

LEIMIKKORADAN PERUSTAMINEN

Hirvaan opetusmetsä

Puunhankinnan opetuksen kehittämishanke

Rautajoki Saku

Opinnäytetyö
Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutus
Metsätalousinsinööri (AMK)

2018

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutus
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Saku Rautajoki	Vuosi	2018
Ohjaaja	Oiva Hiltunen		
Toimeksiantaja	Lapin Ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Leimikkoradan perustaminen		
Sivu- ja liitesivumäärä	31 + 6		

Tämän kehittämistyön tavoitteena oli luoda Lapin ammattikorkeakoulun metsätalousinsinööriopiskelijoille leimikkorata. Leimikkorata on oppimisympäristö leimikon suunnittelun maastotöiden harjoitteluun. Työn toimeksiantaja on Lapin ammattikorkeakoulu, ja se on osa puunhankinnan opetuksen kehittämishanketta, johon osallistuivat myös muut metsätalouden opintoja tarjoavat ammattikorkeakoulut.

Opinnäytetyöni toteutustapa on kehittämistyö. Osana työtä perustin viidestä metsikkökoealasta koostuvan leimikkoradan Hirvaalle, jossa sijaitsee paljon opetusmetsää. Toinen suuri osa työtä fyysisen radan perustamisen lisäksi oli tehtävien suunnittelu radalle. Tehtävien suunnittelussa hyödynsin itse suorittamiani mittauksia sekä monimuoto-opiskelijoiden suorittamia metsikkökoealamittauksia.

Monimuoto-opiskelijat mittasivat metsikkökoealat ja minä mittasin koealoille yksittäiset koepuut sekä joitakin tarkistusmittauksia. Tuloksia tuli niin paljon, että päätin muodostaa niistä kaksi erilaista tehtäväkokonaisuutta. Näin rata on monikäyttöisempi ja sitä voidaan hyödyntää halutessa opetus- sekä itseopiskelutarjoituksessa.

Opinnäytetyöni tietoperusta koostuu puuston arvioinnista ja mittauksesta sekä yksittäisen puun että metsikön tasolla. Siinä käsitellään samoja menetelmiä, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi rataa suorittaessa. Samoja taitoja metsätalousinsinööri tarvitsee myös käytännön töissä.

School of Forestry and Rural industries
Forestry Programme
Forestry Engineer

Author	Saku Rautajoki	Year	2018
Supervisor	Oiva Hiltunen		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Creating marked tree stand track		
Number of pages	31 + 6		

The aim of this thesis was to create a field track to practice skills needed in planning of the stand marked for cutting. The track is a learning environment to practice the field work of a stand marked for cutting. The commissioner of the study is Lapland University of Applied Sciences and it is a part of the development project of the teaching of wood procurement in which other universities which offer the studies of forestry, also participated in.

The aim was to create a track located in Hirvas, Rovaniemi. The track consists of five different sample plots. Creating the tasks for the track was also included in the thesis. In the planning of tasks, the measurements done by the author and the sample plot measuring done by multiform students were utilised.

The multiform students measured sample plots and individual test trees and some verifying measurements to the sample plots were measured by the author. Due to the large amount of data it was convenient to do two different task groups. The track is more versatile and it can be utilised if desired in teaching and independent learning purposes.

The knowledge basis of the thesis consists of measuring individual trees and measuring of the tree stands. The same methods can be exploited when completing the track. The same skills are required of a forestry engineer in practical work.

Key words

evaluation of the tree stand, measuring of the wood, tree stand track

Sisällys

1 JOHDANTO	5
2 PUUSTON ARVIOINTI JA METSIKÖN MITTAUS	7
2.1 Yksittäisen puun arviointi ja mittaaminen	7
2.1.1 Puun pituus	7
2.1.2 Rinnankorkeusläpimitta	8
2.1.3 Puun ikä	9
2.1.4 Puun runkotilavuus	10
2.2 Metsikön tunnusten arviointi ja mittaaminen	11
2.2.1 Koeala	11
2.2.2 Relaskooppi	12
2.2.3 Pohjapinta-ala	13
2.2.4 Runkoluku	14
2.2.5 Keskiläpimitta	14
2.2.6 Keski- ja valtapituus	14
2.2.7 Metsikön tilavuus	15
2.3 Puutavaralajit	17
3 LEIMIKKORADAN PERUSTAMINEN	20
3.1 Alkuvaiheet	20
3.2 Koealojen sijoittuminen	20
3.3 Mittaukset	23
3.4 Radan tehtävien suunnittelu	25
3.5 Moodle työtila	26
3.6 Radan tehtävät	26
3.7 Radan käyttöönotto	27
4 POHDINTA	28
LÄHDELUETTELO	30
LIITTEET	32

1 JOHDANTO

Sain opinnäytetyöni aiheen syksyllä 2017 lehtori Oiva Hiltuselta. Opinnäytetyöni on kehitystyö ja osa puunhankinnan opetuksen kehittämishanketta, johon osallistuu myös muut metsätaloutta opettavat ammattikorkeakoulut. Toimeksiantaja työlleni on Lapin ammattikorkeakoulu.

Työn tavoitteena oli perustaa oppilaitoksen lähialueelle leimikkorata, jota opiskelijat voivat hyödyntää itseopiskelussa ja opettajat opetustarkoituksessa. Radalla harjoitellaan leimikon suunnittelun maastossa tehtäviä työvaiheita, kuten mitausta ja arviointia sekä yksittäisen puun, että metsikön tasolla. Rata oli tarkoitus perustaa ensin Pöyliövaaraan, mutta lopulta se kuitenkin perustettiin Hirvaalle, jossa sijaitsee paljon opetusmetsää. Opinnäytetyöni toteutustapa on kehittämistyö ja se sisälsi paljon maastotöitä, jotka olivat mielenkiintoisia. Vastaavanlaista rataa ei koululla ole ollut ja mielestäni rata on mukava lisä käytännön oppimisen tueksi.

Radan suorittaminen koostuu viidellä koealalla käymisestä ja sen voi tehdä kävellen tai autolla. Alun perin rata oli tarkoitus perustaa yhtenäisenä, mutta Hirvaalle ei ollut valmista polkuverkostoa. Toisaalta ratkaisu luoda rata erillisistä koealoista monipuolista rataa, sillä näin saatiin erilaisia metsiköitä ja vaihtelevaa puustoa paremmin mukaan.

Työhöni kuului mittauksen ja muiden maastotöiden lisäksi radan tehtävien laatiminen. Rataa varten perustettiin yhdessä eOppimispalveluiden kanssa työtila Moodleen. Laadin Moodleen työtilaan kartat, ohjeet radan suorittamista varten sekä kaksi erilaista tehtäväkokonaisuutta sisältävää virtuaalitenttiä. Tarkoituksena on, että opiskelija kiertää radan ohjelomakkeen kanssa, josta löytyvät samat kysymykset kuin virtuaalitentissä. Kun rata on kierretty, siirtää oppilas vastaukset virtuaalitenttiin. Virtuaalitenttin suoriutumisesta saa tiedon sekä oppilas, että opettaja.

Kyseessä on täysin uusi oppimisympäristö ammattikorkeakoulumme metsätalousinsinööri opiskelijoille, sillä vastaavanlaista rataa ei ole aiemmin ollut opetusikäikäytössä. Opinnäytetyöni alkuvaiheilla kävin keskusteluja vuosikurssilaisten kanssa radan hyödyllisyydestä. Keskustelujen perusteella kävi ilmi, että rata olisi

erittäin toivottu lisä käytännön opetukseen sekä esimerkiksi itseopiskelua varten ja metsätaitokilpailuihin valmistautuessa. Saamani palaute innosti minua jatkamaan opinnäytetyöni parissa.

2 PUUSTON ARVIOINTI JA METSIKÖN MITTAUS

Leimikon suunnittelun ideana on tuottaa tietoa korjuun suunnittelun sekä puukaupan avuksi määrittämällä leimikon rajauksen ohessa muun muassa puutavarakertymä. Leimikkoa muodostettaessa puukaupan yhteydessä sovitaan esimerkiksi puutavaralajien laadusta sekä niiden läpimitta- ja pituusrajoista. Voidaan siis sanoa, että puuston arviointi on oleellinen osa leimikon suunnittelua. (Pesonen ym. 2005, 12,13.)

Metsätaitokilpailut ovat hyvä tilaisuus kehittää puuston arviointitaitoja. Metsätaitokilpailuja järjestetäänkin sekä metsänomistajille, että metsäammattilaisille. Kilpailut ovat tärkeitä tapahtumia, joista hyötyy jokainen lähtötasostaan riippumatta. (Metsänomistajat 2017.) (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 5,6.)

2.1 Yksittäisen puun arviointi ja mittaaminen

Yksittäisen puun mittaaminen ja tunnusten määrittäminen luo pohjan puuston arvioinnille ja metsikön ja metsäalueen mittaamiselle. Puu voidaan jakaa useampaan osaan, jotka ovat metsän mittauksessa perinteisesti oksat ja lehdet eli latvus, juuristo, kanto sekä runko, joka on kaupallisesti arvokkain puun osa. Tästä syystä runko on keskeisin mittausten kohde. Se voidaan jakaa käyttöpuuhun ja hakkuutähteeseen ja käyttöpuu voidaan jakaa edelleen puutavaralajeihin, kuten tukki- ja kuitupuuhun. (Ärölä 2008, 272.)

Puusta määritettävät tunnuksat voidaan jakaa kahteen luokkaan, jotka ovat alkuperäiset tunnuksat sekä johdetut tunnuksat. Alkuperäiset tunnuksat voidaan määrittää puusta suoraan, kuten esimerkiksi pituus ja läpimitta. Johdetut tunnuksat puolestaan johdetaan muiden tunnusten avulla. Esimerkkinä johdetuista tunnuksista on rungon tilavuus. (Ärölä 2008, 272.)

2.1.1 Puun pituus

Puun pituudella (h) tarkoitetaan etäisyyttä puun tyven ja latvan välillä. Tyvi rajautuu maanpinnan tasoon ja latvalla tarkoitetaan huippua eli korkeinta kohtaa

puusta. Puun pituuden mittaus tapahtuu yleensä hypsometrillä, mutta se on suhteellisen helppoa myös arvioida. (Kangas, Päivinen, Holopainen & Maltamo 2011, 27, 35.)

