
**SEEDGUN-METSÄNKYLVÖLAITTEEN
PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN TEKNINEN
SUUNNITELMA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, 8.12.2013

Reima Karjalainen

Reima Karjalainen



EVO

Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä	Reima Karjalainen	Vuosi 2013
Työn nimi	Seedgun-metsänkylvölaitteen paikkatietojärjestelmän tekninen suunnitelma	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö Seedgun-metsänkylvölaitteen paikkatietojärjestelmän tekninen suunnitelma oli toteutettu yhteistyössä Sirkkalan Maansiirto Oy:n Juha Sirkkalan kanssa. Seedgunin valmistaja Newforest Oy, antoi luvan käyttää tuotemerkkiä opinnäytetyössä. Oy Silvadata Ab luovutti TyöohjelmaGIS-lisenssin käyttöön opinnäytetyötä varten. 3D-mallinnuksessa käytettiin Vertex Systems Oy:n Vertex G4 2013 -mekaniikkasuunnitteluohjelman opiskelijalisenssiä.

Juha Sirkkala on Seedgun-metsänkylvölaitteen keksijä, ja idea paikkatietojärjestelmästä saatiin häneltä. Kylvökohtien koordinaattitiedon tallentaminen laikutuksen yhteydessä parantaisi yrityksen tiedonhallintaa ja säästäisi kustannuksia. Paikkatietoa olisi mahdollista käyttää maanmuokkauskustannusten laskemiseen ja hallintaan. Asiakkaalle voitaisiin esittää suorite- tuista metsänuudistamistoimenpiteistä dokumentti, johon olisi merkitty kylvöpisteet ja niiden määrä. Kylvökohdalle olisi määritelty hinta, jonka perusteena olisi paikkatietojärjestelmän keräämä tieto hehtaarikohtaisista kylvökustannuksista erilaisissa työmaakohteissa.

Opinnäytetyön tavoite oli suunnitella teoreettinen tekninen järjestelmä, jonka avulla Seedgun-metsänkylvölaitteen kylvöpisteet talletettaisiin koordinaattitietona kaivinkoneen ajoneuvotietokoneeseen. Tutkimusmenetelmiä olivat kokeilu ja testaaminen. Tiedonkeruumenetelmiä olivat videointi ja valokuvaus, sekä metsänkylvölaitteen koneenkuljettajien haastattelut. Seedgun-metsäkylvölaite oli asennettu Sirkkalan Maansiirto Oy:n kaivinkoneisiin, joiden avulla GPS-paikantimen ja paikkatieto-ohjelman toimintaa testattiin. Tutkimustulosten ja 3D-mallien perusteella esitettiin kaksi erilaista paikkatietojärjestelmän toimintakaaviota. Lopputuloksena voitiin esittää, että paikkatietojärjestelmän rakentaminen käytännössä oli mahdollista toteuttaa.

Avainsanat metsänkylvö, paikkatietojärjestelmä, tekninen suunnitelma, 3D-mallinnus

Sivut 49 s. + liitteet 5 s.

Evo
Degree Programme in Forestry

Author	Reima Karjalainen	Year 2013
Subject of Bachelor's thesis	A Technical Plan of Geographic Information Systems for the Seedgun Direct Seeding Equipment	

ABSTRACT

The thesis on the technical plan of Geographic Information Systems for the Seedgun direct seeding equipment was realized in co-operation with manager Juha Sirkkala of Sirkkalan Maansiirto Oy. Newforest Oy, the manufacturer of Seedgun, granted permission to use the Seedgun brand in the thesis. Oy Silvadata Ab gave the TyöohjelmaGIS license to be used in the thesis. In 3D-modelling, Vertex Systems Oy, Vertex G4 2013 Mechanical Engineering Software license for students was used.

Juha Sirkkala is the inventor of the Seedgun direct seeding equipment and the idea of GIS system was created by him. Saving the coordination information of the sowing point is done simultaneously with soil preparation and will improve the company's data management and save costs. It would be possible to use coordinate information for calculating and managing soil preparation costs. For the customer it could be possible to present a document of forest regeneration, which was tagged with sowing points and quantity. Sowing point pricing would be varied on coordinate information based on a specific hectare cost of different worksites.

The objective of the thesis was to plan a theoretical technical system in the storing of the sowing point coordinate information into the computer of the excavator. The procedures for the research were experimenting and testing. The procedures for collecting data were video recording and photography as well as interviewing the operators. The Seedgun device was assembled into Sirkkalan Maansiirto Oy excavators by means of testing the functions of the GPS unit and GIS software. Based on the results of the study and the models of the 3D, two different GIS system function diagrams were presented. As a final result it can be presented that the construction of the GIS system will possibly be achieved practically.

Keywords Forest regeneration, Geographic Information Systems, technical plan, 3D-modelling

Pages 49 p. + appendices 5 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SEEDGUN-ESITTELY	2
2.1	Kehitys ja valmistus	3
3	SEEDGUN-TOIMINTAPERIAATE	5
3.1	Rakennussarja.....	5
3.2	Toimintaperiaate.....	6
3.3	Siemenannoksen määrä.....	7
3.4	Toimintakaavio.....	8
4	TESTATTAVA GPS-PAIKANNIN	17
4.1	GPS-paikannin	17
4.2	Bluetooth	18
5	OHJELMAT JA SUUNNITTELUMENETELMÄT	19
5.1	Paikkatieto-ohjelma TyöohjelmaGIS	19
5.2	Lenovo Thinkpad W530.....	19
5.3	3D-mallinnus	19
5.4	Mekaniikkasuunnitteluohjelma	20
6	GPS-PAIKANTIMEN JA KARTTAOHJELMAN TESTAUS	21
6.1	GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS:n välisen yhteyden luominen.....	21
6.2	GPS-paikantimen ja karttaohjelman testaus erilaisissa olosuhteissa	23
7	TUTKIMUSVIDEOINTI TYÖMAILLA	26
7.1	Videoinnin tarkoitus	26
7.1.1	Tutkimusvideointi Orimattilassa	26
7.1.2	Tutkimusvideointi Myrskylässä	28
8	KYLVÖPISTEEN JA GPS-PAIKANTIMEN SUHDE TOISIINSA NÄHDEN VIDEOTUTKIMUKSEN PERUSTEELLA	30
8.1	Johtopäätökset videotutkimuksen perusteella	30
8.2	GPS-vastaanottimen ja kylvökohdan sijainnin suhde ja täsmääminen	31
9	TESTAUKSET TYÖMAAKOhteissa	32
9.1	Testausmenetelmä Hämeenkoskella	32
9.1.1	Testaus	32
9.1.2	Testaustulokset	33
9.2	Testausmenetelmä Orimattilassa.....	34
9.2.1	Testaus	34
9.2.2	Testaustulokset	35
9.2.3	Kuljettajahaastattelu	35

10 SEEDGUN-PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN TEKNINEN SUUNNITELMA ...	36
10.1 Teknisen suunnitelman kaksi mallia	36
10.1.1 Langattoman mallin toimintakaavio	36
10.1.2 Langallisen mallin toimintakaavio	38
10.2 GPS-kotelon rakenne langattomassa ja langallisessa mallissa.....	39
10.3 GPS-paikannin langattomassa ja langallisessa mallissa.....	40
10.4 Paikkatietojärjestelmämalli ohjaamossa molemmissa malleissa	42
10.5 Keskusyksikön ohjelman päivitys	44
11 TULOKSET JOHTOPÄÄTÖKSINEEN	45
12 POHDINTA JA ARVIOINTI.....	48
Liite 1	HAICOM HI-408BT BLUETOOTH-GPS VASTAANOTIN
Liite 2	VINKKEJÄ HAICOM GPS:N KÄYTTÖÖNOTTOON JA ASENNUKSEEN

1 JOHDANTO

Yleisin metsänkylvömenetelmä on maanmuokkauksen yhteydessä tehtävä koneellinen kylvö. Menetelmän etuja ovat sen edullisuus, kustannukset hehtaaria kohti ovat noin kolmanneksen verrattuna istutukseen. Lisäksi etuja ovat kosteuden säilyminen tuoreessa muokkausjäljessä. Männyn siementen konekylvö on yleistä, ja tyypillisiä kylvökohteita ovat kivennäismaiden kuivahkot ja kuivat kankaat, sekä turvemailla niitä vastaavat varpu- ja puolukkaturvekankaat. Paras kylvötulos saavutetaan heti keväällä lumien sulettua, ja kylvöä voidaan tehdä juhannukseen saakka. Tämän jälkeen kylvetyt siemenet eivät ehdi talveentua kasvukauden loppuun mennessä. Vaikka männyn konekylvö on yleistä, on menetelmässä vielä kehitettävää. Koneellinen metsänkylvö on Suomessa yleinen menetelmä, valtion ja metsäteollisuuden omistamissa metsissä noin 90 prosenttia tehdään konekylvöllä. (Metla n.d.)

