää sitä nykyisin. Myöhemmin sovellus on mahdollista tehdä myös muille käyttöjärjestelmille.

Sovellus on ladattavissa ilmaiseksi Google Play- sovelluskaupasta. Sovellus löytyy kaupasta nimellä Korjuujälki. Sovelluksen lisäksi käyttäjä tarvitsee käyttäjätunnuksen ja salasanan jotka pääkäyttäjä luo hallintakäyttöliittymässä, sekä palvelintilan johon sovellus tallentaa mittaustulokset. Palvelintila ja ylläpito ovat maksullisia.

Sovellus toimii siten että käyttäjä kirjautuu ensimmäisen kerran sovellukseen omilla tunnuksillaan. Jatkossa kirjautumista ei tarvita, ellei kuljettaja kirjaudu sovelluksesta ulos, vaan sovellus muistaa käyttäjätunnuksen ja salasanan. Jos käyttäjä kirjautuu toisella päätelaitteella, kirjautuminen vaaditaan uudelleen.

Kirjautumisen jälkeen avautuu sovelluksen pääsivu, jossa valitaan seuraavista vaihtoehtoista: Kirjaa uusi koeala, mittausohje, tietoja sovelluksesta ja kirjaudu ulos. (Kuva 3).

Kirjaa uusi koeala- painikkeella päästään koealojen kirjaukseen, mittaaaja voi myös tutustua mittausohjeeseen ennen koealan mittausta valitsemalla mittausohjeen. Tietoja sovelluksesta- sivu on vielä sovellusversiossa 0.9.4 kesken. Kirjaudu ulos- vaihtoehto poistaa sovelluksesta mittaaajan käyttäjätunnuksen ja salasanan. Seuraavalla kerralla ne on syötettävä uudelleen.



Kuva 3. Sovelluksen pääsivu.

Koealaa kirjattaessa mittaaaja valitsee vaihtoehdon kirjaa uusi koeala. Tässä vaiheessa mittaaajan täytyy seisoa tarkasti koealan keskipisteessä, jotta sijainti tallennuu oikeaan paikkaan. Sovellus tallentaa automaattisesti päivämäärän ja koealan sijainnin. Tarvittaessa sijainti voidaan päivittää Päivitä sijainti- painikkeella, joka sijaitsee koordinaattien oikealla puolella. Seuraavaksi mittaaaja valitsee metsäomistajan ja leimikon. Nämä tiedot pääkäyttäjän on syötettävä sovellukseen hallintakäyttöliittymän kautta etukäteen. Mittaaaja syöttää työkuvioiden numeron. Mittaaajan nimi tallennetaan automaattisesti. Seuraavaksi mittaaaja pääsee syöttämään mittauksia. Mittaustaessa korjuujälkeä työskentelyn aikana jäävän puuston määrän mittaukseen käytetään runkolukua. Mittaaaja syöttää koealalta laskettujen ainespuukokoisten runkojen lukumäärän. Hehtaarikohtainen runkoluku lasketaan myöhemmin hallintakäyttöliittymään syötettyjen koealojen perusteella. Käytettäessä runkolukua mittaaaja syöttää seuraavaksi koealalta laskettujen runkojen keskiläpimitan. Vaihtoehtoinen

tapa mitata jäävän puuston määrää on käyttää valtapituuteen perustuvaa menetelmää. Silloin koealalta mitataan valtapituus ja pohjapinta-ala. Mittaustapoja voidaan käyttää myös yhtä aikaa, mutta sovellus antaa tallentaa koealan, kunhan kentät runkoluku ja keskiläpimitta tai pohjapinta-ala ja valtapituus on täytetty. Sovellusversiossa 0.9.4 muut kentät ovat pakollisia lukuun ottamatta Merkinnet-kenttää. Merkinnet-kenttään mittaaja voi vapaasti kirjoittaa havaintoja tai muistiinpanoja. Kirjaamisen nopeuttamiseksi runko- ja juuristovauriot, sekä ajourapainumat-kenttiin on oletuksena syötetty arvoksi nolla. Mittaaja muuttaa arvon oikeaksi, jos vaurioita tai painumaa havaitaan. Tarvittaessa kuljettaja saa mittausohjeen auki sovelluksesta painamalla oikeassa laidassa olevaa kysymysmerkkiä. (Kuva 4). Painamalla kysymysmerkkiä koko mittausohje avautuu ja mitattavana olevan kentän mittausohje näkyy korostettuna keltaisella värillä.