Hypsometrit voidaan jakaa toimintaperiaatteeltaan kahteen luokkaan. Vertaustankoon perustuvilla hypsometreillä puun pituus suhteutetaan vertaustankoon. Nykyisin yleisesti käytössä olevat hypsometrit perustuvat tähtäysetäisyyteen eli mittaajan ja puun väliseen etäisyyteen. Tähtäysetäisyyteen perustuvalla hypsometrillä mitatessa mitataan kulmalukemat yleensä joko 15 tai 20 metrin etäisyydeltä puun latvaan ja tyveen. Kulmalukemat näkyvät hypsometrin asteikolla metreinä, josta ne saadaan suoraan luettua. Uudemmat VERTEX-hypsometrit koostuvat itse hypsometristä ja lähettimestä. Tällä laitteella pituus mitataan kohdistamalla laite lähettimeen, joka on kiinnitetty puun runkoon 1,3 metrin korkeudelle. Toinen tähtäys tehdään latvaan, jonka jälkeen laite automaattisesti laskee puun pituuden. (Kangas ym. 2011, 35 – 37.)

Kun mittaustuloksen tarkkuudella ei ole kriittistä merkitystä, voidaan pituus arvioida. Pituus voidaan tällöin mitata esimerkiksi kepin avulla. Kepin avulla mittaminen toimii niin, että mittaaja etsii aluksi käsivarttaan hieman pidemmän suoran kepin. Mittaajan tulee asettaa kepin toinen pää silmänsä alle poskeen kiinni vaakatasoon ja ottaa käsivarsi suorana kiinni kepeistä niin pitkältä kuin ylettää. Seuraavaksi keppi käännetään pystyasentoon käsivarsi suorana pitämällä edelleen kiinni samasta kohdasta ja samalla mittaaja siirtyy mitattavasta puusta sellaiselle etäisyydelle, jossa puu ja keppi näyttävät saman pituisilta. Tyven tulee olla peukalon kohdalla kepin alapäässä ja latvan kepin yläpäähän kanssa samalla tasolla. Kun puu ja keppi näyttävät saman pituisilta on mittaaja yhtä etäällä puusta, kuin se on korkea. Viimeisessä vaiheessa mittaaja mittaa etäisyyden puusta askelilla tai askelpareilla, jotka on harjoiteltu olevan metrin mittaisia. Saatu etäisyys on samalla siis myös puun pituus metreinä. (Suomen Metsäyhdistys ry 2015.)

2.1.2 Rinnankorkeusläpimitta

Puun halkaisijaa tietyllä korkeudella kuvataan läpimitalla (d). Ellei mittauskorkeutta ole erikseen ilmaistu alaindeksillä, tarkoitetaan rinnankorkeusläpimittaa ($d_{1,3}$). Rinnankorkeusläpimitta on puun läpimitta mitattuna 1,3 metrin korkeudelta

maanpinnasta. Toinen yleinen läpimitta on yläläpimitta (d_6), joka mitataan kuuden metrin korkeudelta. (Bamberg, Hemmilä & Vettenranta 2000, 30 – 33; Kangas ym. 2011, 35 – 37.)

Läpimittaa voidaan mitata kaulaimella, mittasaksilla tai tallmeterillä. Kaulain on yleisin väline tähän ja sillä mitataan kohtisuoraan puuta vasten. Tallmeterillä mitataan ympärysmitta kuin mittanauhalla, mutta tuloksen näkee suoraan läpimitana. Yleisesti läpimittoja mitatessa käytetään yhden senttimetrin tasaavaa luokitusta eli tulos ilmoitetaan yhden senttimetrin tarkkuudella. (Ärölä 2008, 273.)

Läpimitan voi mitata melko tarkasti myös tavallisella mittanauhalla. Tällöin mittanauhalla saatu ympärysmitta jaetaan kolmella tai, jos käytössä on laskin, niin silloin piin likiarvolla 3,14. Tämä perustuu ympyrän geometriaan. Relaskoopin avulla voidaan arvioida läpimitta niin, että mennään puusta sellaiselle etäisyydelle, että puu täyttää juuri ja juuri relaskoopin hahlon. Tämän jälkeen mitataan etäisyys puulle ja kerrotaan se kahdella, jolloin tulos on rinnankorkeusläpimitta senttimetreinä. Jos minkäänlaisia mittavälineitä ei ole läpimitan voi myös arvioida luomalla peukalon ja etusormen välille 90 asteen kulman. Tällöin etäisyys peukalon päästä etusormen päähän on noin 10senttimetriä. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 77; Suomen Metsäyhdistys ry 2015.)

2.1.3 Puun ikä

Puhuttaessa puun iästä tarkoitetaan normaalisti puun biologista ikää. Puun ikä voidaan laskea ikäkairalla kairatusta lastusta. Lastu kairataan rinnankorkeudelta ja siitä lasketaan vuosilustojen määrä, joka on sama kuin kyseisen puun rinnankorkeusikä. Jotta rinnankorkeusikä saadaan muutettua puun biologiseksi, tulee lisätä rinnankorkeusikään vuosimäärä, joka puulta kestää saavuttaa 1,3 metrin pituus. Kyseiset vuosimäärät on taulukoitu keskimääräisinä arvoina puulajin, kasvukauden pituuden ja kasvupaikan perusteella, joten ne voidaan suoraan taulukosta katsoa ja lisätä rinnankorkeusikään. (Ärölä 2008, 272-273.)

Tietyn tyyppisissä metsissä iän voi myös arvioida. Mäntytaimikossa ikä määritetään laskemalla oksakiehkurat rinnankorkeudelta ylöspäin ja lisäämällä lukuun ikälisäys taulukosta. Nuorissa kuusikoissa toimitaan muuten samalla tavalla,

mutta oksakiehkuroiden laskeminen aloitetaan alimmasta oksasta. Vanhemmissa havupuumetsissä tulee löytää kanto, jotta iän voi laskea. Kannosta laskeaan vuosirenkaat, jotka merkitsevät kukin yhtä vuotta. Tähän lisätään vielä 3 – 5 vuotta, jotta biologisen iän arvio olisi mahdollisimman tarkka. Koivikoissa ja muissa lehtipuumetsissä iän määrittäminen on epätarkempaa ja hankalampaa, sillä vuosilustot eivät ole yhtä selkeitä kuin havupuilla eivätkä myöskään pituuskasvut erotu. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 72, 73.)

2.1.4 Puun runkotilavuus

Runkotilavuudella tarkoitetaan puun kuorellista tilavuutta. Puun tilavuuden yksikönä käytetään kuutiometrejä tai litroja. Vaikka puun tilavuuden laskemiseen voidaan käyttää erilaisia kaavoja, on luotettavampaa selvittää tilavuus erilaisilla tilavuusyhtälöillä ja -taulukkoilla. Tunnetuimpia tilavuusyhtälöitä nykypäivänä ovat Laasasenahon mallit. Laasasenahon malleilla voi laskea puun tilavuuden, kun tietää vain puulajin ja rinnankorkeusläpimitan. Suositeltavaa on kuitenkin käyttää tarkempia Laasasenahon malleja, jossa vaaditaan lisäksi myös pituus. Esimerkiksi männyllä malli on seuraavanlainen

$$V = 0,036089d^{2,01395} (0,99676)^{dh} 2,07025(h - 1,3)^{-1,07209} \quad (1)$$

missä

V	on	rungon tilavuus(l/runko)
d	on	rinnankorkeusläpimitta(cm)
h	on	puun pituus(m).

Pituuden lisääminen yhtälöön vähentää keskivirhettä huomattavasti. Joskus, jos on mahdollista selvittää yläläpimitta, voidaan sitäkin hyödyntää malleissa ja vähentää keskivirhettä entisestään. (Bamberg ym. 2000, 42, 43; Ärölä 2008, 272 – 275.)

Puun runkotilavuus voidaan selvittää laskematta yhtälöiden sijasta myös suoraan taulukoista, jotka on muodostettu näiden yhtälöiden avulla. Taulukoissa tilavuus saadaan, kun tiedetään puulaji, pituus ja rinnankorkeusläpimitta. Taulukoissa tilavuus on selvitetty Laasasenahon runkokäyräyhtälöillä. (Ärölä 2008, 277 – 281.)

Laasasenahon malleissa on kuitenkin se ongelma, että ne on tehty vuonna 1982 perustuen aineistoihin, jotka on kerätty vuosina 1968 – 1971. Puiden runkomuoto on muuttunut paljon viimeisen 50 vuoden aikana ja nykyään puut alkavat kape-nemaan nopeammin. Tästä syystä on meneillään hanke, jonka tarkoituksena on saada uudet, päivitetyt tilavuusmallit käyttöön muutaman vuoden sisällä. (Luonnonvarakeskus 2017.)

2.2 Metsikön tunnusten arviointi ja mittaaminen

Metsikkö on kasvupaikan ja puuston puolesta yhtenäinen alue. Metsiköstä voidaan määrittää samanlaisia tunnuksia, kuin yksittäisistäkin puista. Yksittäisten puiden mittaamisella ja arvioinnilla luodaan pohja metsikön puuston määrän ja laadun arvioinnille. Kaikkia tunnuksia ei mitata, vaan käytännön tarpeisiin on luotu taulukkoja, joista saa haluamansa tiedon laskematta, kun tietää tarvittavat puuston tunnuksat. (Ärölä 2008, 289-290.)

2.2.1 Koeala

Metsikön tunnuksat saadaan mittaamalla metsiköstä joko sitä kuvaavia koepuita tai koealoja. Koeala voi olla pinta-alaltaan vaihtuva tai kiinteä. Vaihtuvapinta-alainen koeala on relaskoopikoeala. Kiinteäpinta-alaisia koealoja ovat esimerkiksi suorakaide- ja ympyräkoelat. (Ärölä 2008, 302.)

Koealan tehtävänä on kuvata kaikkia metsikölle ominaisia piirteitä mahdollisimman tarkasti. Tämän vuoksi koealojen koko ja määrä vaihtelevat muun muassa puuston kehityksen ja laadun mukaan. Nyrkkisääntönä on, että mitä harvempaa ja järeämpää puusto on, sitä suurempi koeala. Tavoite on, että koealalta tulisi mitattua vähintään sata puuta. (Ärölä 2008, 302.)