Juha Sirkkalan (haastattelu (6.12.2013) mukaan Sirkkalan Maansiirto Oy aloitti Seedgun-metsänkylvölaitteen tuotekehityksen vuonna 1993. Seedgun patentoitiin vuonna 1996 ja sen markkinointi aloitettiin pohjoismaissa, Englannissa ja Pohjois-Amerikassa. Seedgunin etuja ovat siementen hellävarainen käsittely ja tarkka säädettävyys. Siemenannos voidaan säätää ± 2 siemenen tarkkuudella, jolloin siementen kulutusta on mahdollista vähentää ja alentaa kylvön kokonaiskustannuksia. Seedgun-kylvömenetelmän käyttöä Suomessa ovat hidastaneet taimia suosiva metsänuudistaminen. Sirkkalan Maansiirto Oy on Orimattilalainen yli 20 vuotta toiminut maansiirtoalan yritys, joka urakoi pääasiassa Uudenmaalla ja Hämeessä. Yrityksellä on käytössä kolme Seedgun-metsänkylvölaitteella varustettua kai-vinkonetta.

Paikkatieto ja sen hyödyntäminen metsätaloudessa on ajankohtaista. Paikkatietojärjestelmiä voidaan käyttää suunnittelussa, päätösten teossa, ja sitä voidaan hyödyntää erilaisissa tutkimuksissa. Suomessa metsätalouden organisaatiot ovat kehittäneet ja ottaneet käyttöön paikkatietojärjestelmiä 1980-luvulta lähtien. (Helda n.d.) Paikkatiedon sisältämä informaatio on aina sidottu paikkaan, ja tämän vuoksi sillä voidaan helposti havainnollistaa tietoa karttana. Paikkatieto mahdollistaa aineiston monipuolisen käsittelyn ja erilaisten aineistojen yhdistelyn.

Nykyään erilaisilla tiedonhallintajärjestelmillä on tärkeä merkitys yrityksen toiminnassa. Tämän opinnäytetyön yhteistyökumppani toimitusjohtaja Juha Sirkkala on jo jonkin aikaa pohtinut paikkatietojärjestelmän kehittämistä Seedgun-metsäkylvölaitteeseen. Metsänuudistusaloilta kerätty paikkatieto olisi monin tavoin hyödyllistä, ja parantaisi yrityksen kilpailukykyä. Juha Sirkkala tarjosi paikkatietojärjestelmän tutkimusta opinnäytetyön aiheeksi. Aihealue on haastava ja mielenkiintoinen. Opinnäytetyössä yksi mielenkiintoinen tehtävä on selvittää Bluetooth-yhteyden käyttökel-poisuus tiedonsiirrossa GPS-paikantimen ja karttaohjelman välillä. Opinnäytetyön aihe on rajattu käsittelemään paikkatietojärjestelmää teknisenä suunnitelmana teoriassa.

2 SEEDGUN-ESITTELY

Seedgun-metsänkylvölaite on kehitetty maanmuokkauksen yhteydessä tehtävään koneelliseen metsänkylvöön. Kylvölaitteen toiminta perustuu paineilmajärjestelmään, jonka avulla puunsiemeniä kuljetetaan kylvöprosessin eri vaiheissa. Ohjausjärjestelmä ja siemenpullot asennetaan metsätyökoneen ohjaamoon, jossa laitteen toiminnot ja säädöt ovat kuljettajan ulottuvissa. Kylvölaitetta ohjataan mikroprosessoriohjatulla keskusyksiköllä, jonka asetuksilla hallitaan kylvötapahtumaa ja kerätään tietoa kylvökohtien määrästä. (Newforest Oy n.d.)

Seedgun-metsänkylvömenetelmän etuja ovat sen edullisuus, verrattaessa sitä käsin suoritettavaan kylvöön ja istutukseen. Menetelmä vähentää metsänuudistamiskustannuksia, koska kylvöä ei tarvitse tehdä erikseen (kuva 1). Seedgun-metsänkylvölaitetta käytetään Suomessa pääasiassa männyn, koivun ja kuusen kylvöön (kuva 2).



Kuva 1. Maansiirto Sirkkala Oy suorittamassa laikutusta ja kylvöä.

Valmistajan mukaan Seedgun-menetelmä on saanut metsäomistajien joukosta lukuisia vakituisia asiakkaita (kuva 3). Siitä ovat olleet kiinnostuneita myös useat riippumattomat metsätutkijat.

Seedgun-asennussarja voidaan asentaa mihin tahansa peruskoneeseen, kuten kaivinkoneeseen, kannonnostolaitteeseen, lautasäkeeseen tai laikkuriin. Asennuksen vaatimuksena on, että koneessa on valmiina paineilma- ja sähköjärjestelmä. Seedgun toimii paineilmalla, ja mikäli sellaista ei työkonessa ole, valmistaja toimittaa laitteelle suunnitellun kompressorisaran.



Kuva 2. Männyn ja koivun kylvölaikut uudistamisalalla.



Kuva 3. Lapinjärven kunta, Porlammin kylä. Maanmuokkaus ja männynkylvö Seedgunilla 14.4.2004, Sirkkalan Maansiirto.

2.1 Kehitys ja valmistus

Seedgunin on kehittänyt Orimattilalainen maansiirtourakoitsija Juha Sirkkala. Idea paineilmakäyttöisestä kylvölaitteesta kypsyi Sirkkalan tehdessä vuosien mittaan erilaisia maanmuokkaustöitä. Sirkkalan Maansiirto Oy on Juha Sirkkalan omistama yritys, joka tekee maansiirtotöitä sekä maanmuokkausta metsäudistusaloille. Metsäkylvölaitteen kehitystyö 90-luvulla johti sen patentointiin, valmistukseen ja markkinointiin. Seedgunia

valmistaa ja markkinoi suomalainen Newforest Oy, joka on Seedgun-metsänkylvölaitteiden valmistukseen erikoistunut yritys.

Seedgun metsänkylvölaitteella on seuraavat patentit.

- SUOMI-FINLAND Patentti No 95986, 25.4.1996
- SVERIGE PATENTSKRIFT C2 507 582, 1998-06-22
- CANADIAN PATENT 2,199,362 1996/03/14
- United States Patend, Patend Number: 5,765,492, Date of Patent: Jun. 16. 1998.

3 SEEDGUN-TOIMINTAPERIAATE

3.1 Rakennussarja

Seedgun toimitetaan rakennussarjana, joka on samanlainen kaikille metsätyökoneille. Rakennussarjaan kuuluva asennussarja on sen sijaan konekohtainen. Asennus voidaan tehdä monipuolisesti erilaisiin työkoneisiin. Sama perusyksikkö voidaan myös siirtää joustavasti koneesta toiseen. Seedgun voidaan asentaa lähes kaikkiin kaivinkoneisiin. Vaatimuksena koneille on 24 V DC sähköjärjestelmä ja paineilmajärjestelmä.

Alla olevassa osaluettelossa ovat kaivinkoneeseen asennettavan rakennussarjan komponentit. Tämä rakennussarja on toiminut lähtökohtana opinäytetyön 3D-mallinnetuille komponenteille ja raportissa oleville kokoonpano- ja osakuville. Sarjaan kuuluu mukaan kompressorisarja.

Seedgun-metsänkylvölaitteen rakennussarjan toimitussisältö:

1. nippusiteet	30 kpl
2. M8x40 ruuvi	12 kpl
3. M8 Nyloc mutteri	20 kpl
4. 136-4 kaksoisnipa	2 kpl
5. 400-4 kulmanippa	2 kpl
6. vesitysventtiili M22x1,5	1 kpl
7. kaksoisnipa M22x1,5 UK / ¼" R SK	3 kpl
8. U-4 USIT tiiviste	3 kpl
9. kaksoiskiinnike 16mm	2 kpl
10. kaksoiskiinnike 8 mm	1 kpl
11. hitsattavat U:t isot ja pienet	2+2 kpl
12. värinänvaimennin D40 M8	4 kpl
13. asennuslevy kompuralle	1 kpl
14. M20 kylvösuuttimet	2 kpl
15. D8mm jatkopistoliitin	2 kpl
16. ABICO sininen lattaliitin	3 kpl
17. ABICO sininen jatkoliitin	3 kpl
18. ABICO keltainen jatkoliitin	3 kpl
19. 50 / 30A housusulake	1+1 kpl
20. 5A housusulake	2 kpl
21. 24V 70A tehorele	1 kpl
22. pistoliitin ¼"R-8mm	1 kpl
23. painesäiliö + pannat	1+2 kpl
24. pressostaatti + ylipaineventtiilyhdistelmä	1 kpl
25. kylvöletkusarja	1 kpl
26. paineilmasarja	1 kpl
27. sähköasennussarja	1 kpl
28. keskusyksikkö	1 kpl
29. kiinnitin	1 kpl
30. tykit	2 kpl
31. kiinnitin	1 kpl
32. ohjainkahva kahdella napilla	1 kpl

3.2 Toimintaperiaate

Seedgun toimii paineilmajärjestelmällä. Paineilman tuottaa paineilma-kompressori ja paineilman varastona toimii paineilmasäiliö. Kuljettaja hallitsee ja ohjaa kylvöjärjestelmää keskusyksiköstä käsin, ja hallintalaitteisiin sijoitetuista kylvönapeista aktivoi paineilmaimpulssin. Paineilma ampuu siemenannoksen nylonputkea pitkin kaivinkoneen kauhan kylvösuuttimista muokattuun kylvökohtaan (kuva 4).