← Kirjaa koeala

Päivämäärä 08.04.2017

GPS: 22.8213372, 62.7901359

Metsänomistaja Matti M... ?

Leimikko Talvikorj... ?

Työkuvio 12

Kuljettaja Tomi Rahko

Runkoluku (kpl) 15 ?

Keskiläpimitta (cm) 15 ?

Pohjapinta-ala (m3/ha) ?

Valtapituus (m) ?

Kuva 4. Mittaustietojen kirjaaminen.

Kun kuljettaja on syöttänyt tiedot kaikkiin pakollisiin kenttiin, alareunan lähetä-painike muuttuu kirkkaan siniseksi ja tiedot voidaan lähettää painiketta painamalla. (Kuva 5).

The screenshot shows a mobile application interface for recording measurement data. The title is 'Kirjaa koeala'. The form includes the following fields:

- Ponjapinta-ala (m³/na) with a question mark icon.
- Valtapituus (m) with a question mark icon.
- Runkovauriot (kpl) 0 with a question mark icon.
- Juuristovauriot (kpl) 0 with a question mark icon.
- Ajouraväli (m) 19,7 with a question mark icon.
- Ajouranleveys (m) 4,2 with a question mark icon.
- Ajourapainamat (m) 0 with a question mark icon.
- Merkinät (empty field).

At the bottom of the form, there are two buttons: a red button labeled 'TYHJENNÄ' and a blue button labeled 'LÄHETÄ'. The status bar at the top shows the time as 12.57 and 53% battery.

Kuva 5. Mittaustietojen lähettäminen.

Sovellus lähettää tiedot palvelimelle, jos matkapuhelinverkko on saatavilla. Jos verkkoyhteyttä ei ole, sovellus tallentaa mittaukset puhelimen muistiin ja lähettää ne, kun verkkoyhteys saadaan.

4.2 Tallennustila ja hallintakäyttöliittymä

Tämä käyttöliittymän kuvaus koskee tällä hetkellä käytössä olevaa versiota 1.0.3. Sovellusta ja käyttöliittymää kehitetään edelleen ja muutoksia toimintoihin tulee.

Matkapuhelinsovellus tallentaa mittaustiedot palvelimelle. Palvelin on internetiin liitetty tietokone, joka toimii tallennustilana ja sovellusalustana hallintakäyttöliittymälle. Palvelimella voidaan lisäksi käsitellä tietoja ja tehdä laskentoja tallennetuista tiedoista. Palvelimen omistaa Nosteco oy. Nosteco myös huolehtii korvausta vastaan palvelimen ja sovelluksen ylläpidosta ja tietoturvasta. Palvelimelle tallennettuja tietoja voidaan tarkastella mistä tahansa tietokoneelta, jossa on internet-yhteys. Nostecon palvelin valittiin tulevia kehitystarpeita varten. Vaihtoehtona olisi ollut luoda käyttöliittymä jollekin vapaasti käytössä olevalle palvelimelle, esimerkiksi Google Driveen. Nosteco piti parempana vaihtoehtona omaa palvelintaan jatkokehitystarpeiden kannalta, koska palvelimen hallinta ja tuetut ominaisuudet ovat tällöin heidän päätettävissään. (Nosteco, 2016).

Käyttäjätunnukset ja salasanat luodaan hallintakäyttöliittymässä. Nosteco luo tunnukset ensimmäiselle käyttäjälle. Oletuksena uuden käyttäjän käyttäjätaso on kuljettaja/mittaaja. Seuraavaan ohjelmaversioon on tulossa mahdollisuus valita käyttäjätaso uusia tunnuksia luotaessa. Pääkäyttäjällä on pääsy matkapuhelinsovellukseen ja hallintakäyttöliittymään, kuljettaja/mittaajalla ainoastaan matkapuhelinsovellukseen.