Metsikkökoelan mittaaminen alkaa koealan rajaamisesta. Nurkkiin katsotaan 90 asteen kulmat kulmaprisman, kuten esimerkiksi bussolin avulla, jotta koeala on mahdollisimman suorakulmio. Lisäksi koealan kulmiin laitetaan kulmapaalut havainnoimaan rajausta. Kun koeala on rajattu alkaa puiden luku. Tässä vaiheessa mitataan kaikista asetettua minimirinnankorkeusläpimittaa paksummista puista rinnankorkeusläpimitta ja esimerkiksi puulaji. Tällä tavalla saadaan selville met-

sikön runkolukusarja. Puiden luku tapahtuu järjestelmällisesti suorakulmion muotoisella koealalla riveittäin ja ympyräkoevalalla esimerkiksi myötäpäivään kiertäen. (Kangas ym. 2011, 76, 77, 82.)

Puiden lukua seuraa koepuiden mittaaminen. Metsiköstä valitaan koepuita, jotka edustavat metsikköä, koska kaikkien luettujen puiden tarkka mittaaminen tulisi erittäin työlääksi. Koepuiden määrä vaihtelee metsikön vaihtelevuuden mukaan noin 20:stä jopa 40:een. Koepuista mitataan pituus ja joskus myös yläläpimita tilavuuden määrittämisen vuoksi. Metsikön kasvu voidaan määrittää, kun koepuista mitataan läpimitan ja pituuden kasvu tietyn jakson, esimerkiksi viimeisen viiden vuoden aikana. Lisäksi koepuista voidaan mitata ikä kairaamalla. Koepuut koitetaan valita siten, että ne edustavat metsikköä mahdollisimman hyvin ja monipuolisesti. Suuria puita mitataan yleensä enemmän, sillä niistä muodostuu suurin osa koealan tilavuudesta ja arvosta. Koepuiden tulee kuitenkin kattaa kohtuullisen tasaisesti kaikki metsikön läpimittaluokat. (Kangas ym. 2011, 82, 83.)

Koealat voidaan luokitella kertakoealoihin, puolipysyviin koealoihin ja pysyviin koealoihin. Kertakoeala mitataan vain kerran. Puolipysyvä koeala on sellainen, jolta puusto mitataan vähintään kaksi kertaa. Pysyvä koeala puolestaan merkitään niin, että perustamisen yhteydessä tehdyt mittaukset voidaan toistaa myöhemmin. Pysyvillä koealoilla puusto mitataan toistuvasti esimerkiksi joka viides vuosi. (Kangas ym. 2011, 82, 83.)

2.2.2 Relaskooppi

Relaskooppi on metsikön mittaukseen tarkoitettu helppokäyttöinen apuväline, joka koostuu tähtäinlevystä ja varresta. Ketjurelaskoopissa varsi on ketju. Relaskoopilla mittaminen perustuu relaskoopikerroimeen. Relaskoopikerroin on tähtäinlevyssä olevan hahlon ja varren pituuden suhde. Yksinkertaistettuna relaskoopikerroin määrittää montako pohjapinta-ala neliometriä yksi mukaan luettava puu edustaa. Yleisimmissä relaskoopeissa relaskoopikerroin on 1, jolloin jokainen mukaan laskettava puu edustaa pohjapinta-alalta yhtä neliometriä hehtaarilla. Kun relaskoopikerroin on 1, on varren ja hahlon välinen suhde 1:50. Tällöin esimerkiksi ketjurelaskoopilla ketjun pituus on 65 senttimetriä ja hahlon leveys 1,3 senttimetriä. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 42.)

Mittaaminen relaskoopilla alkaa siitä, että asetetaan varren tai ketjun toinen pää tähtäävän silmän alapuolelle kiinni poskeen ja katsotaan, että varsi on vaakasuorassa. Jos käytössä on ketjurelaskooppi, tulee ketju vetää suoraksi. Seuraavaksi tähdätään hahlon läpi puita rinnankorkeudelle ja pyörähdetään paikalla täysi ympyrä. Hahlon täyttävien puiden lukumäärä kertoo pohjapinta-alan hehtaaria kohden. Tätä kutsutaan relaskooppikoealaksi. Relaskooppikoeala on vaihtuvapinta-alainen ja puiden paksuus määrittää kuinka suuri koealasta tulee, koska suuret puut täyttävät hahlon hyvinkin kaukaa. Rajapuista, eli puista, jotka ovat tismalleen hahlon levyisiä, lasketaan joka toinen. Yleensä relaskooppikoealoja otetaan useita, joista lasketaan keskiarvo. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 42 – 47.)

2.2.3 Pohjapinta-ala

Pohjapinta-alalla (ppa) tarkoitetaan tietyn puujoukon puiden rinnankorkeuspoikkeileikkausten summaa. Pohjapinta-ala ilmoitetaan neliömetreinä hehtaarilla (m^2/ha). Pohjapinta-alaa käytetään metsikön tilavuutta määritettäessä sekä kuvaamaan metsikön tiheyttä ja täten harvennustarvetta. Sen käyttökelpoisuus perustuu sen helppoon mitattavuuteen relaskoopilla. (Kangas ym. 2011, 69.)

Pohjapinta-ala mitataan maastossa relaskooppikoealalla. Relaskooppikoealan ei kuitenkaan tarvitse aina olla täysi ympyrä, vaan se voi olla esimerkiksi puoli- tai neljäsosaympyrä. Rajatuilla koealoilla, kuten metsätaitokilpailuissa voidaan mitata esimerkiksi jokaisesta neljästä koealaruudun nurkasta neljäsosaympyrä, jolloin näiden neljän tuloksen summa on täysi koeala. Mitä useampi koeala mitataan, sen tarkempi on tulos. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 47, 48.)

Relaskooppikoealalta valitaan yleensä mediaanipuu, jolle tehdään tarkempia mitauksia. Mediaanipuu on se puu, jota paksumpia ja ohuempia puita on yhtä paljon eli toisin sanoen keskimäinen puu. Relaskooppikoealalta määritettyä mediaanipuuta kutsutaan pohjapinta-alamediaanipuuksi ja siitä voidaan määrittää muun muassa metsikön keskiläpimitta, keskipituus sekä ikä. (Ärölä 2008, 307.)

2.2.4 Runkoluku

Runkoluku on pohjapinta-alan lisäksi toinen mahdollinen keino kuvata metsikön tiheyttä. Runkoluku ilmoitetaan puiden kappalemääränä hehtaarilla (kpl/ha). Runkoluku toimii käytettäväksi hyvin taimikoissa, joissa puolestaan pohjapinta-ala on käyttökelpoton. (Kangas ym. 2011, 68.)

Runkoluku saadaan laskettua, kun mitataan ympyräkoeala. Ympyräkoealan säde voi olla esimerkiksi 3,99 metriä, jolloin koealan pinta-ala on 50 neliometriä. Tällöin yksi puu koealalla vastaa 200 puuta hehtaarilla, eli ympyrästä laskemalla saatu tulos tulee kertoa kahdellasadalla. Tämä perustuu siihen, että 50 neliometrinen koealoja mahtuu hehtaarille 200 kappaletta. Ympyräkoealan säde voi olla myös esimerkiksi 2,52 metriä, jolloin koealan pinta-ala on 20 neliometriä. Tällöin yksi puu koealalla vastaa 500 puuta hehtaarilla. (Ärölä 2008, 304.)

2.2.5 Keskiläpimitta

Keskiläpimittaa käytetään ilmaisemaan metsikön puuston keskimääräisen läpimitan rinnankorkeudelta. Se on yksi puuston oleellisimmista keskitunnuksista iän, keski- ja valtapituuden ohella. (Ärölä 2008, 290.)

Keskiläpimitta voidaan ilmoittaa joko aritmeettisena keskiarvona, pohjapinta-alalla painotettuna keskiarvona tai pohjapinta-alamediaanipuun läpimittana. Pohjapinta-alalla painottaessa keskiläpimitta on suurempi kuin aritmeettisena keskiarvona. (Ärölä 2008, 290.)

2.2.6 Keski- ja valtapituus

Metsikön tunnuksena pituus ilmoitetaan keski- tai valtapituutena. Esimerkiksi relaskooppitaulukon käyttöä varten tulee tietää puuston keskipituus, kun taas esimerkiksi harvennuskalleja hyödynnettäessä tarvitaan valtapituutta (Tapio 2014, 23, 47). Tämän vuoksi metsiköstä mitataan usein molemmat tunnuksat. Keskipituus selvitetään kuten keskiläpimittakin, pohjapinta-alalla tai runkoluvulla painotettuna keskiarvona. Normaalisti keskipituudella tarkoitetaan keskiläpimittaa vastaavan puun pituutta. Tällöin esimerkiksi relaskooppikoealalla keskipituus on

pohjapinta-alamediaanipuun pituus. (Bamberg ym. 2000, 51, 52; Kangas ym. 2011, 69.)

Valtapituudella tarkoitetaan hehtaarilla sadan paksuimman puun aritmeettista keskipituutta eli keskiarvoa (Kangas ym. 2011, 69). Tällöin esimerkiksi kahdenkymmenen aarin alueella lasketaan 20 läpimitaltaan paksuimman puun pituuden keskiarvo ja tulos on metsikön valtapituus. Tällöin selviää vähemmällä mittaamisella ilman, että tulosten tarkkuus kuitenkaan kärsii. Valtapituutta käytetään myös kehitysluokkien määrittämisessä. (Ärölä 2008, 290; Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, 238.)

2.2.7 Metsikön tilavuus

Metsikön tilavuus voidaan ilmoittaa joko kuorellisena tai kuorettomana ja se ilmaistaan aina kuutiometreinä hehtaarilla (m³/ha). Tilavuus voidaan laskea metsiköstä hyvinkin tarkasti metsikkökoealalta mitatusta runkolukusarjasta ja koe-
puista. Käytännön tarpeisiin on luotu kuitenkin tilavuustaulukkoja (Taulukko 1), joista tilavuuden voi määrittää vähemmällä vaivalla ja huomattavasti nopeammin. (Kangas ym. 2011, 69.)