Kuva 4. Siemenrä ammutaan kylvösuuttimista laikkuun paineilman avulla.

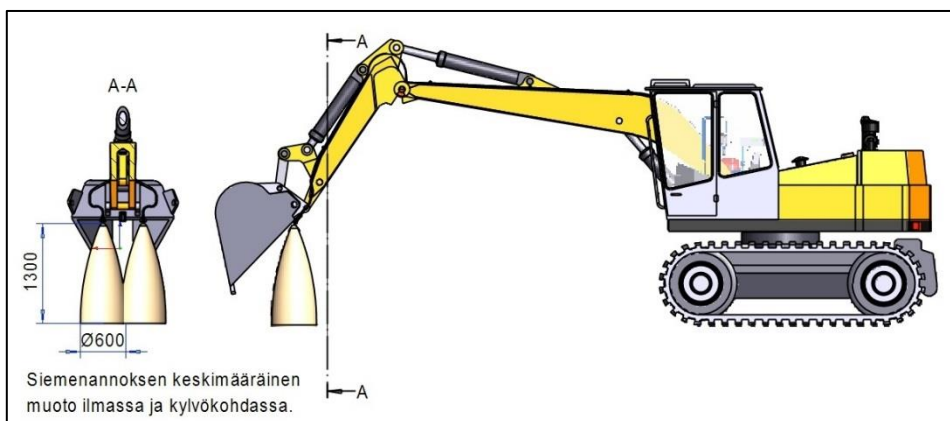
Keskusyksikön laskuri kirjaa kylvökertojen määrän. Kylvölaukauksen jälkeen annostelumäntä poimii automaattisesti uuden siemenannoksen ja laite on valmiina uuteen laukaukseen. Yhden laukauksen siemenmäärä voidaan säätää halutun suuruiseksi. Siemensäiliöt ovat valmistettu läpinäkyvästä muovista, joista voidaan tarkkailla laitteen siementen kulutusta (kuva 5).



Kuva 5. Siemensäiliöiden täyttö.

3.3 Siemenannoksen määrä

Juha Sirkkalan (haastattelu 15.10.2013) mukaan kylvösuuttimista laukaustavassa männyn siemenessä on siemeniä noin 20 kappaletta (kuva 6). Hehtaarikohtainen siemenmenekki männyllä on noin 200 – 250 grammaa. Koivun siemenen laukausten määrä on noin 40 kappaletta, ja hehtaarikohtainen menekki on noin 80 grammaa. Siemenen määrää voidaan säätää siementykin säätöruuvista tarkkuudella ± 2 siementä. Yhden laukaustavan siemenen määrän säätämiseen vaikuttaa myös käytettävän siemenlaadun itävyysprosentti.



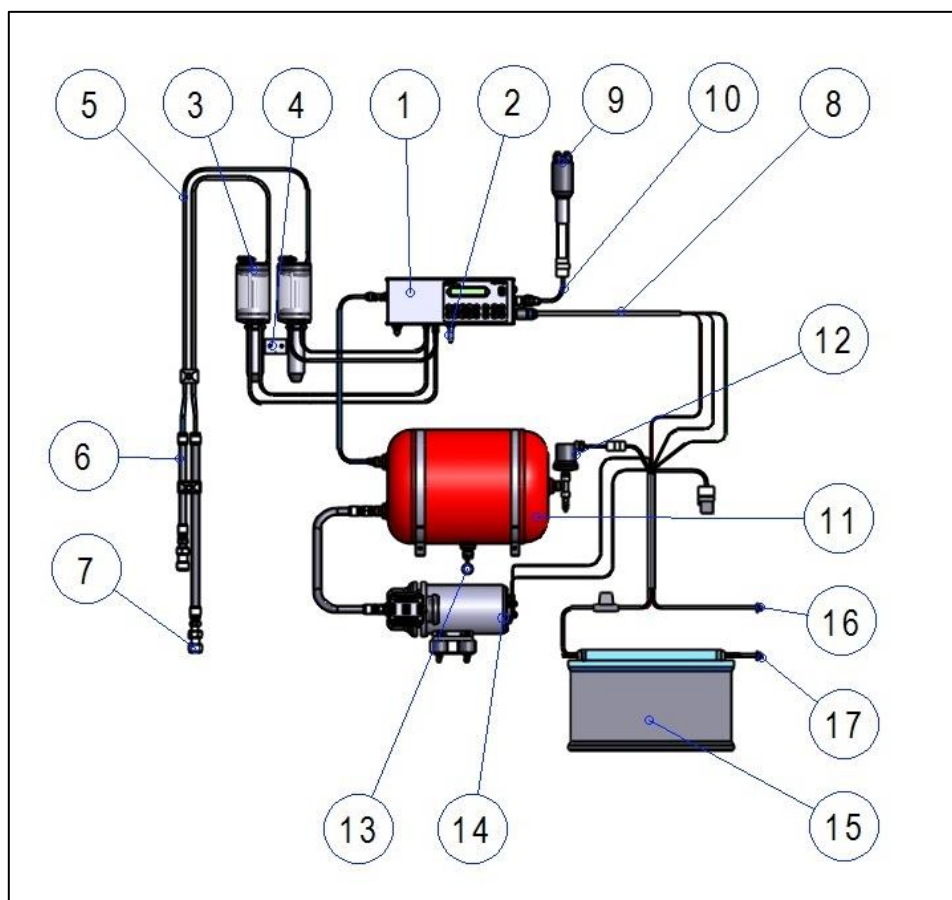
Kuva 6. Kylvölaikkuun ammutun siemenen keskimääräinen muoto. (Sirkkala, Juha, haastattelu 26.5.2013)

Opinnäytetyössään Markku Kolehmainen on tutkinut testilaukaisuissa männyn siemenen siemenmäärää, männyn koneellisessa kylvössä turvemaileda. Opinnäytetyön tuloksista kävi ilmi, että testilaukauksissa kylvökoneen syöttämien siementen määrä vaihteli työmaiden, koeruutujen ja

jopa peräkkäisten laukausten välillä. Näillä seikoilla on suuri vaikutus syntyvien sirkkataimien määrään. Kaikkien laukausten syöttämien siementen keskiarvo oli 33,9 siementä laukausta kohti. Kylvettyjen siementen määrän pitäisi teoriassa olla riittävä laadukkaan kylvötaimikon syntymiseen. (Kolehmainen 2012.)

3.4 Toimintakaavio

Kaaviossa kuvataan Seedgun-metsänkylvölaitteen toimintaperiaatetta, ja sitä kuinka eri komponentit sijoittuvat toisiinsa nähden (kuva 7). Kaaviossa ovat kuvattuna metsänkylvölaitteen rakennussarjan toimitussisällön mukaiset komponentit.



Kuva 7. Seedgun toimintakaavio.

Seedgun toimintakaavion pääkomponentit.

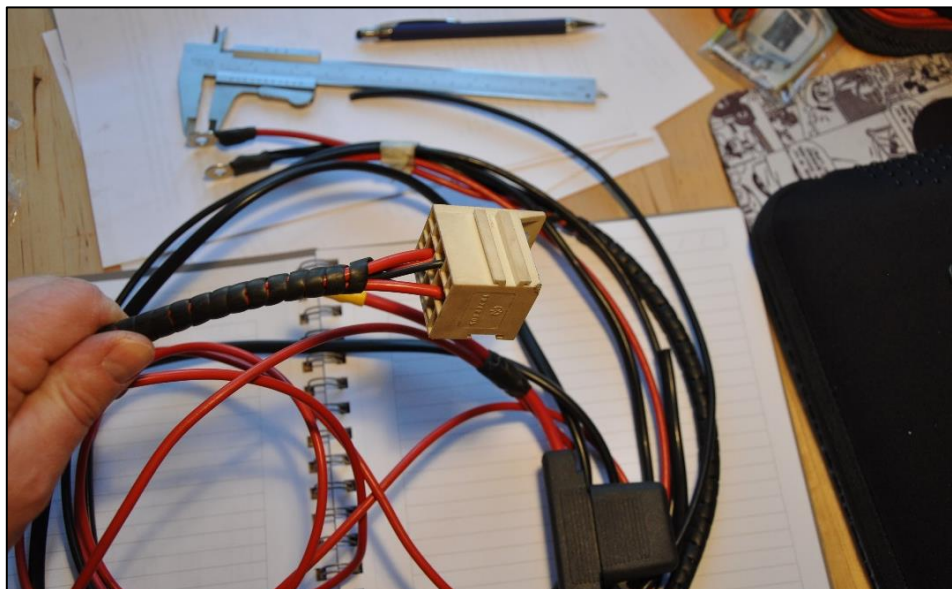
1. keskusyksikkö
2. kiinnitin
3. tykit
4. kiinnitin
5. paineilmasarja
6. kylvöletkusarja
7. M20 kylvösuuttimet
8. sähköasennussarja

9. ohjainkahva kahdella napilla
10. kylvönappien johto keskusyksikölle
11. painesäiliö + pannat
12. pressostaatti + ylipaineventtiilyhdistelmä
13. vesitysventtiili
14. paineilmakompressori
15. kaivinkoneen 24 V akku
16. maajohto
17. virtajohto.