Hallintakäyttöliittymään on kirjauduttava joka kerta uudestaan. Ohjelman etusivulla ylälaidassa näkyvät seuraavat välilehdet: kohteet, koealat ja käyttäjät. Kohteet välilehdellä luodaan metsänomistajat ja leimikot. Nämä tiedot pääkäyttäjä syöttää valmiiksi ennen koealojen mittausta. Koealat välilehdellä näkyvät oletuksena kaikkien koealojen mittaustiedot. Käyttäjät välilehdellä luodaan uudet käyttäjät ja voidaan poistaa käyttäjiä. Pääkäyttäjät voivat myös palauttaa unohtuneet salasanat. (Kuva 5)

Työmaiden ja käyttäjien hallinnan lisäksi hallintakäyttöliittymässä on mahdollista suodattaa mittaustuloksia halutulla aikavälillä, sekä kuljettajittain tai työkuviointain.

(Kuva 6). Suodattimia voidaan käyttää myös yhtä aikaa, voidaan esimerkiksi suodattaa tietyn kuljettajan tietyltä työkuviolta tekemät mittaukset ja verrata kuviokohdaksiin harvennussuositukseen. Ohjelma ei vielä tee laskentoja tai vertailuja, vaan pääkäyttäjän täytyy tehdä vertailu ja antaa palaute mittaajalle. Tarkempaa analysointia varten mittaustulokset voidaan viedä csv- tiedostona Excel taulukkolaskentaohjelmaan.

Mittaajan tallentamien koealatietojen lisäksi käyttöliittymän vasemmassa laidassa näkyvät koealojen koordinaatit. Kun koealojen sijainti tiedetään, voidaan koealoille tehdä tarvittaessa tarkistusmittaus. Koealat voidaan mitata uudelleen myös metsäkuljetuksen jälkeen ja verrata tilannetta hakkuun jälkeen ja metsäkuljetuksen jälkeen. Näin voitaisiin saada tietoa esimerkiksi vaurioiden synnystä, missä työvaiheessa vaurioita syntyy. Klikkaamalla koordinaatteja ne voidaan lähettää yksi kerrallaan linkkinä haluttuun sähköpostiin tai puhelinnumeroon. Matkapuhelin avaa linkin oletuksena Google Maps- sovelluksessa. Google Maps:lla voidaan navigoida kohteelle, mutta koealan tarkan paikan löytäminen sovelluksella todettiin vaikeaksi. Koordinaatit voidaan siirtää myös maastopaikantimeen. Paikantimella koealojen löytäminen on helppoa, koska paikannin näyttää suunnan ja etäisyyden tavoitteena olevaan pisteeseen. Tehtäessä tarkistusmittausta mittaajan pitää tietää aiemmin tehdyn mittauksen mittauspäivä, jotta voidaan mitata samat koealapaikat. Tällä hetkellä mittauspäivältä ei voida tallentaa vaan tarkistusmittausta varten koealat tulee merkittävä maastoon.

PoKeKirjaus / Admin
Kirjautunut käyttäjä: Tomi Rahkonen (tomi)