Taulukko 1. Männikön ja kuusikon relaskoopitaulukko (Metsäkeskus 2018,1)

TILAVUUSTAULUKKO RELASKOOPIN KÄYTTÖÄ VARTEN

Pohjapinta- ala (m ² /ha)	Männikkö ja kuusikko						Männikkö						Kuusikko					
	Keskipituus (m)																	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	18	20	22	24	26	28
	Runkotilavuus kuorineen, m ³ /ha																	
6	23	27	32	37	42	47	52	56	60	64	68	72	53	58	63	69	74	79
8	30	36	43	50	57	63	69	74	80	85	90	96	70	77	84	92	99	106
10	38	46	54	62	71	79	86	93	100	106	113	120	88	97	106	114	123	132
12	45	55	65	75	85	94	103	112	120	128	136	144	105	116	127	137	148	159
14	53	64	76	87	99	110	120	130	140	149	158	168	123	136	148	160	172	185
16	60	73	86	100	113	126	138	149	160	170	181	192	140	155	169	183	197	212
18	68	82	97	112	127	142	155	167	179	191	204	216	158	174	190	206	222	238
20	75	91	108	125	142	158	172	186	199	213	226	240	176	194	211	229	246	264
22	83	100	119	137	156	174	189	204	219	234	249	264	193	213	232	252	271	291
24	90	109	130	150	170	189	206	223	239	255	271	288	211	232	253	275	296	317
26		118	140	162	184	205	224	242	259	276	294	312	229	252	275	297	320	344
28			151	175	198	221	241	260	279	298	317	336	246	271	296	320	345	370
30			162	187	212	237	258	279	299	319	339	360	264	290	317	343	370	397
32				200	227	252	275	298	319	340	362	384	281	310	338	366	394	423
34					241	268	292	316	339	361	385	408	298	329	359	389	419	449
36					255	284	310	335	359	383	407	432	316	348	380	412	444	476
38						300	327	353	379	404	430	456	334	368	401	435	468	502
40						316	344	372	399	425	452	480	352	387	422	458	493	529
50							430	465	498	531	565	600	440	484	528	572	616	661

Taulukon käyttöä varten tulee tietää metsikön keskipituus ja pohjapinta-ala. Taulukko ilmaisee metsikön tilavuuden kuutiometreinä hehtaarilla, kun kyseessä on joko männikkö, kuusikko tai niiden sekoitus. Vaaka- ja pystyakselin leikkaus kohdasta löytyy tilavuus. Samaa taulukkoa voidaan käyttää hakkuukertymän määrittämiseen, kun tiedetään, paljonko poistuma tulee olemaan ja minkä kokoista puuta. Taulukosta saadusta tuloksesta on vähennettävä kuusikoissa keskimäärin 5 prosenttia maan eteläosassa ja 10 prosenttia pohjoisosassa. Myös koivikolle on olemassa oma vastaava taulukko tilavuuden määrittämistä varten (Taulukko 2). (Tapio 2014, 47, 48.)

Taulukko 2. Koivikon relaskoopitaulukko (Puuntuottaja 2013)

Pohja- pinta- ala m ² /ha	KOIVIKKO Keskipituus, m										Pohja- pinta- ala m ² /ha	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		26
	Runkotilavuus kuorineen, m ³ /ha											
6	21	24	29	35	40	45	50	54	59	64	69	6
8	28	32	39	46	53	60	66	72	79	85	92	8
10	35	41	49	58	66	74	83	91	98	106	114	10
12	42	49	59	69	79	89	99	109	118	128	137	12
14	49	57	69	81	93	104	116	127	138	149	160	14
16	56	65	78	92	106	119	132	145	157	170	183	16
18	63	73	88	104	119	134	149	163	177	191	206	18
20	70	81	98	115	132	149	165	181	197	213	229	20
22	77	89	108	127	145	164	182	199	216	234	252	22
24		97	118	138	159	179	198	217	236	255	275	24
26		106	128	150	172	193	215	236	256	276	297	26
28			137	161	185	208	231	254	276	298	320	28
30				173	198	223	248	272	295	319	343	30
40					264	297	330	362	393	425	458	40

Koivikon relaskoopitaulukkoa käytetään samalla tavalla kuin männikön ja kuusikonkin. Vaaka-akselilta löytyy jälleen keskipituus ja pystyakselilta pohjapinta-ala, jolloin leikkauskohdasta löytyy puuston tilavuus. Tästä tuloksesta on koivikossa vähennettävä keskimäärin 5 prosenttia maan pohjoispuoliskolla. (Tapio 2014, 47.)

2.3 Puutavaralajit

Puutavaralajijakauman arviointi on oleellinen osa leimikon suunnittelua. Suomessa puukauppa perustuu lähes täysin puutavaralajeihin, joille hinnat määritellään. (Melkas 2017, 207.) Puutavaralajien apteeraus on helpoin tehdä kaadetuista puista, mutta rungot voidaan apteerata myös pystyyn. Pystyyn apteerauksessa määritetään mitattujen pituuksien ja läpimittojen avulla puutavaralajien päättymiskorkeudet samalla huomioiden mahdolliset rungon vikaisuudet. (Ärölä 2008, 282.)

Tietokoneella tilavuuksia laskettaessa saadaan samalla eri puutavaralajien osuudet, jos tilavuus lasketaan runkokäyräyhtälöillä. Mallit antavat tukkiosuudelle kuitenkin yliarvioita, jos vikoja ei kirjata. Tämä johtuu siitä, että mallit antavat osuudet optimitilanteessa eli kun vikoja ei ole lainkaan. Männylle, kuusella ja koivulle on tehty myös käytännön tarpeisiin taulukot. (Ärölä 2008, 282.)

Taulukoista selviää tukki- ja kuitupuun osuus rungon tilavuudesta prosentteina. Tällöin hukkapuun osuus saadaan vähentämällä sadasta prosentista tukki- ja kuitupuun osuus. Taulukoissa luvut on laskettu Laasasenahon runkokäyräyhtälöillä puun pituuden ja rinnankorkeusläpimitan funktiona. Taulukkoja käytettäessä tulee kuitenkin muistaa, että niissä ei ole huomioitu mahdollisia rungon vikoja. (Ärölä 2008, 282-286.) Myös metsikkötason tukkiosuuden määrittämiseen on olemassa omat taulukot männylle ja kuuselle (Taulukko 3). (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 153.)

Taulukko 3. Männikön tukkiprosentti (Suomen metsäurheiluliitto ry 2005, 153)

h (m)	d _{1,3} (cm)	Männikön tukkiprosentti													
		13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
12		6	11	26	44	59									
14		10	16	31	47	63	72	77							
16			21	34	49	67	73	78	82	85					
18				37	52	66	74	80	84	87	89	91			
20					54	68	76	82	86	89	91	92	94		
22						70	78	93	87	90	92	93	94	95	
24							79	84	88	90	92	94	95	96	96
26									88	91	93	94	95	96	96
28											93	94	95	96	97
30													95	96	97

Taulukosta selviää likimääräinen tukkipuuosuus prosentteina. Taulukon käyttöä varten tulee tietää keskipituus ja keskiläpimitta. Kuuselle on olemassa oma taulukko (Taulukko 4). Koivikossa vastaavat luvut ovat noin 10 – 15 prosenttiyksikköä pienempiä kuin männikössä. Taulukkojen luvuissa ei ole huomioitu vikaisuksia. (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 153.),

Taulukko 4. Kuusikon tukkiprosentti (Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005, 153)

h (m)	d _{1,3} (cm)	Kuusikon tukkiprosentti													
		13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
12			3	7	15	28									
14		1	8	17	30	42	54	59							
16			11	22	37	53	62	68	71	73					
18				25	41	57	67	72	76	78	79	80			
20					44	60	70	76	79	81	83	84	84		
22						64	74	79	82	84	86	86	87	88	
24							78	82	85	87	89	89	90	90	91
26									89	90	91	92	92	93	93
28													95	95	95
30													96	96	96

Puutavaralajeilla on olemassa erilaisia mitta- ja laatuvaatimuksia, jotka johdetaan puusta valmistettavista lopputuotteista ja niiden ominaisuuksista. Puutavaralajien mitta- ja laatuvaatimukset vaihtelevat yhtiöiden välillä ja jopa yhtiöiden sisällä eri maantieteellisillä alueilla. Suuren vaihtelun takia tulee aina kauppaa tehdessä sopia puutavaralajeittain mitta- ja laatuvaatimukset. (Melkas 2017, 207, 208.)

Vaikka vaihtelua on paljon, voidaan kuitenkin viitteellisesti esittää yleisiä mitta- ja laatuvaatimuksia. Sahatavaraksi tarkoitetun puun vaatimukset vaihtelevat sahoittain ja yhtiöittäin. Mäntytukilla pienin yleisesti sallittu latvaläpimitta 15 senttimetriä ja kuusitukilla 16 senttimetriä kuoren päältä. Puolestaan pikkutukin mittavaatimukset vaihtelevat minimilatvaläpimitan ollessa 10 – 14 senttimetriä. Yleensä sallitaan maksimissaan viisi senttimetriä paksu terve oksa, neljä senttimetriä paksu kuiva- ja poikaoksa sekä enintään kolme senttimetriä paksu laho oksa. Mutkia tai monivääryyttä ei sallita, mutta lenkoutta rungossa sallitaan, jos se on enintään yksi senttimetri metrin matkalla. Tukkipuussa ei myöskään sallita lahoa, sinistymää eikä halkeamia. (Hujo & Poikela 2008, 379 – 383; Halonen 2011, 151 – 153.)

Kuusikuitupuulla, josta valmistetaan mekaanista massaa, on yksi keskeisimmistä vaatimuksista tuoreus. Esimerkiksi kesäaikaan kaadettu hiomokuusi tulee olla tehtaalla jo kahden viikon sisällä siitä, kun se on kaadettu. Kuusikuitupuun minimilatvaläpimita on kuoren päältä mitattuna seitsemän senttimetriä ja hiomokuusen lyhin sallittu pituus 2,95 metriä. Kuusikuitupuussa ei saa olla lainkaan lahoa eikä värivikaa. Lenkoutta ei sallita yli viittä senttimetriä juoksumetrillä eikä puussa saa myöskään olla kuoriturmista haittaavia tekijöitä. (Hujo & Poikela 2008, 381, 382.)

Havukuitupuun, josta valmistetaan pitkäkuituista sellua, jaetaan puhtaaksi mäntykuitupuuksi ja havukuitupuuksi, joka sisältää mäntyä sekä kuusta ja jakaantuu edelleen terveeseen ja lahoon. Lahossa havukuitupuussa sallitaan enintään puolet läpimitasta pehmeää lahoa. Normaalisti mäntykuitupuussa ei puolestaan saa olla lahoa lainkaan. Minimilatvaläpimitana käytetään kuutta senttimetriä kuoren päältä. Yleinen käytössä oleva pituus haarukka on 3 – 5,5 metriä. Havukuitupuussa ei sallita sydänlahoa eikä varasto- ja pintalahoa. Jyrkät mutkat ja haarapölkkyt sekä vieraat aineet, kuten muovi, kivet ja hiili ovat kiellettyjä. (Hujo & Poikela 2008, 382.)