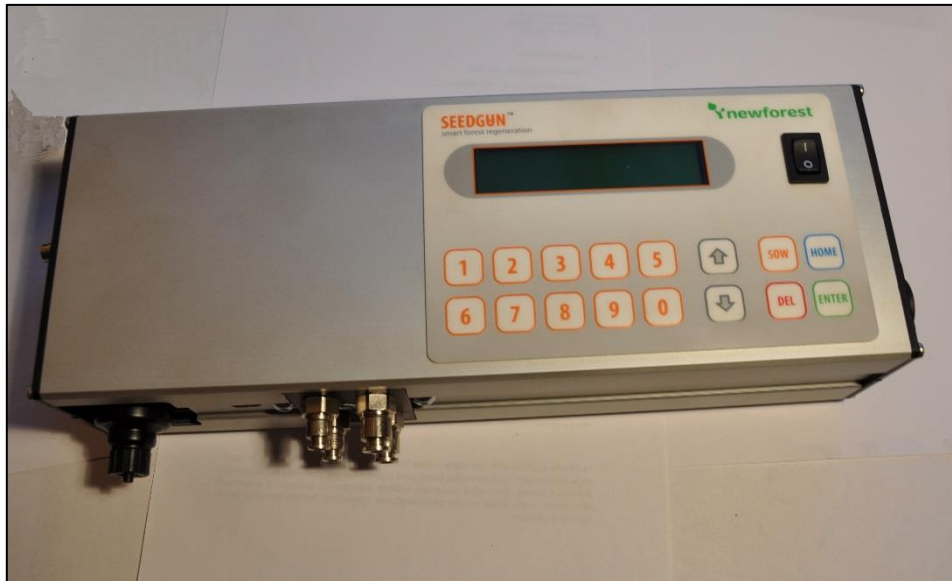
Kuljettaja painaa kylvönappeja (9) ampuakseen siemenannoksen kylvö-laikkuun. Keskusyksikkö (1) ohjaa paineilmaimpulssin tykkiin (3), joka annostelee siemenannoksen siemenkuppiin ja antaa tarvittavan paineilma-energiaimpulssin siemennerän kuljettamiseksi putkissa (5) (kuva 9). Siemenet kulkevat paineilman mukana kylvöletkun (6) ja kylvösuuttimen (7) kautta kylvökohtaan.

Paineilmakompressori (14) tuottaa ilmaa painesäiliöön (11), kun ilmanpaine säiliössä laskee alle säädetyin arvon. Pressostaatti + ylipaineventtiilyhdistelmä (12) ohjaa paineilmasäiliön (11) ilman painetta ja määrää. Vesitysventtiilin (13) kautta voidaan paineilmasäiliöstä poistaa sinne kertynyt kondensiovesi. Kiinnittimet (2) ja (4) ovat keskusyksikön ja siementykkien kiinnitystelineet ohjaamo varten. Paineilmasarja (5) ja kylvöletkuserja (6) käsittävät tarpeelliset letkut ja liittimet, joilla kylvölaitteen tarvitsema paineilmaputkisto voidaan rakentaa.

Sähköasennussarja (8) sisältää sähkökaapelit, liittimet ja sulakkeet, ja se on liitetty kaivinkoneen 24 voltin sähköjärjestelmään (15,16,17) (kuva 8).



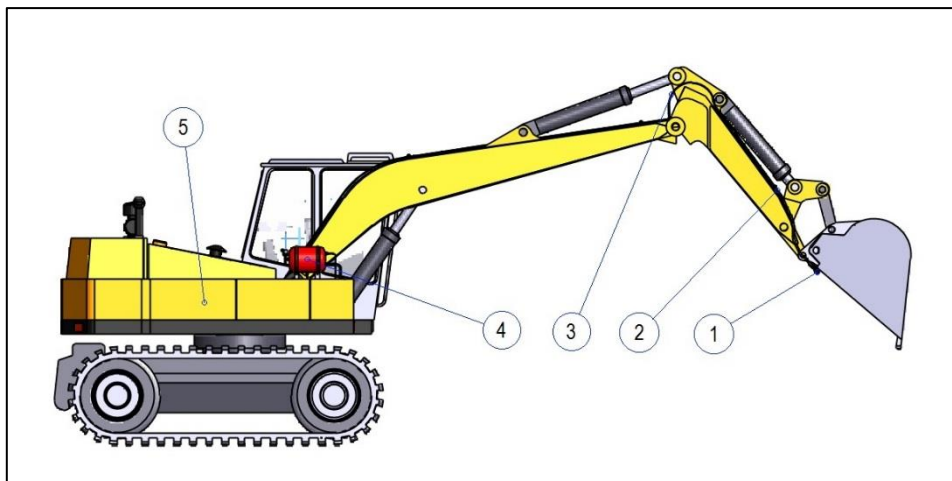
Kuva 8. Sähköasennussarja.



Kuva 9. Keskusyksikkö.

3.5 Komponentit kaivinkoneen kauhassa ja rungossa

Seedgun-kylvöletkuista pääosa on asennettu kaivinkoneen kauhan varteen (kuva 10). Letkujen asennuksesta ei ole annettu ohjeita, vaan ne on asennettava kaivinkonekohtaisesti (kuva 12). Tärkeää on asentaa letkut kauhan varressa sellaisiin kohtiin, joissa ne eivät ole alttiita törmäyksille, ja eivät-kä taivu liian pienille mutkille. Asennussarja sisältää letkujen erilaisia kiinnittimiä, ruuvikiinnitteisiä sekä hitsattavia U-kiinnikkeitä.



Kuva 10. Pääkomponentit kaivinkoneessa.

Seedgun pääkomponentit kaivinkoneessa.

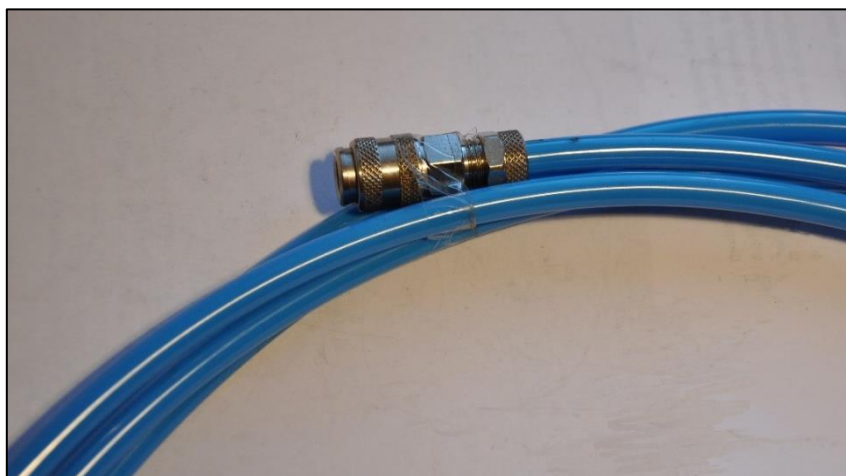
1. kylvösuuttimet
2. kylvöletkut
3. kylvön paineilmaletkut
4. paineilmasäiliö
5. paineilmakompressori (suojaoven takana).

Kylvösuuttimet (1) ovat asennettu kaivinkoneen kauhaan. Alemmassa kauhan varressa ovat kylvöletkut (2), jotka ovat kovaa käyttöä kestäviä standardihydrauliikkaletkuja. Ylemmässä kauhanvarressa ovat nailoniset kylvöletkut (3), jotka ovat standardipaineilmaletkuja. Paineilmäsäiliö (4) on asennettu kaivinkoneen korin päälle. Paineilmakompressori (5) on asennettu rungon sisälle suojaan lialta ja epäpuhtauksilta.

Valmistajan ohjeitten mukaan kylvösuuttimet voidaan asentaa joko kauhan sisään, tai ulkopuolelle (kuva 11). Tarkkoja mitoitusohjeita ei ole annettu, vaan tieto siihen on saatu käyttäjäkokemuksista ja kenttätutkimuksista. Huomioon on otettava urakoitsijoiden kaluston erilaisuus, ei ole olemassa yhtä oikeaa asennustapaa. Sirkkalan Maansiirto Oy:n käyttämissä kaivinkoneissa kylvösuutin on kiinnitetty kauhaan hitsattuun teräslevyyn, tai kylvösuutin on hitsattu kiinni kauhaan. Rakenteen etuja ovat kestävyys ja muunneltavuus. Toisaalta kauha on myös kaivinkoneen kuluviimpia osia, joten kylvösuuttimen kiinnityslevyn tulee olla helposti kiinnitettävä.