Etusivu Kohteet Koealat Käyttäjät

Alkupvm Loppupvm

Kuljettaja Työkuvio

Päivämäärä	Kuljettaja	Latitudi	Longitudi	Maanomistaja	Leimikko	Työkuvio	Runkoluku	Keskiäpimita	Pohjapinta-ala	Valtapietus	Ajuran leveys	Ajouraväli	Runkovauriot	Juuristovauriot	Ajourapainamat	Merkinnät
7.4.2017	Jari Tuikkanen	62.5963142	25.3016898	POKE	Haarassenmäki	130	12	21			3.9	17.4	0	0	0	
7.4.2017	Jari Tuikkanen	62.5931405	25.2793403	POKE	Haarassenmäki	130	8	21			4.1	21.9	0	0	0	
7.4.2017	Tomi Rahkonen	62.5972645	25.3032716	POKE	Haarassenmäki	130	13	18			4	13.5	1	0	0	
7.4.2017	Tomi Rahkonen	62.5964825	25.3036165	POKE	Haarassenmäki	130	8	22			3.9	17.5	0	0	0	
7.4.2017	Tomi Rahkonen	62.5961181	25.3037967	POKE	Haarassenmäki	130	7	16			5	24.5	0	0	0	
8.4.2017	Tomi Rahkonen	62.7900805	22.821377	Matti Metsänomistaja	Tahvikorjuu	12	15	15			4.2	19.7	0	0	0	

Kuva 6. Koealat hallintakäyttöliittymässä.

5 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä saavutettiin työlle asetetut tavoitteet. Mittausmenetelmä todettiin yksinkertaiseksi ja helpoksi suorittaa. Mittaustapahtuma on myös melko nopea suorittaa, mittauksiin ja tallennukseen menee kaikkiaan noin 5-10 minuuttia. Runkoluvun mittaukseen voidaan tämän menetelmän lisäksi käyttää työelämässä yleisesti käytettävää menetelmää, jossa runkolukua mitataan ojentamalla nosturi suoraksi sivulle ja laskemalla kuvitellulta puoliympyrältä rungot nousematta koneen ohjaamosta. Kun tiedetään nosturin pituus, voidaan siitä laskea koealan pinta-ala ja hehtaarikohtainen runkoluku. Nosturilla mittaamista voidaan käyttää tässä opinnäytetyössä kuvatus menetelmän ohella ja tukena.

Tässä opinnäytetyössä kuvattua menetelmää testattiin syksyn ja talven 2016-2017 aikana POKEn työmailla. Alkusyksystä menetelmää käyttivät kolmannen vuoden opiskelijat. Tallennussovellusta ei vielä ollut, vaan mittaukset tallennettiin paperilomakkeelle. Koealat merkittiin ajouran laitapuihin tarkistusmittausta varten. Korjuujäljen havaittiin parantuneen menetelmän käyttöönoton jälkeen. Opiskelijat kiinnittivät aiempaa enemmän huomiota varsinkin korjuuvaurioiden määrään ja jäävän puuston runkolukuun. Osittain tämä johtuu siitä, että näitä asioita korostettiin koulutuksessa aikaisempaa enemmän. Toinen syy korjuujäljen paranemiseen on koealan satunnaisuus. Kun kuljettaja ei voi itse valita koealan paikkaa, vaan se arvotaan satunnaisotannalla, kuljettajan on kiinnitettävä koko ajan huomiota korjuujälkeen.

Palaute korjuun laadusta annetaan kuljettajalle suullisesti tai esittämällä jokaiselle kuljettajalle omat mittaustulokset esimerkiksi pdf-tiedostona. Kuljettaja ei pääse tällä hetkellä itse näkemään mittaustuloksiaan hallintakäyttöliittymästä. Harvennusvoimakkuuden osalta mittaustuloksia verrataan korjuuohjeessa annettuihin kuviokohtaisiin runkoluku- tai pohjapinta-ala tavoitteisiin. Jos käytettävissä ei ole kuviokohtaisesti annettuja tavoitteita, mittaustuloksia verrataan Metsäkeskus Tapion harvennusmalleihin. Jatkossa hallintakäyttöliittymään tulee mahdollisuus syöttää kuviokohtainen tavoiterunkoluku tai pohjapinta-ala. Hallintakäyttöliittymään tulee ohjelma joka laskee mittaustuloksien keskiarvot ja vertaa mittaustuloksia annettuihin tavoitteisiin.

Puutteena sovelluksessa on tällä hetkellä juuri reaaliaikaisen palautteen puuttuminen. Sovellusta kehitetään edelleen ja seuraavaan versioon on tulossa kuljettajalle mahdollisuus tarkastella omia mittaustuloksiaan omalla matkapuhelimellaan. Seuraava versio osaa myös laskea keskiarvot mittaustuloksista kuljettajakohtaisesti ja työkuviokohtaisesti. Esimerkiksi kuljettajan mittaaman runkoluvun ja runkolukutavoitteen eron esittämiseen voitaisiin käyttää värikoodia tai muuta havainnollista esitystapaa. Kuljettajan kehittymistä voitaisiin seurata kehitysraporttien avulla.