Koivukuitupuun mitta- ja laatuvaatimukset vastaavat havukuitupuun mitta- ja laatuvaatimuksia. Koivu- ja lehtikuitupuun jalostetaan normaalisti selluprosessissa, mutta haapaa voidaan myös hiertää. Koivukuitupuun minimilatvaläpimita on kuusi senttimetriä ja pölkyn minimipituus kolme metriä. Koivukuitupuulla sydänpuun lahoa sallitaan, mutta lahotonta puuta on oltava vähintään minimilatvaläpimitan verran. Kuten havukuitupuulla, ei koivukuitupuullakaan sallita pinta- eikä varastolahoa, kuoriutumista haittaavia mutkia, haarapölkkyjä eikä vieraita aineita. Lisäksi oksia ei sallita ja pölkkyt tulee tehdä elävistä rungoista. (Hujo & Poikela 2008, 382.)

3 LEIMIKKORADAN PERUSTAMINEN

Opinnäytetyöprosessini lähti liikkeelle elokuun lopulla 2017, kun lehtori Oiva Hiltunen laittoi luokallemme sähköpostia opinnäytetyön aiheesta. Sähköpostissa kerrottiin, että työ liittyisi mittaukseen sekä puuston ja puutavaralajien arviointiin. Puuston mittaus ja arviointi ovat mielestäni yksiä oleellisimpia metsätalousinsinöörin taitoja, joten tartuin tilaisuuteen ja jo seuraavana päivänä aihe oli minun.

Opinnäytetyöni oli perustaa leimikkorata osana puunhankinnan opetuksen kehittämishanketta. Opinnäytetyö oli siis toiminnallinen. Alkuun mietin, miten tästä selvittäään, kun aina puhutaan vain tutkimustöistä, mutta päätin ottaa haasteen vastaan. Myös muut päällekkäiset opinnot mietityttivät, mutta päätin, että hyvällä aikataulutuksella saan hommat hoidettua.

3.1 Alkuvaiheet

Syyskuussa kävimmekin jo ohjaajani lehtori Oiva Hiltusen kanssa ensimmäisen kerran maastossa Pöyliövaarassa, jonne rataa aluksi suunniteltiin. Pöyliövaaran etuna olisi ollut sen sijainti, sillä sinne olisi ollut koululta matkaa vain noin 5 kilometriä. Pöyliövaarassa olisi ollut myös vanha polkuverkosto, mutta metsä siellä oli tasalaatuista ja jo uudistuskypsää, joten edellytyksiä radan säilymiselle ei ollut.

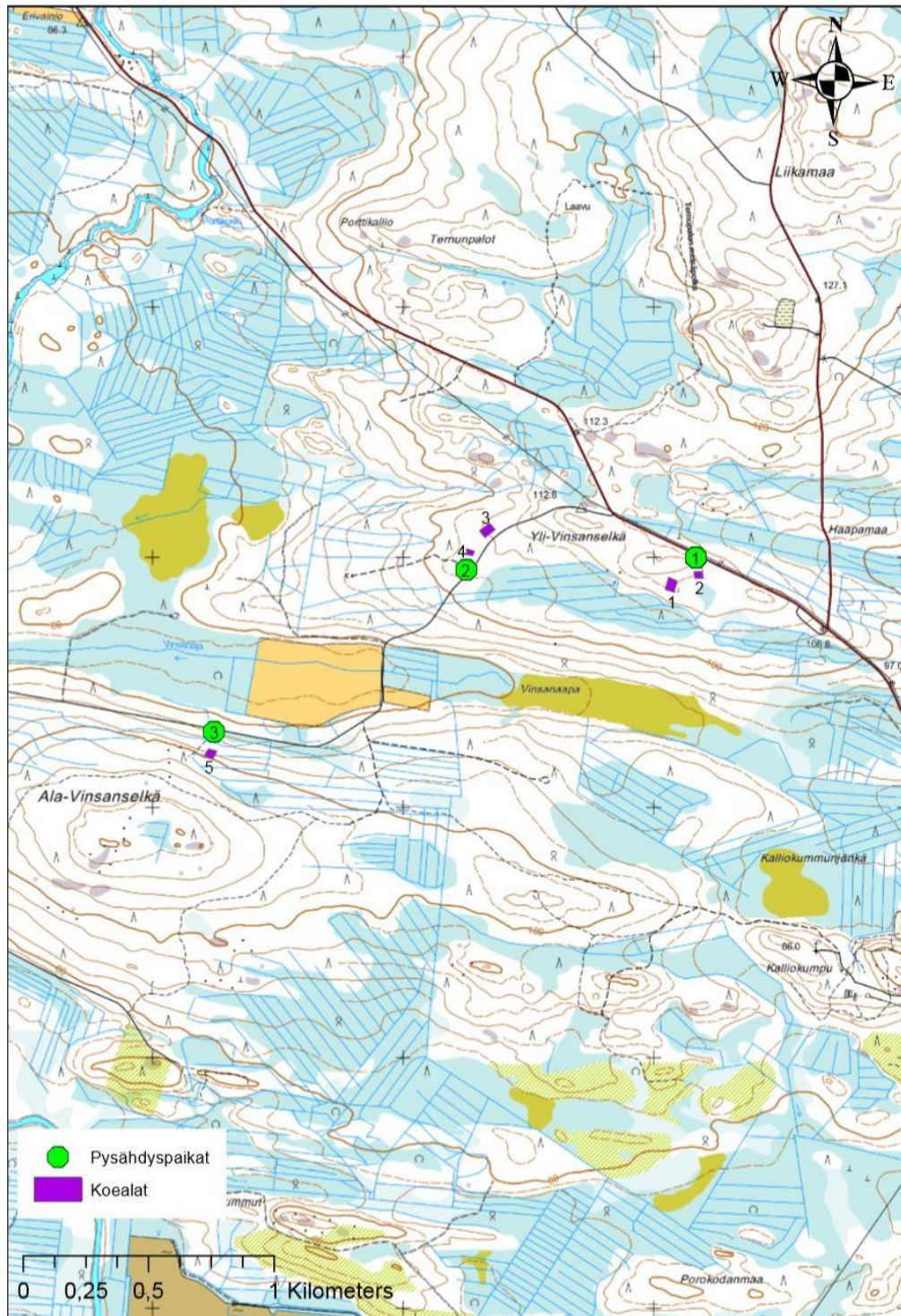
Hetken aikaa ei enää ollutkaan varmuutta minne rata perustettaisiin. Lokakuussa teimme kuitenkin jo päätöksen, että rata tultaisiin perustamaan Hirvaalle, jossa on koulun opetusmetsää. Matkaa Hirvaalle tulee koululta noin 20 kilometriä, mutta koulun autoilla matkaan ei mene turhan paljoa aikaa. Hirvaan opetusmetsiä hyödynnetään muutenkin monipuolisesti opetuksessa, joten Hirvas tuntui luontevalta paikalta leimikkoradan perustamiseen.

3.2 Koealojen sijoittuminen

Hirvaalla ei ollut valmista polkuverkostoa, jota olisi voinut hyödyntää, joten päädyimme toteuttamaan radan viitenä erillisenä koealana, joita tehtävät koskevat. Kävimme lokakuussa yhdessä opinnäytetyöni ohjaajan Oiva Hiltusen sekä lehtori Pekka Pennasen kanssa valitsemassa koealat, jotka rataan sisällytettäisiin. Rata

sisältää viisi erillistä koealaa kolmella pysähdyspaikalla Ahmakuusikontien varrella. Ensimmäisen ja viimeisen pysähdyspaikan väli on noin 2,5 kilometriä, joten radan voi suorittaa myös kävellen. Kartasta (Kuvio 1) näkee koealojen sekä pysähdyspaikkojen sijoittumisen. Tarkemmat kartat, joista selviää myös yksittäisten koepuiden sijoittuminen, löytyvät liitteistä (Liitteet 1, 2 & 3).

Leimikkoradan pysähdyspaikat ja koealat



Kuvio 1. Leimikkoradan pysähdyspaikat ja koealat

Koealat on merkitty väliaikaisesti kepeillä ja kuitunauhalla. Lisäksi olen mitannut GPS-pisteet nurkista, jotta koealat säilyvät. Kesällä sulan maan aikana korvaan väliaikaiset paalut pysyviin paaluihin, jotka ovat jo valmiina. Sain parrut Lapin ammattiopistolta ja myöhemmin talven aikana teroitin ne sirkkelillä ja spraymaalasin päät punaisella. Kuvassa (Kuvio 2) minulla on yksi paalu mallina.



Kuvio 2. Koealapaalu

3.3 Mittaukset

Metsikkökoealamittaukset koealoille suoritettiin lokakuussa monimuoto-opiskelijat lehtori Pekka Pennasen johdolla. Mittaukset kuuluivat ryhmän tuolloiseen opintojaksoon. Meidän ryhmä mittasi samoja metsiköitä edellisenä vuonna, mutta koealat perustettiin tuolloin kertakoealoina ja muutenkin oli parasta käyttää tuoreinta mahdollista tietoa radan luomiseen. Koealat perustettiin suorakulma koealoina ja metsän tiheydestä riippuen lukupuita tuli 66:sta jopa 146:en. Metsikkökoealojen tulosten laskennassa hyödynnettiin ForestCalc-ohjelmaa, joka on tarkoitettu metsänmittaus tulosten laskentaan (ForestCalc 2009, 2). Sain tulokset lehtori Pekka Pennaselta ja siirsin ne Excel-ohjelmaan, jota hyödynsin tehtävien suunnittelussa.

Metsikkökoealojen mittauksien lisäksi jokaiselta koealalta mittasin itsenäisesti 2 – 3 yksittäistä koepuuta. Kahdelle koealalle valitsimme puut ohjaajani kanssa ja lopuille kolmelle suoritin valinnat itsenäisesti. Puista mittasin hypsometrillä pituuden ja sen lisäksi kaulaimella rinnankorkeusläpimitan sekä yläläpimitan. Tarkoituksena oli, että koepuiksi valikoituu monen erikokoisia runkoja ja useita puulajeja. Kolmella ensimmäisellä koealalla kasvoi pelkästään mäntyä, joten koepuut ovat erikokoisia mäntyjä. Neljänneltä koealalta valitsin kaksi kuusta ja yhden männyn ja viidenneltä koealalta yhden koivun ja kaksi kuusta. Myös koepuista on koordinaatit tallessa ja ne näkyvät tarkemmilla kartoilla, mutta ne on myös merkitty maastoon tekemilläni puulastuilla, jotka on merkitty ja kiinnitetty nailonnarulla rungon ympäri (Kuvio 3).