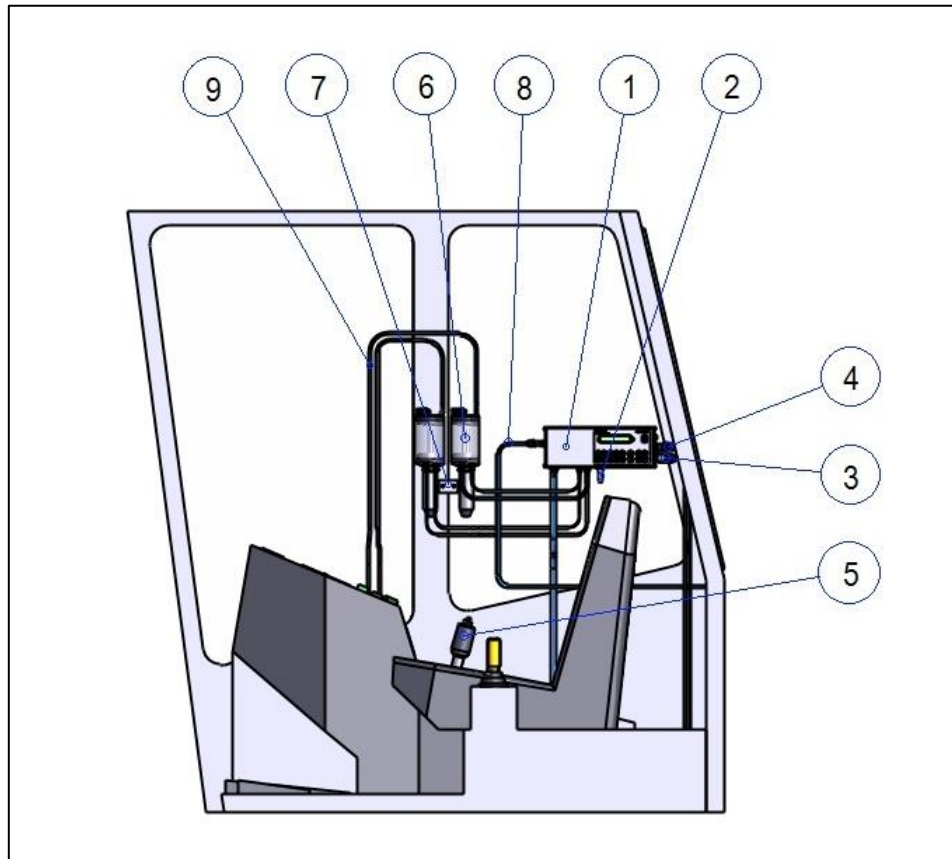
Kuva 11. Kylvösuutin ja letku.



Kuva 12. Ylempään kauhanvarteen kiinnittävä kylvöletku ja liitin.

3.6 Kaivinkoneen ohjaamo

Komponenttien asennuksessa ohjaamoon tärkeimpiä huomioon otettavia seikkoja ovat ergonomisuus ja sellainen asennustapa, että komponentit eivät altistu mekaaniselle rasitukselle. Siementykkien ja keskusyksikön on oltava kuljettajan näkyvillä, sekä niiden käyttö vaivatonta (kuva 13).



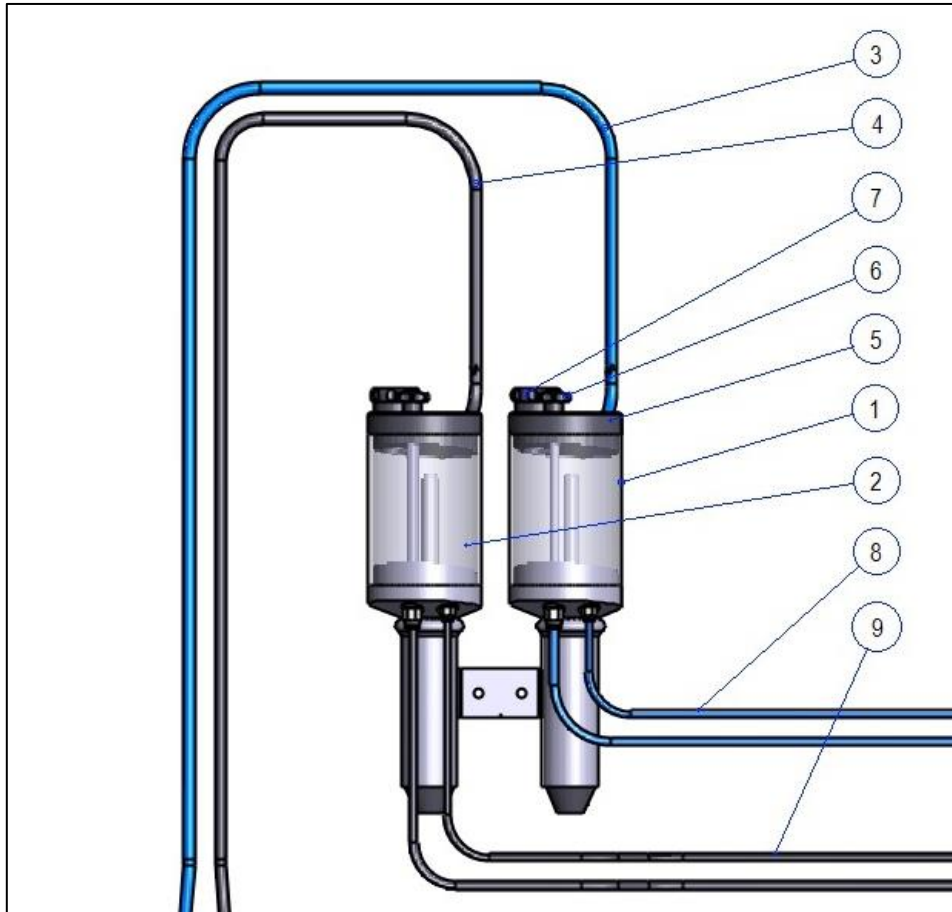
Kuva 13. Pääkomponentit ohjaamossa.

Seedgun-pääkomponentit kaivinkoneen ohjaamossa.

1. keskusyksikkö
2. keskusyksikön kiinnitin
3. virtajohto
4. kylvönappien johto keskusyksikölle
5. ohjainkahva kahdella napilla
6. tykit
7. kiinnitin
8. paineilmaletkut keskusyksikölle
9. paineilmaletkut kylvölle.

Keskusyksikkö (1) asennetaan kiinnittimellä (2) joko kuljettajan oikean puoleiselle, tai vasemman puoleiselle seinälle. Virtajohto (3) ja kylvönappien johto keskusyksikölle (4) voidaan asentaa ohjaamoon siten, ettei niihin kohdistu mekaanista rasitusta. Ohjainkahva kahdella napilla (5) sijoitetaan lähelle ohjainkahvoja. Tykit (6) asennetaan kiinnittimellä (7) siten er-

gonomisesti edulliseen kohtaan siten, että ne on helppo avata ja täyttää siemenillä. Paineilmaletkut keskusyksikölle (8) ja kylvölle (9) asennetaan ohjaamossa sellaisiin kohtiin, jossa ne eivät häiritse työskentelyä, eivätkä altistu rasitukselle (kuva 14).



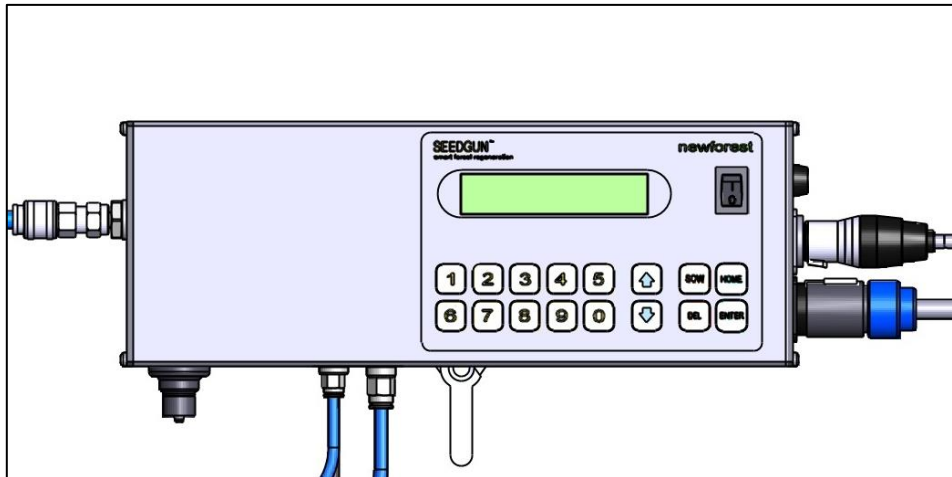
Kuva 14. Siementykit ja paineilmaletkut.

Siementykkien pääkomponentit.