Seuraavaan sovellusversioon on tulossa myös puutavaran laadun mittaus. Otanta pölkkyinä käytetään samoja satunnaisotanta pölkkyjä, joilla tarkistetaan mittalaitteen mittaustarkkuus. Minimierä on kuusi pölkkyä. Kuljettaja mittaa pölkkyt ja arvioi laadun. Sovelluksessa kuljettaja valitsee kullekin pölkylle tavaralajin ja kirjaa syyn, jos pölkky ei täytä tavaralajille asetettuja mitta- ja laatuvaatimuksia. Oletuksena kaikki pölkkyt täyttävät mitta- ja laatuvaatimukset kirjaamisen nopeuttamiseksi. Ongelmana näytepölkkyjen valinnassa on se, että kuljettaja voi tehdä pölkkyt huolellisemmin, kun hän tietää että ne tulevat otantaan. Omavalvonta perustuu kuitenkin aina mittaajan rehellisyyteen. Mittaustapahtuman ajanmenekki kuitenkin kasvaisi liikaa, jos pölkkyt valittaisiin aikaisemmin tehdyistä pölkkyistä. Seuraava päivitys julkaistaan aikaisintaan syksyllä 2017. Korjuujälkipalaute voidaan jatkossa muodostaa myös työmaakohtaisesti ja jakaa myös metsänomistajalle.

Jatkokehityksessä tutkitaan mahdollisuutta siirtää mittaustietoja rajapinnan kautta muihin suunnittelu- ja tietojärjestelmiin esimerkiksi metsäsuunnitelman päivittämistä varten. Metsäsuunnitelman päivittäminen vaatisi ohjeen koealojen määrästä hehtaaria kohti. Kuljettajaoppilaiden tuotokset vaihtelevat suuresti. Toinen oppilas harventaa hehtaarin päivässä, kun toisella oppilaalla hehtaarin harventamiseen voi mennä useita päiviä. Jos päivässä mitataan yksi koeala, koealojen määrä saattaa vaihdella paljonkin.

Tarkistusmittausta varten pitäisi löytää helppo tapa navigoida koealalle. Koordinaatit voidaan siirtää maastopaikantimelle, mutta helpointa olisi, jos navigointi voitaisiin tehdä samalla laitteella jolla mittaustulokset tallennetaan. Paras ratkaisu olisi todennäköisesti kehittää sovellukseen navigointiominaisuus, joka näyttäisi suunnan ja etäisyyden seuraavalle koealalle.

Metsäkoneiden tietojärjestelmät kehittyvät nopeasti ja harvennusvoimakkuuden seurantaan on todennäköisesti tulossa lähivuosina tekniikkaa joka opastaa kuljettajaa ja helpottaa harvennusvoimakkuuden hallintaa. Näen kuitenkin tämän sovelluksen tarpeellisena, koska muita korjuujälkeen vaikuttavia tekijöitä kuten puustovaurioita ja ajourapainumia voi olla haastavaa tunnistaa teknisillä apuvälineillä. Vaikka uusi tekniikka yleistyisi urakointikäytössä, oppilaitoksissa käytetään vanhoja koneita vielä pitkään. Usein uuden tekniikan päivittäminen vanhaan koneeseen on kallista ja hankalaa.