Kuvio 3. Yksittäisen puun merkintä.

Kuten kuvasta näkyy suoritin mittaukset lumiseen aikaan. Mittasin 1,3 metrin kepillä rinnankorkeusläpimitan kuitenkin maantasosta lumen alta, joten mittaamani tulokset ovat luotettavia. Hypsometrillä mitatessani käytin metsurin mittaa varmistukseni, että olen aina oikealla etäisyydellä mitattavasta puusta.

Yksittäisten koepuiden mittaamisen lisäksi tein koelajoilla myös mittauksia relaskoopilla ja hypsometrillä. Tarkistin, että pohjapinta-alat ovat samassa linjassa koelamittauksista saatujen tuloksien kanssa sekä keskipituudet eivät eroa.

3.4 Radan tehtävien suunnittelu

Ennen kun aloin tarkemmin miettimään tehtäviä koealoille laskin Excel-ohjelmalla jokaiselle yksittäiselle koepuulle Laasasenahon rinnankorkeusläpimittaan, pituuteen ja yläläpimittaan perustuvilla malleilla tarkemmat tilavuudet. Näitä laskettuja tilavuuksia aion myöhemmin hyödyntää tehtävien teossa. Jokaiselle puulajille männylle, kuuselle ja koivulle käytin omia malleja (Kaavat (2), (3) ja (4)), jotka ovat hyvin tarkkoja keskivirheen ollessa männyllä ja koivulla 3,5 ja kuusella 3,4 prosenttia. Runkojen tilavuuksien laskennassa käytin seuraavia kaavoja

$$V = 0,268621d^2 - 0,0145543d^2 h - 0,0000478628d^3 h + 0,000334101d^2 h^2 + 0,0973148(d^2 + dd_6 + d_6^2) + 0,0440716d_6^2 (h-6) \quad (2)$$

$$V = 0,208043d^2 - 0,0149567d^2 h - 0,000114406d^3 h + 0,000436781d^2 h^2 + 0,133947(d^2 + dd_6 + d_6^2) + 0,0374599d_6^2 (h-6) \quad (3)$$

$$V = 0,226547d^2 - 0,0104691d^2 h - 0,000122258d^3 h + 0,000438033d^2 h^2 + 0,0991620(d^2 + dd_6 + d_6^2) + 0,0334836d_6^2 (h-6) \quad (4)$$

joissa

V	on	rungon tilavuus(l/runko)
d	on	rinnankorkeusläpimitta(cm)
h	on	puun pituus(m)
d_6	on	yläläpimitta(cm).

Jos en olisi mitannut yläläpimittaa ja olisin käyttänyt rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvia malleja olisi keskivirhe ollut yli kaksinkertainen. (Ärölä 2008, 277.)

Kun olin saanut laskettua tulokset yksittäisistä puista ja hahmotellut millaisia tehtäviä radalle tulisi otin yhteyttä koulumme eOppimispalveluihin. Jo samalla viikolla minulle vastasi Sakari Rousu. Esitin asiani ja kerroin millainen rata on kyseessä ja millaisia tavoitteita sille on, jonka jälkeen aloimme yhdessä pohtimaan vaihtoehtoja radan tehtävien toteuttamiselle.

3.5 Moodle työtila

Pian tapasimmekin Rousun kanssa kasvotusten ja hän loi Moodle työtilan, jota pääsisin muokkaamaan. Moodle on oppilaitoksellamme käytössä oleva virtuaalinen oppimisympäristö. Tarkoitus tuolloin oli, että luon Moodleen tehtävät radalle virtuaalitentteinä sekä ohjeistukset maastoon lomakkeina, jotta opiskelija tietää mitä tunnuksia hänen tulee tietää. Opiskelija voisi myös suoraan lomakkeisiin merkitä vastaukset kysymyksiin, jotta hänen ei koululla tarvitse kuin siirtää vastaukset virtuaalitenttiin. Virtuaalitenttiin täytettyään tiedon opiskelijan suorituksesta saa sekä oppilas itse sekä opettaja. Lisäksi loin kartat koealoista ja lisäsin nekin Moodleen.

Työtila, jonka työssäni tein ei ole tenttien, karttojen ja ohjeistusten lopullinen sijoituspaikka. Ne voidaan liittää esimerkiksi jonkun kurssin toteutukseen ja täten toiseen työtilaan. Työtilaan tullaan luultavasti myös lisäämään taulukoita tukimateriaaleiksi radan suorittamista varten. Samaan työtilaan johon tuottamani sisältö päättyy, tullaan myös hankkeen päättyttyä lisäämään blogikirjoitukset, joita muut hankkeeseen osaa ottaneet henkilöt ovat työstäneet. Blogit käsittelevät taitoja, jotka auttavat radan tehtävien suorittamisessa.

3.6 Radan tehtävät

Radan monikäyttöisyyden vuoksi päädyin siihen tulokseen, että on viisasta tehdä radalle yhden sijasta kaksi erilaista tehtäväkokonaisuutta. Tällä tavalla sain hyödynnettyä mitattuja tietoja mahdollisimman hyvin. Tällä ratkaisulla radan suorittamiseen ei myöskään mene koko päivää.

Tehtävistä tuli monipuolisia ja sopivasti vaihtelevia. Ensimmäisessä tehtäväkokonaisuudessa tehtäviä on yhteensä 22 ja toisessa 24. Kysymykset on esitetty ohjelomakkeissa (Liitteet 4 & 5). Hankkeen puolesta tavoite oli, että radalle saataisiin noin 10 erilaista tehtävä rastia ja tämä tavoite täyttyi ja jopa hieman ylittyi. Kysymyksissä kysytään esimerkiksi kasvupaikkatyyppiä, yksittäisestä puusta ja metsiköstä mitattavia tunnuksia. Yksittäisistä puista kysytään alkuperäistunnuksia, kuten pituutta ja läpimittaa sekä johdettuja tunnuksia, esimerkiksi rungon ti-

lavuutta. Metsikön tasolta kysytään esimerkiksi keski- ja valtapituutta, kokonais-tilavuutta ja hakkuukertymää. Virtuaalitentissä suurin osa kysymyksistä on numeraalisia kysymyksiä, joihin oppilas tuottaa itse vastauksen. Käytännön syistä muutama kysymys on monivalintamuotoinen.

3.7 Radan käyttöönotto

Rata tullaan syksyllä 2018 ottamaan ensimmäisen kerran mukaan osaksi metsikön mittaus opintojakson toteutusta. Näin ollen syksyllä 2017 koulunsa aloittaneet ovat ensimmäinen ryhmä, joka suorittaa radan valvotusti läpi. Tuohon mennessä olen korvannut väliaikaiset koealapaalut pysyvillä paaluilla.

Lisäksi tuohon mennessä luomani kartat, ohjeet ja tentit ovat löytäneet pysyvämman Moodle työtilan. Mietittäväksi jää vielä, tuleeko radalle oma pysyvä Moodle työtila vai liitetäänkö se johonkin toiseen työtilaan. Samaan työtilaan toivottavasti saadaan myös blogikirjoitukset liitettyä tukimateriaaliksi.

4 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli perustaa leimikkorata uutena oppimisympäristönä metsätalousinsinööri opiskelijoille. Tavoite täyttyi ja radalle saatiin kaksi erilaista tehtäväkokonaisuutta. Näin ollen radasta tuli jopa hyödyllisempi ja monikäyttöisempi, kuin aluksi oli tarkoitus. Rata palvelee sekä opettajia että oppilaita.

Opinnäytetyöprosessi oli antoisa kokemus. Kun otin työn vastaan en vielä tiennyt yleisesti opinnäytetyöstä juuri mitään, sillä siihen perehdyttävä opintojakso ei ollut tuolloin vielä alkanut. Asiat kuitenkin etenivät ja kysymällä sai apua ja pikkuhiljaa työ eteni. Työtä oli mielenkiintoinen tehdä, sillä minä itse ja muut opiskelijat olimme sitä mieltä, että työ on hyödyllinen.

Sen lisäksi, että työ tuli tarpeeseen ja oli jo siitä syystä mielenkiintoinen, myös opinnäytetyöni tietoperusta kiinnosti minua. Pääsin syventymään puuston arviointi- ja mittausmenetelmiin sekä niiden tarkkuuteen. Mielestäni nuo ovat kuitenkin ne pohjataidot, jotka jokaisella metsätalousinsinöörillä tulee hallita. Uskon, että opinnäytetyöni kehitti minua näiden taitojen saralla ja antoi valmiuksia myös työelämään.

Rata on osittain tarkoitus liittää osaksi metsikön mittaus opintojaksoa, joka suoritetaan toisen vuoden syksyllä. Tällöin radan toinen tehtäväkokonaisuus voidaan suorittaa itsenäisesti liitettynä opintojakson toteutukseen tai se voidaan hyödyntää irrallaan opintojaksoista omaa oppimista ajatellen. Jos ainakin toinen tehtäväkokonaisuus pidettäisiin irrallaan opintojaksoista voisi sitä helpommin hyödyntää myös muut opiskelijat arviointi ja mittaus taitojensa kehittämiseen ja ylläpitämiseen.

Rataa voisi hyödyntää esimerkiksi metsätaitokilpailussa. Kisat voitaisiin järjestää ryhmän kesken tai esimerkiksi kaikkien metsätalousinsinööri oppilaiden välillä. Joka tapauksessa jonkinlainen tapahtuma voisi olla hyvä järjestää, jotta rata tulisi tiedoksi mahdollisimman monelle. Radan markkinointi on muutenkin tärkeää, sillä se oli keskustelujen perusteella selvästi kaivattu ja uskon, että sille tulee paljon käyttöä myös muiden kuin toisen vuoden opiskelijoiden keskuudessa.