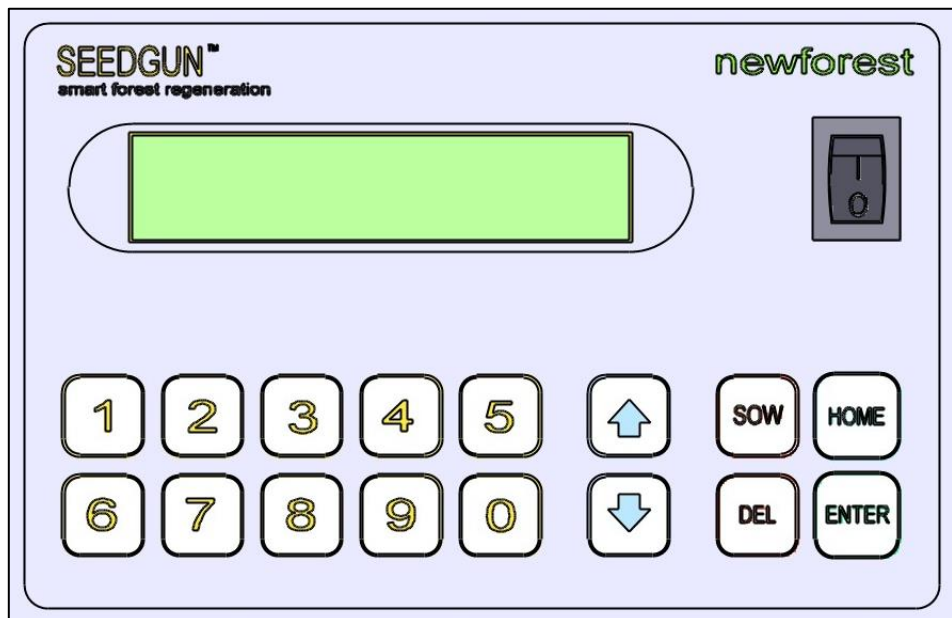
1. tykki 1
2. tykki 2
3. siemenletku 1
4. siemenletku 2
5. tykin kansi
6. kannen kiinnitysruuvi
7. ilmansuodatin
8. ilmansyöttöletkut 1. tykille
9. ilmansyöttöletkut 2. tykille.

3.7 Keskusyksikön valikot

Keskusyksikön toiminnot esitellään valmistajan käyttöohjeen mukaisesti (kuvat 15 ja 16).



Kuva 15. Keskusyksikkö ja liittimet.



Kuva 16. Keskusyksikön valikko.

Kun Seedgun kytketään päälle, se menee SOW-valikkoon. Näytöllä näkyy kylvöpistelaskuri, jonka voi nollata painamalla kerran nuoli alaspäin -näppäintä, ja sitten ENTER. Mikäli asetukset on jo tehty, laite on valmis kylvämään. (Newforest Oy n.d.)

3.7.1 Valikoissa liikkuminen

Valikoiden välillä voidaan liikkua käyttäen nuolinäppäimiä ylös tai alas. Voidaan koska tahansa palata SOW-valikkoon painamalla HOME. (Newforest Oy n.d.)

Asetuksia muutetaan syöttämällä haluttu luku numeronäppäimillä, jonka jälkeen se hyväksytään painamalla ENTER. Mikäli tapahtuu virhe, painetaan del ja syötetään oikea luku ja painetaan lopuksi ENTER. Mikäli uusi

luku ei ole sallittujen rajojen puitteissa tai mikäli uutta asetusta ei vahvisteta painamalla ENTER, vanha arvo jää voimaan. (Newforest Oy n.d.)

3.7.2 Yksittäinen laukaus näppäimistöltä

Seedgunin ollessa SOW-tilassa, voidaan laukaista siemenletku 1:n painamalla 1. Painamalla 2 voidaan laukaista siemenletku 2:n. Tämä on hyödyllistä testitarkoituksiin. Testilaukauksia ei lasketa kylvöpestelaskuriin. (Newforest Oy n.d.)

3.7.3 Jatkuvatoiminen laukominen näppäimistöltä

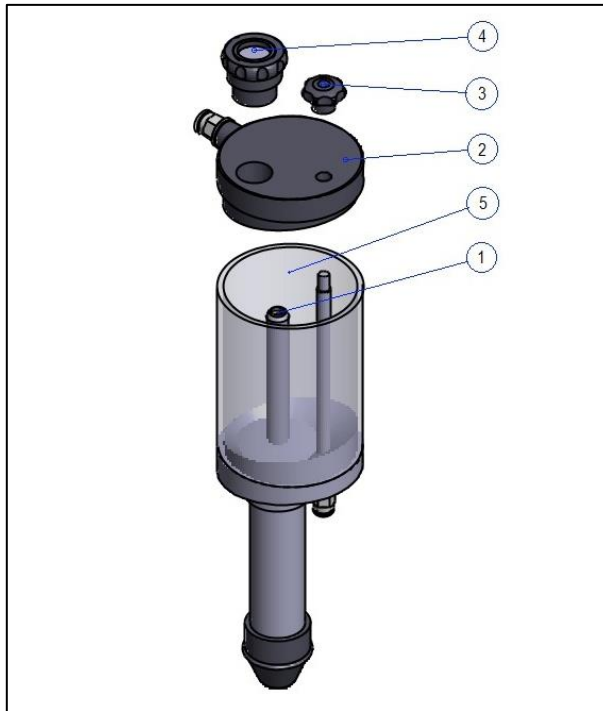
Seedgunin ollessa SOW-valikossa, voidaan asettaa siemenletku 1:n laukomaan jatkuvasti painamalla 6. Sama toiminto siemenletku 2:lle käynnistyy painamalla 7. Kummatkin voivat olla päällä myös yhtä aikaa. (Newforest Oy n.d.)

Tämä on hyödyllistä testitarkoituksiin, koska sen avulla ohjaaja voi mennä ulos koneesta tarkistamaan, että siemenletkujen päästä tulee siemeniä. Testilaukauksia ei lasketa kylvöpestelaskuriin. (Newforest Oy n.d.)

Jatkuvatoiminen laukaisu voidaan lopettaa painamalla samaa nappia toistamiseen 6 ja tai 7. Normaalikylväminen tai muihin valikoihin siirtyminen ei ole mahdollista niin kauan kun jatkuvatoiminen laukaisu on päällä. (Newforest Oy n.d.)

3.7.4 Siemenmäärän säätö

Siemenmäärää säädetään kiertämällä männän keskellä olevaa ruuvia, jolloin siemenmännän päässä oleva siementila pienenee tai suurenee kiertämissuunnan mukaan. Siemenmännän päässä olevan siementilan suuruus määrittää siementen määrän per laukaus. (Newforest Oy n.d.) Siementykin kansi on avattava siementen täyttöä ja säätöä varten (kuva 17).



Kuva 17. Siementykin rakenne. Siemenmäärää säädetään kiertämällä säätöruuvia (1) myötä tai vastapäivään.

Siementykin rakenne.

1. siemenmäärän säätöruuvi
2. tykin kansi
3. kannen kiinnitysruuvi
4. ilmansuodatin
5. siemensäiliö.

3.8 Valikot

Koska käyttöjärjestelmä on englanninkielinen, on valikoiden nimet säilytetty käyttöoppaassakin englanninkielisinä, jotta ne vastaisivat näytössä näkyviä tekstejä. (Newforest Oy n.d.)

Valikkoon `SOW` voi palata milloin tahansa painamalla `HOME`. Valikossa voi liikkua alas tai ylös näppäimillä. Jos palataan viimeisessä valikossa alas, päädytään jälleen `SOW`-valikkoon. (Newforest Oy n.d.)

Seuraavassa esitellään valikot siinä järjestyksessä kun ne tulevat vastaan painamalla alas-näppäintä. Jokainen alas-painallus siirtää Seedgunin seuraavaan valikkoon. (Newforest Oy n.d.). Kylvölaskuri nollataan painamalla `DEL`.

4 TESTATTAVA GPS-PAIKANNIN

4.1 GPS-paikannin

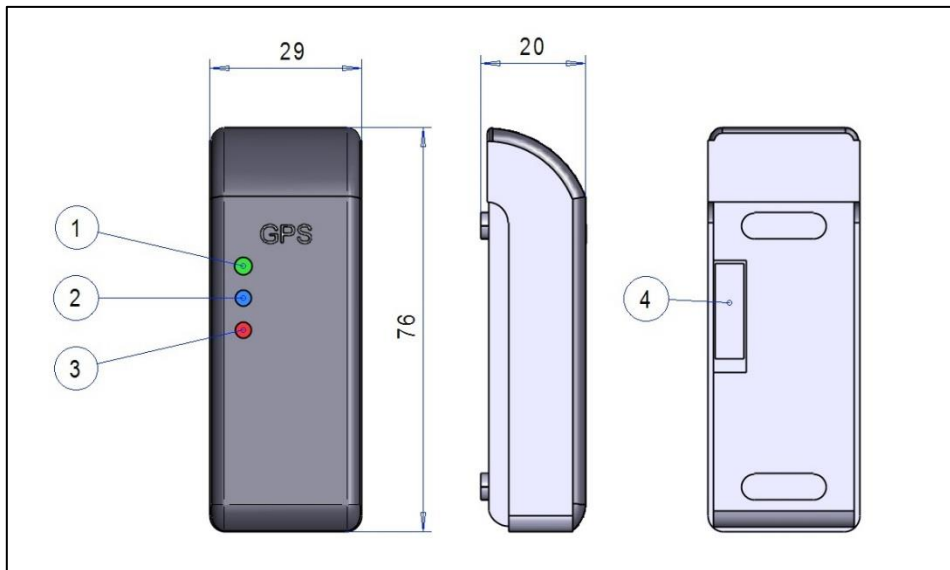
Testaukseen hankittavan vastaanottimen tuli olla tunnetun valmistajan tuote ja hinnaltaan kohtuullinen. GPS-paikantimien valikoima markkinoilla oli laaja. Pääosa edullisemman luokan GPS laitteista oli suunnattu kuluttajille, lähinnä ajoneuvo-, veneily- ja ilmailuharrastekäyttöön.