LÄHTEET

- A 30.12.2013/1308. Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä.
- BIOTAR. Ei päiväystä. Biotalouskampuksen osaamisalusta. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.6.2017]. Saatavana: <https://www.poke.fi/fi/biotar>
- Isomäki, A. 1986. Linjakäytävän vaikutus reunapuiden kehitykseen. Helsinki. Metsätutkimuslaitos. Folia Forestalia 678.
- Isomäki, A. & Niemistö, P. 1990. Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa. Helsinki. metsätutkimuslaitos. Folia Forestalia 756.
- Kokko, P & Siren, M. 1996. Harvennuspuiden korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja.
- Lilleberg, R. 1984. Metsätehon tiedotus. [Verkkojulkaisu] Helsinki. Saatavana: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/tiedotus-1984_388.pdf
- Metsäteho, 2003. Korjuujälki harvennushakkuussa. [Verkkojulkaisu] Helsinki. Saatavana: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuujalki_harvennushakkuussa_opas.pdf
- Metsäteho, 2015. Hakkuukoneen mittaustarkkuuden ylläpito-ohje.[Verkkojulkaisu] Helsinki. Saatavana: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Ohje_Hakkuukoneen_mittaustarkkuuden_yllapito_07_05_2015.pdf
- Nosteco oy, 2016. Sovellustyöpaja.
- Sirén, M. 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. [Verkkojulkaisu] Vantaa: Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1635-1>
- Suomen metsäkeskus, 2015. Maastotarkastusohje. [Verkkojulkaisu] Helsinki. Saatavana: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suomen-metsakeskuksen-maastotarkastusohje-2015-v2.pdf>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja

LIITTEET

Liite 1.Korjuujäljen työskentelynaikainen seuranta. Mittausohje.

Korjuujäljen työskentelynaikainen seuranta

Mittausohje

1. Koealan sijainnin määrittämiseen käytetään hakkuukoneen mittalaitteen mittaus-tarkkuuden seurantaan tarkoitettua satunnaisotantarungon arvontaa.

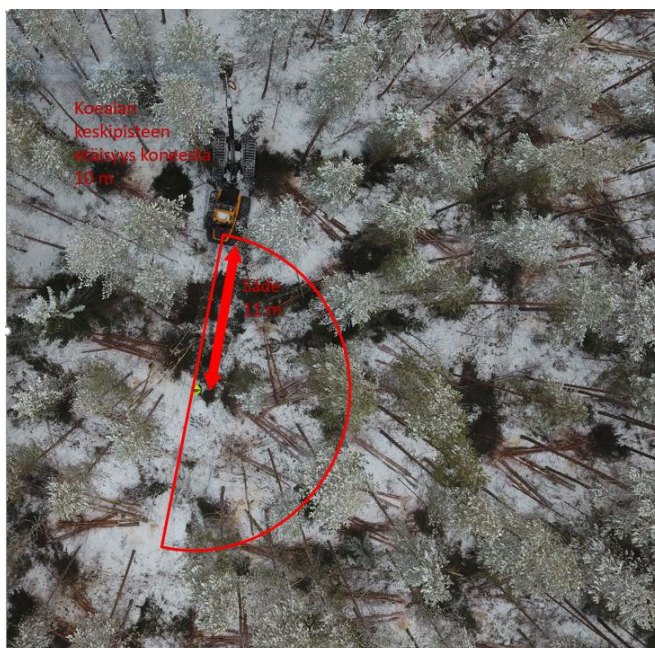
Mittalaitteen arpoessa satunnaisotantarungon, valmista runko ohjeen mukaisesti ja mittaa se.

Satunnaisotannan väli tulee säätää siten, että mittalaite arpoo 1-2 otantarunkoa päivässä, jotta korjuujäljen mittauskoealoja saadaan päivittäin. Aina koneen arpoessa satunnaisotantarungon, mitataan myös korjuujälkikoeala.

Sovellusta voidaan käyttää myös metsurihakuilla, sekä korjuujäljen mittaukseen työmaan valmistuttua. Tällöin koealojen sijainti määritellään soveltuvalla menetelmällä.

Sovelluksella voidaan kerätä myös kuviotietoja, silloin koealoilta voidaan mitata vaihtoehtoisesti runkoluku ja keskiläpimitta tai pohjapinta-ala ja valtapituus. Valtapituus on sadan paksuimman puun keskipituus hehtaarilla, käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että pituus mitataan koealan paksuimmasta puusta.