Radan suurin haaste tulee ehdottomasti olemaan sen ylläpito. Vaikka rata on nyt ajankohtainen ja tehtävät sille sopivia, niin metsä kasvaa. Tulee pohtia, miten tehtäviä saataisiin päivitettyä vähällä vaivalla. Koealat ovat pysyviä, joten yksi mahdollisuus on, että esimerkiksi joka toinen vuosi jokin opiskelijaryhmä voisi suorittaa metsikkökoealamittaukset kyseisillä viidellä koealalla. Tehtävien itsessään ei tarvitse muuttua, vaan riittää kun tuloksia saadaan päivitettyä säännöllisesti.

Leimikkorata on nyt valmis käytettäväksi opiskeluun ja aika näyttää miten monipuolisesti sitä saadaan hyödynnettyä. Sitä voisi kuitenkin edelleen kehittää. Opin näytetyönaiheeni olisi voinutkin olla hyvä tilaisuus metsätalousinsinöörin ja tietojä viestintätekniikan insinöörille yhteiseksi työksi. Kuten aiemmin tuli ilmi on rataa tarpeen päivittää, että se pysyy ajankohtaisena. Ehkä tuossa yhteydessä rataa voitaisiin kehittää edelleen virtuaalisempaan suuntaan, kun teknologia etenee. Rata voisi olla toimiva esimerkiksi jonkinlaisena mobiilisovelluksena tai paikkatietopelinä.

LÄHDELUETTELO

Bamberg, M., Hemmilä, T. & Vettenranta, A. 2000. Metsäsuunnittelu. Helsinki: Opetushallitus.

ForestCalc 2009. Ohjelman käyttöohjeet. Viitattu 4.3.2018
http://www.forestcalc.com/ForestCalc_Ohjeet_1.pdf.

Halonen, M. 2011. Timber assortments and their quality requirements. Teoksessa S. Rantala (toim.) Finnish forestry – practice and management. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 149 – 160.

Hujo, S. & Poikela, A. 2008. Puutavaralajien laatuvaatimukset. Teoksessa S. Rantala (toim.) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 379 – 383.

Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M. & Maltamo, M. 2011. Metsän mittaus ja kartoitus. Silva Carelica. 3.painos. Itä-Suomen yliopisto: Metsätieteiden osasto.

Luonnonvarakeskus 2017. Puiden tilavuuden laskentaan tarvitaan uudet mallit. Viitattu 1.2.2018 <https://www.luke.fi/uutiset/puiden-tilavuuden-laskentaan-tarvitaan-uudet-mallit/>.

Melkas, T. 2017. Puutavaralajien mitta- ja laatuvaatimukset. Teoksessa S. Rantala (toim.) Metsäkoulu. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 207 – 216.

Metsäkeskus 2018. Tilavuustaulukko relaskoopin käyttöä varten. Viitattu 29.1.2018 http://www.ekartta.fi/kaupinmetsataitorata/i/5_puustontilavuus.pdf.

Metsänomistajat 2017. Metsätaitoilu on hyödyllinen harrastus. Viitattu 2.2.2018 <https://www.mhy.fi/uutiset/metsataitoilu-hyodyllinen-harrastus>.

Pesonen, M., Iittiläinen, P., Immonen, K., Jaakkola, S., Kariniemi, A., Korpilahti, A., Nieminen, T., Roininen, K., Strandström, M & Vartiamäki, T. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus -opas. Helsinki: Metsäteho Oy.

Puuntuottaja 2013. Puustontilavuuden määrittäminen relaskoopin ja kepin avulla. Viitattu 30.1.2018 <http://www.puuntuottaja.com/puustontilavuuden-maarittaminen-relaskoopin-ja-kepin-avulla/>.

Suomen Metsäurheiluliitto ry 2005. Metsätaito-opas. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Suomen Metsäyhdistys ry 2015. Uudistuskypä metsä. Viitattu 9.12.2017 <https://www.smy.fi/opeta-opi/raition-reitti/uudistuskypsa-metsa/>.

Tapio 2014. Maastotaulukot. Hyvän metsänhoidon suosituksset. 5. painos. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. 2014. Metsänhoito – Hyvän metsänhoidon suosituksset. Helsinki: Metsäkustannus.

Ärölä, E. 2008. Metsätalouden suunnittelu. Teoksessa S. Rantala (toim.) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 259 – 360.

LIITTEET

Liite 1. Koealat 1 & 2

Liite 2. Koealat 3 & 4

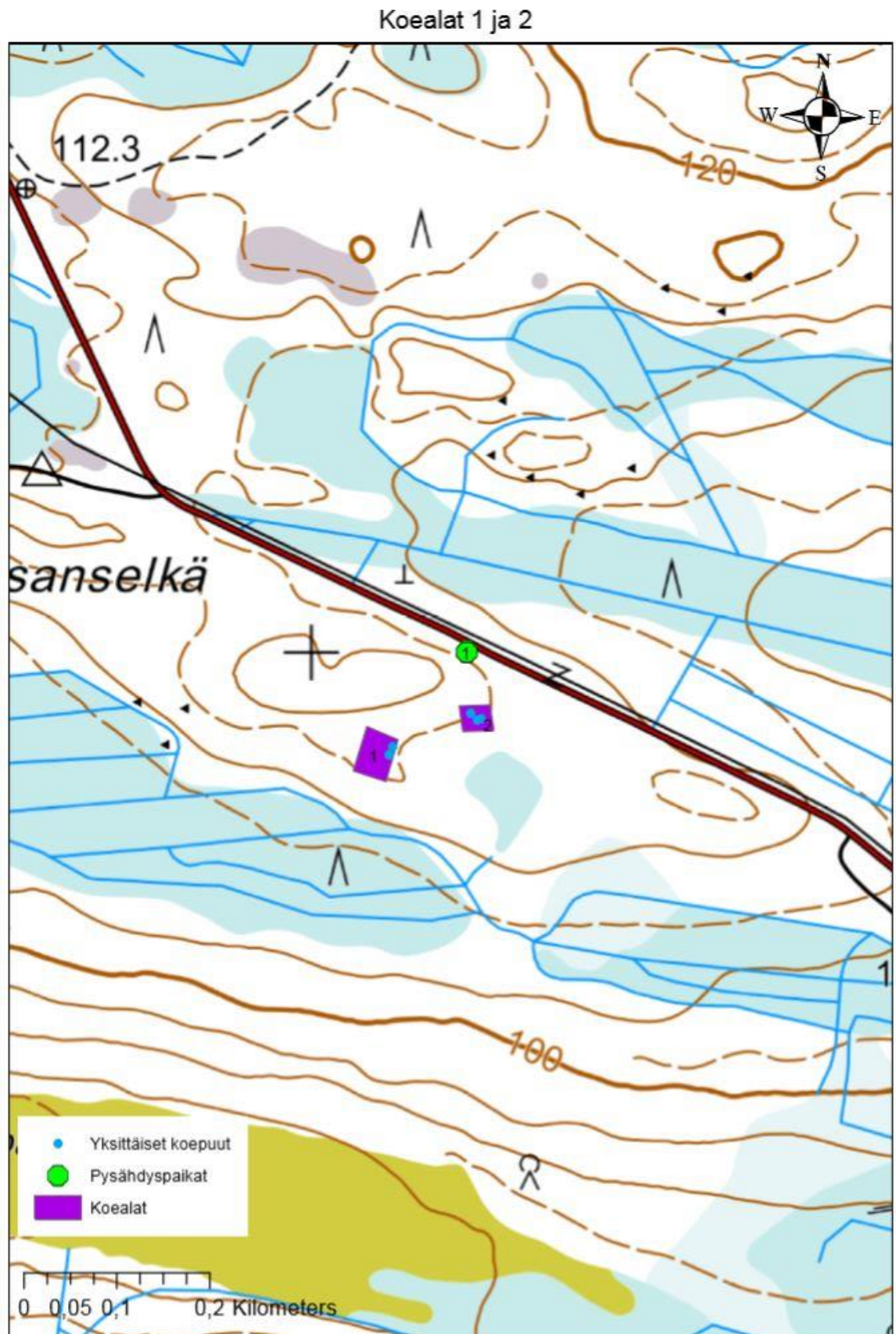
Liite 3. Koeala 5

Liite 4 Leimikkoradan 1. tehtäväkokonaisuus

Liite 5 Leimikkoradan 2. tehtäväkokonaisuus

Liite 1.

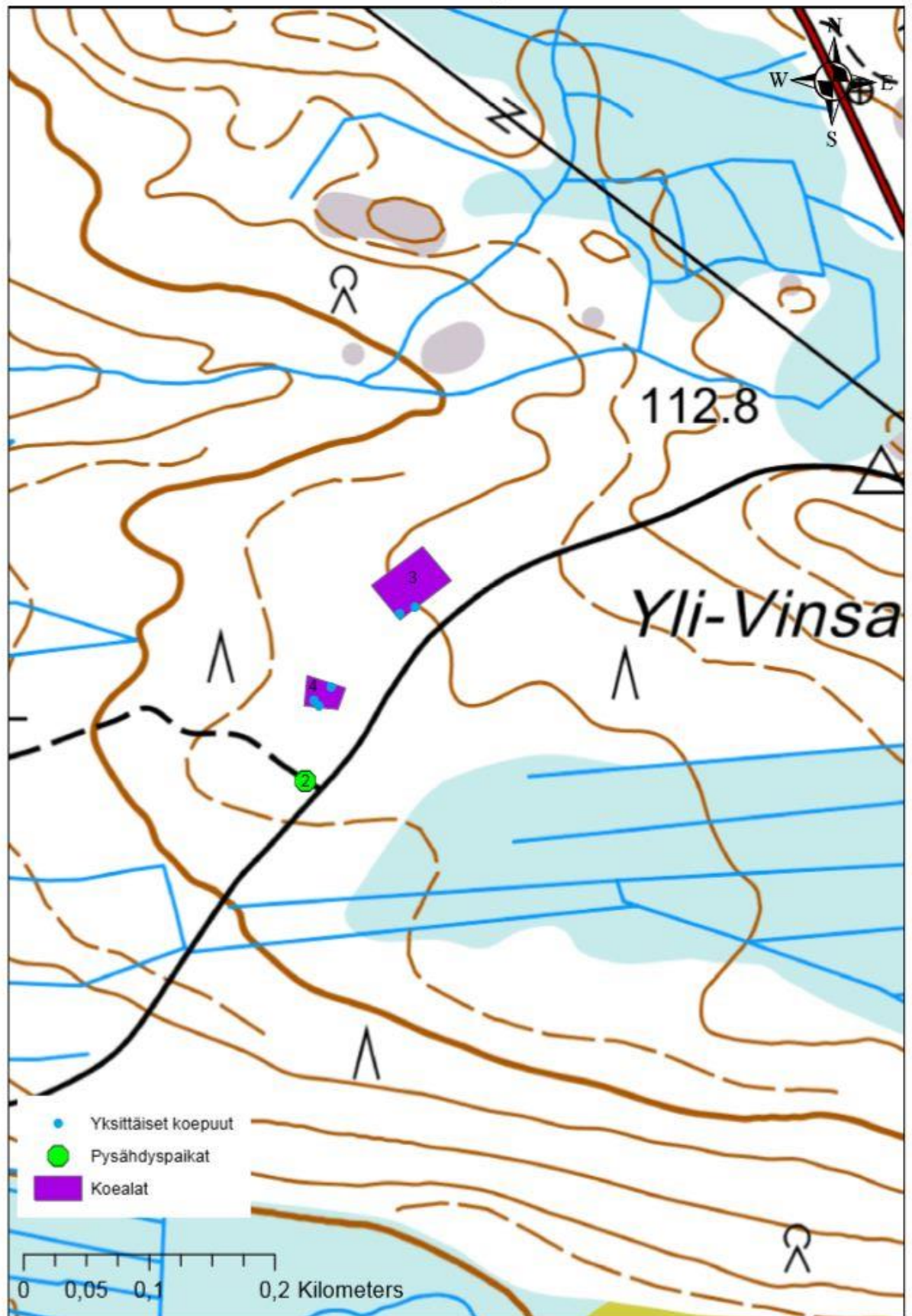
Koealat 1 & 2



Liite 2.