GPS-paikantimeksi valittiin Haicomien valmistama laite, joka toimii Bluetooth-yhteydellä kannettavassa tietokoneessa tai kämmenmikrossa toimivassa sovelluksessa (kuva 18 ja 19). Laitteessa ei ole omaa näyttöä, vaan se on tarkoitettu antamaan NMEA 0183 -koodin mukaista paikkatietoa. Haicomien GPS-paikantimet toimivat kaikkien karttaohjelmien kanssa. Vastaanottimissa on sisäänrakennettu antenni. NMEA 0183 on merielektroniikan liityntästandardi. (Liitteet 1 ja 2).

Tässä opinnäytetyössä ei tutkittu kalliimman hintaluokan tarkkuus GPS-laitteita. Testaaminen tehtiin edullisemman luokan laitteella kustannussyistä. Opinnäytetyössä GPS:n suuri tarkkuus ei ollut pääkriteeri, vaan se, että teknistä toimivuutta voitiin testata (taulukko 1).



Kuva 18. Haicom HI-408BT Bluetooth GPS.



Kuva 19. Haicom HI-408BT Bluetooth GPS mittakuva.

GPS-paikantimen toiminnot.

1. vihreä merkkivalo - GPS signaali
2. sininen merkkivalo - Bluetooth
3. punainen merkkivalo - akku
4. virtakytkin.

Taulukko 1. Valmistajan selitykset Led-valoille. (Introductions n.d.)

	LED 1 (GPS)	LED 2 (Bluetooth)	LED 3 (Power)
Color	Green	Blue	Red
Always on	3D fixed	BT connected	Battery is charging
Blinking	GPS signal acquisition	BT on, but not connected yet	
NO			Battery is fully charged
Quiuk Blinking			Low power

4.2 Bluetooth

Bluetooth on lyhyen kantaman radiotekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirtotekniikka, jonka tarkoituksena on ollut korvata kaapelit matkapuhelinten, PC:n, tulostinten ja muiden oheislaitteiden välillä. Haicom HI-408BT GPS on Bluetooth Class 2 -laite, jonka kantama 10 metriä. (TKK, 5.12.2013).

5 OHJELMAT JA SUUNNITTELUMENETELMÄT

5.1 Paikkatieto-ohjelma TyöohjelmaGIS

Silvadata on espoolainen yksityismetsätalouden tietojärjestelmien kehittämiseen erikoistunut palveluyritys. Yhtiö on perustettu vuonna 1985, ja nykyisin Silvadatassa työskentelee yli 20 alan ammattilaista. Järjestelmiä käyttäviä henkilöitä on noin 1200 yli 150:ssä eri asiakasorganisaatiossa. (Silvadata, n.d.).

Opinnäytetyön paikkatieto-ohjelma oli TyöohjelmaGIS, joka on Oy Silvadata Ab:n kehittämä ohjelmisto metsänhoito- ja hakkuutyöohjelmien käsittelyyn. TyöohjelmaGIS on toteutettu MapInfo-pohjaisena ja se vaatii käyttäjäkohtaisen MapInfo Runtime Viewer -ohjelmiston. Oy Silvadata Ab:n Kari Laatikainen oli luovuttanut MapInfo Runtime 10.0 version lisenssin opinnäytetyötä varten. MapInfo on paikkatieto-ohjelmisto paikkatietojen keräämiseen ja ylläpitoon

Ohjelmisto on tarkoitettu toimimaan metsätalouden eri toimijoiden käyttöympäristöissä. ”Työohjelmia laativan organisaation Terminal Serverissä siten, että TyöohjelmaGIS on Mhy-Asiakaspalveluja ja SilvaGIS:iä täydentävä lisäosa. Käyttö on tällöin lähinnä laadittujen työohjelmien esittämistä karttapohjalla.” (Silvadata, n.d.).

TyöohjelmaGIS:iä voidaan käyttää kaivinkoneen ajoneuvotietokoneessa. Ohjelmisto luo jatkuvan karttapaikannuksen GPS-paikantimen paikannussignaalin avulla. Ohjelmalla voidaan nauhoittaa kylvökohtien lisäksi työjälki, jonka Seedgun-paikkatietojärjestelmä tallettaa karttaohjelmaan.

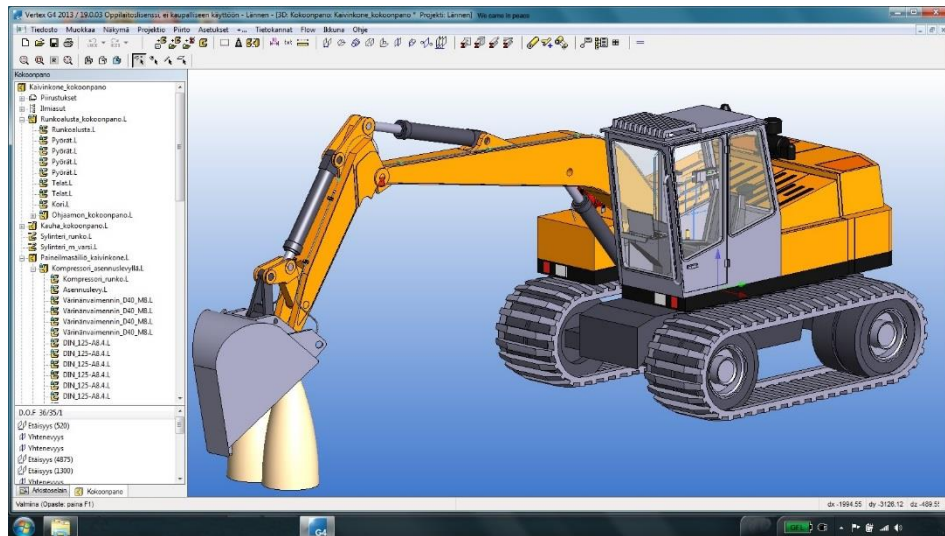
5.2 Lenovo Thinkpad W530

Lenovo ThinkPad on kannettava tehotyöasema, jossa on Intel Core i7 neliliytiminen -suoritin ja, nVidia Quadro -näytönohjain. ThinkPad W530 on ISV sertifioitu toimimaan 3D-ohjelmistojen kanssa. Opinnäytetyössä tietokoneen ominaisuudet edesauttoivat tehokasta 3D-suunnittelua sekä mallien tiedonhallintaa ja käsittelyä. Tietokone oli myös tärkeä työkalu tehtävässä testejä GPS-paikantimella ja TyöohjelmaGIS-ohjelmalla.

5.3 3D-mallinnus

Opinnäytetyössä 3D-mallinnus tarkoittaa mekaniikkasuunnittelua, joka tehdään 3D-suunnitteluohjelmalla (kuva 20). Opinnäytetyössä mekaanisen suunnittelun osuus oli pieni, kun tarkoitetaan uusien ja ennen julkaisemattomien mekaanisten osien suunnittelua. Olemassa olevien realististen komponenttien 3D-mallien osuus muodosti suurimman osan tehtävästä työstä. Käytännössä melkein kaikki opinnäytetyöraportissa koneen osia esittävät piirustukset olivat luotu mallintamalla oikeista komponenteista.

Opinnäytetyössä Seedgun-metsänkylvölaitteen komponenttien mallinnusta varten käytössä oli uusi asentamaton Seedgun-rakennussarja. Mallinnusmenetelmässä jokainen komponentti oli mitattu työntömitalla 0,1 millimetrin tarkkuudella. Kappaleet olivat pintamalleja, eikä niiden perusteella voida valmistaa toimivia komponentteja.



Kuva 20. Vertex G4 käyttöliittymä ja kaivinkoneen 3D-malli.

5.4 Mekaniikkasuunnitteluohjelma

Vertex G4 on Tamperelaisen Lujusteekniikka Oy:n kehittämä suunnitteluohjelmisto. Tuoteperheeseen kuuluu laaja valikoima toimialakohtaisia sovelluksia, eri teknisen suunnittelun osa-alueille tarkoitettuja suunnitteluohjelmia. Suunnittelun lisäksi ohjelman avulla voidaan tuottaa myös muu suunnitteludokumentaatio, kuten osaluettelot ja tuoterakenteet, sekä hallita suunnittelutietoa ja kytkeä ohjelma verkkoon muiden tietojärjestelmien kanssa.

Vertex G4 on ammattilaisen työkaluksi kehitetty neljännen sukupolven mekaniikkasuunnitteluohjelmisto, Se on suomenkielinen ja tuntee suomalaisen suunnittelukäytännön ja kansainväliset normit. (Vertex. n.d.).