2. Koealan keskipiste määritellään mittaamalla koneesta 10 metrin matka koneen tulosuuntaan ajouran keskelle (kuva 1). Jos kone on aivan ajouran alussa, koeala mitataan edellisen ajouran lopusta. Koealan sijainti merkitään tarvittaessa punaisella kuitunauhalla lähimpään ajouran reunapuuhun, solmu koealan keskipistettä kohti.



Kuva 1. Koealan sijainti.

3. Työskentelynaikaisessa korjuujälkimittauksessa koealan keskipisteestä mitataan runkoluku puoliympyrältä käyttäen 11m:n sädettä. Runkolukuun luetaan rungot, joiden rinnankorkeusläpimitta on vähintään 7cm.

Koeala mitataan aina valmiin ajouran suuntaan. Tarvittaessa koealalta luetut puut merkitään kuitunauhalla tai maalilla.
4. Työskentelynaikaisessa korjuujälkimittauksessa puoliympyrältä luetusta puusta mitataan keskiläpimitta arvioimalla toiseksi suurin ja toiseksi pienin runko, mittaamalla läpimitta rinnankorkeudelta ja laskemalla niistä keskiarvo. Tulos kirjataan yhden senttimetrin tarkkuudella.
5. Jälkikäteen tehtävässä korjuujälkimittauksessa tai kerättäessä kuviotietoja, koealan keskipisteestä mitataan relaskoopilla pohjapinta-ala.
6. Jälkikäteen tehtävässä korjuujälkimittauksessa tai kerättäessä kuviotietoja, koealalta mitataan valtapituus. Valtapituus on sadan paksuimman puun keskipituus hehtaarilla. Pituus mitataan koealan paksuimmasta puusta.
7. Puoliympyrältä luetuista puista tarkistetaan runkovauriot, runkovaurioiksi luetaan yli 12 cm³ vauriot, joissa nilakerros on rikkoutunut vähintään 1 cm:n alalta, pienemmät vauriot, ns. syvävauriot, joissa puuaines on vioittunut ja yli puolimetriä pitkät kuoren rikkoneet viillot. Katkennut latva luetaan myös runkovaurioiksi. Yhdestä rungosta kirjataan vain yksi vaurio, vaikka siinä olisi useampia vaurioita.
8. Puoliympyrältä luetuista puista tarkistetaan juuristovauriot. Juuristovaurioita ovat alle yhden metrin päässä puun keskilinjasta juurenniskan alapuolella olevat vauriot. Vaurioiden tunnusmerkit ovat samat, kuin runkovaurioissa. Läpimitaltaan alle 2 cm:n juurissa olevia vaurioita ei kirjata. Yhdestä rungosta kirjataan ainoastaan yksi vaurio, vaikka niitä olisi useita.
9. Koealan keskipisteestä mitataan ajouraväli, väli mitataan ajouran keskeltä edellisen ajouran keskelle (kuva 2). Tulos kirjataan yhden desimetrin tarkkuudella. Toisessa ja kolmannessa harvennuksessa ajouraväliä ei mitata.



Kuva 2. Ajouravälin mittausta.

10. Koealan keskipisteestä viiden metrin matkalta molempiin suuntiin mitataan ajouraleveys. Ajouraleveys mitataan mittaamalla etäisyys ajouran keskeltä molemmille puolille lähimpiin puihin (kuva 3). Tulokset lasketaan yhteen ja tulos ilmoitetaan yhden desimetrin tarkkuudella. Runkoluvun ollessa alle 600r/ha, ajouraleveyttä ei mitata.



Kuva 3. Ajouran leveyden mittausta.

11. Ajourapainumat mitataan 30 metrin matkalta koneen perästä tulosuuntaan mitattuna. Ajourapainumaksi luetaan yli 10 cm:n painumat maanpinnan tasosta mitat-

tuna, joissa maan pintakerros on rikkoutunut. Yksittäisiä kuoppia ei lasketa ajourapainumiin, minimipituus ajourapainumalla on yksi metri. Pituus ilmoitetaan metrin tarkkuudella.