Koealat 3 & 4

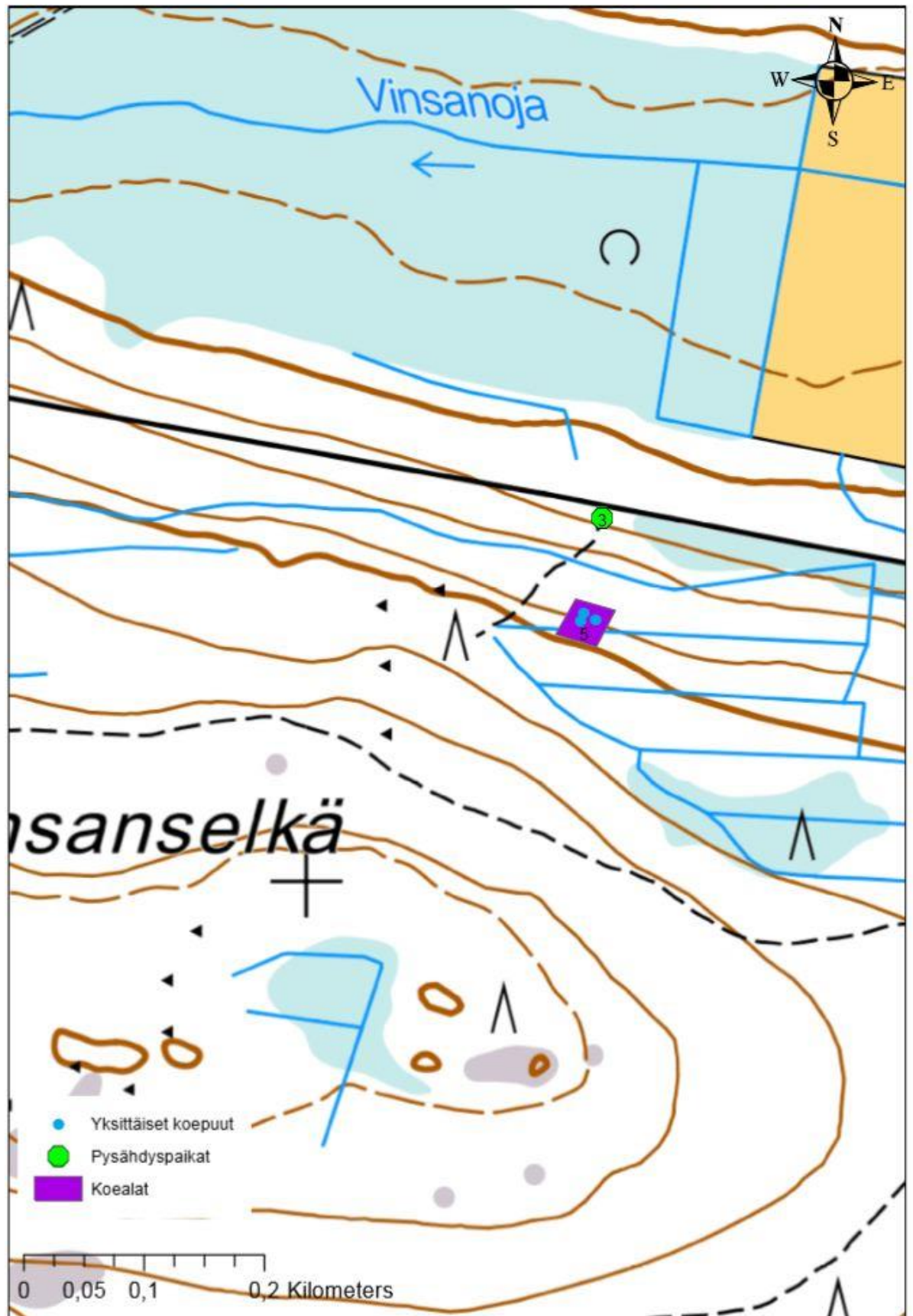
Koealat 3 ja 4



Liite 3.

Koeala 5

Koeala 5



Liite 4. Leimikkoradan 1. tehtäväkokonaisuus

1 (2)

Leimikkorata 1

Radan suorittaminen koostuu radan kiertämisestä maastossa ja virtuaalitentistä. Käy jokaisella viidellä koealalla ja selvitä vastaukset alla oleviin kysymyksiin. Sen jälkeen tee "Leimikkorata 1" niminen virtuaalitentti. Virtuaalitenttiin kysymykset ovat samat, kuin tässä ohjeessa. Kartat löytyvät Moodlesta.

Koeala 1:

- Kysymys 1: Mikä on metsikön pohjapinta-ala
 Kysymys 2: Mikä on metsikön valtipituus (m)
 Kysymys 3: Mikä on puuston kokonaistilavuus (m³/ha)
 Kysymys 4: Mikä on koepuu 2:n tilavuus (litraa)

Koeala 2:

- Kysymys 5: Mikä on metsikön keskipituus (m)
 Kysymys 6: Jos kuvio harvennetaan harvennusmallin mukaan nyt, paljonko on harvennuskertymä (m³/ha)
 Kysymys 7: Mikä on koealan kasvupaikkatyyppi
 Kysymys 8: Mistä koealan yksittäisistä koepuista saadaan eniten tukkia

Koeala 3:

- Kysymys 9: Mikä on puuston pohjapinta-ala
 Kysymys 10: Mikä on puuston kokonaistilavuus (m³/ha)
 Kysymys 11: Mikä on koepuu 1:n pituus (m)
 Kysymys 12: Mikä on rungon keskitilavuus koealalla (litraa)

Koeala 4:

- Kysymys 13: Mikä on koepuu 1:n rinnankorkeusläpimitta (cm)
 Kysymys 14: Mikä on koepuu 2:n tukkiprosentti (%) taulukon mukaan
 Kysymys 15: Mikä on koepuu 3:n runkotilavuus (litraa)
 Kysymys 16: Mikä on metsikön tukkiprosentti (%)

2 (2)

Koeala 5:

- Kysymys 17: Mikä on koealan kasvupaikkatyyppi
 Kysymys 18: Mikä on kohteen metsäkuljetusmatka (m)
 Kysymys 19: Mikä on puuston pohjapinta-ala
 Kysymys 20: Mikä on kuusten ikä
 Kysymys 21: Mikä on kuusten kokonaistilavuus (m³/ha)
 Kysymys 22: Mikä on koepuu 3:n tilavuus (litraa)

Liite 5. Leimikkoradan 2. tehtäväkokonaisuus

1 (2)

Leimikkorata 2

Radan suorittaminen koostuu radan kiertämisestä maastossa ja virtuaalitentistä. Käy jokaisella viidellä koealalla ja selvitä vastaukset alla oleviin kysymyksiin. Sen jälkeen tee "Leimikkorata 2" niminen virtuaalitentti. Virtuaalitenttin kysymykset ovat samat, kuin tässä ohjeessa. Kartat löytyvät Moodlesta.

Koeala 1:

Kysymys 1: Mikä on koepuu 1:n rinnankorkeusläpimitta (cm)

Kysymys 2: Mikä on metsikön keskipituus (m)

Kysymys 3: Paljonko metsikössä on tukkipuuta (m³/ha)

Kysymys 4: Mikä on koealan kasvupaikkatyyppi

Koeala 2:

Kysymys 5: Mikä on keskiläpimitta koealalla (cm)

Kysymys 6: Mikä on metsikön pohjapinta-ala

Kysymys 7: Koepuu 2:n runkotilavuus (litraa)

Kysymys 8: Mikä on kuitupuun osuus koepuu 1:n runkotilavuudesta (%)

Kysymys 9: Mikä on puuston kokonaistilavuus (m³/ha)

Koeala 3:

Kysymys 10: Mikä on metsikön keskipituus (m)

Kysymys 11: Mikä on koepuu 1:n rinnankorkeusläpimitta (cm)

Kysymys 12: Mikä on koepuu 2:n pituus (m)

Kysymys 13: Mikä on metsikön tukkiprosentti? (%)

Koeala 4:

Kysymys 14: Mikä on metsikön valtapituus (m)

Kysymys 15: Mikä on koealan kasvupaikkatyyppi?

Kysymys 16: Mikä on puuston kokonaistilavuus (m³/ha)

Kysymys 17: Kuinka paljon metsikössä on kuitupuuta (m³/ha)

Kysymys 18: Mikä on koepuu 3:n tilavuus (litraa)

Kysymys 19: Mikä on koepuu 2:n tukkipuuosuus (litraa)

2 (2)

Koeala 5:

Kysymys 20: Mikä on koivujen keskipituus koealalla (m)

Kysymys 21: Mikä on koepuu 3:n pituus (m)

Kysymys 22: Mikä on koivujen ikä

Kysymys 23: Mikä on mäntyjen keskiläpimitta (cm)

Kysymys 24: Mikä on mänty runkojen keskitilavuus koealalla (litraa)