Opinnäytetyössä käytetty Vertex G4 2013-ohjelmaversio oli opiskelijalicenssi, joka oli tarkoitettu yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen opiskelijoille. Licenssin käyttöoikeus on voimassa vuoden kerrallaan, opintojen loppumiseen saakka.

6 GPS-PAIKANTIMEN JA KARTTAOHJELMAN TESTAUS

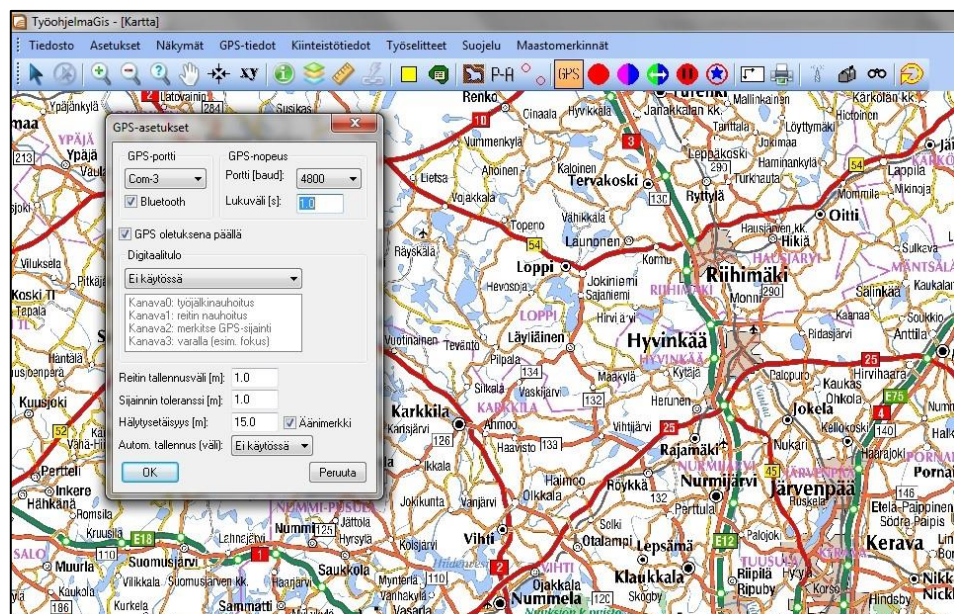
6.1 GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS:n välisen yhteyden luominen

Haicom GPS-paikantimen virta kytketään päälle, ja käynnistetään tietokoneessa TyöohjelmaGIS-ohjelma. Ensimmäistä kertaa yhteyttä luotaessa, yhteyttä ei kuitenkaan syntynyt. Yhteys laitteen ja ohjelman jälkeen syntyi vasta kolmen päivän kuluttua, usean yrityksen jälkeen. Syynä olivat käyttäjäkokemuksen puute ja uusi teknologia, joiden käyttö oli opeteltava kokeilun ja oivaltamisen kautta. GPS:n valmistajan käyttöohjeet olivat suuntaa-antavat, eivätkä ne antaneet yksityiskohtaisia tietoja laitteen kytkemisestä karttaohjelmaan. Internetin- keskustelufoorumeista löytyi tietoa GPS-paikantimen, ja niiden käyttäjien kokemuksista. Harjoittelun jälkeen yhteys GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS:n välille syntyi ongelmitta.

GPS-paikantimen asetukset ovat tehdasvakiona WGS-84 koordinaattijärjestelmässä, ja sen liitäntä Bluetooth-sarjaporttiprofiilissa. TyöohjelmaGIS:n GPS-asetuksista kytketään päälle seuraavat asetukset (kuva 21):

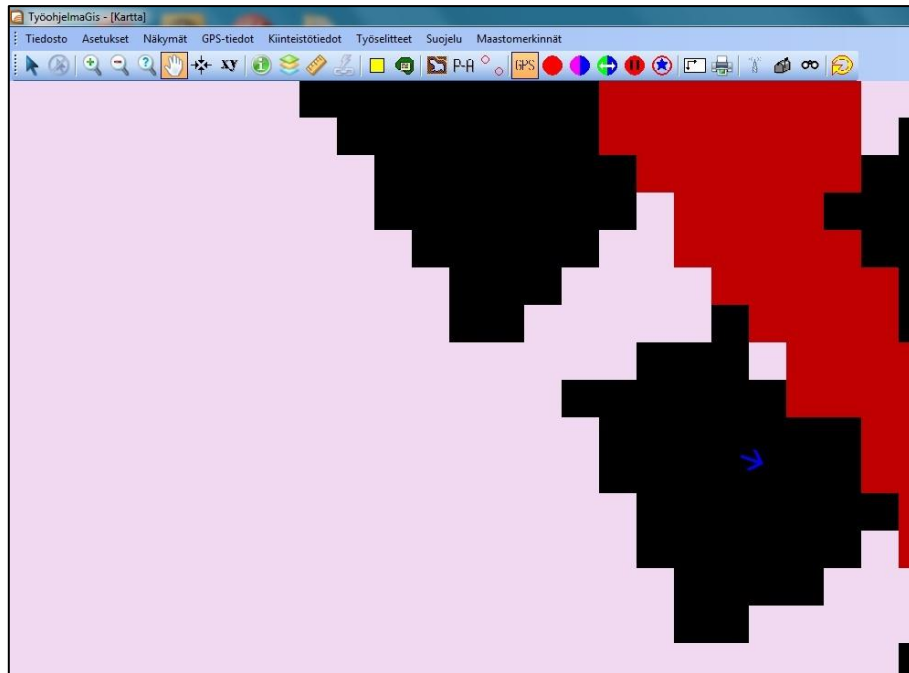
- GPS-portti: Com-3
- GPS-nopeus: portti (baud) 4800
- Bluetooth päälle: kyllä
- GPS oletuksena päällä: kyllä.

Valittavana on lisäksi muita asetuksia, joita opinnäytetyössä tehtävissä testauksissa ei ollut tarvetta käyttää. Mikäli käytössä olisi Sunit-ajoneuvotietokone, asetuksessa Digitaalitulo olisi valikosta valittava asetus Sunit / jatkuva virta.



Kuva 21. TyöohjelmaGIS:n GPS asetuksista voidaan valita GPS-paikantimen GPS-portti ja kytkä Bluetooth-toiminto päälle.

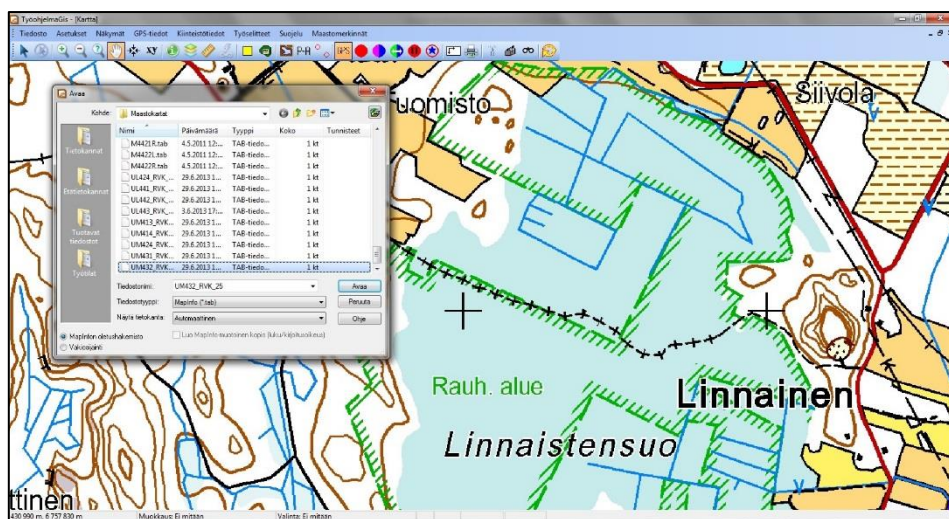
Yhteyden synnyttyä GPS-paikantimen ja karttaohjelman välille, paikannussignaalin nuolisymboli ilmestyy karttaan (kuva 22). Karttaohjelma ei tarvitse toimiakseen internet-tai gsm-liittymää.



Kuva 22. Bluetooth-yhteyden muodostuttua GPS-paikantimesta tietokoneen karttaohjelmaan, paikannussignaalin nuolisymboli ilmestyy kartalle.

Testausta varten ladattiin Maanmittauslaitoksen internet-sivuilta maastokarttoja TyöohjelmaGIS ohjelmaan (kuva 23). TyöohjelmaGIS:ä on vakiokona GT-tiekartasto, mutta se ei ollut riittävän tarkka testausta varten.

Maanmittauslaitos on avannut kaikki digitaaliset maastotietoaineistonsa kansalaisten ja yritysten ilmaiseen ja vapaaseen käyttöön. Avoimien aineistojen käytöstä ei peritä korvauksia ja niillä on laajat, ikuiset käyttöoikeudet. (Maanmittauslaitos n.d.).



Kuva 23. Maastokarttapohjat ovat verkosta ladattuja avoimia kartta-aineistoja.

6.2 GPS-paikantimen ja karttaohjelman testaus erilaisissa olosuhteissa

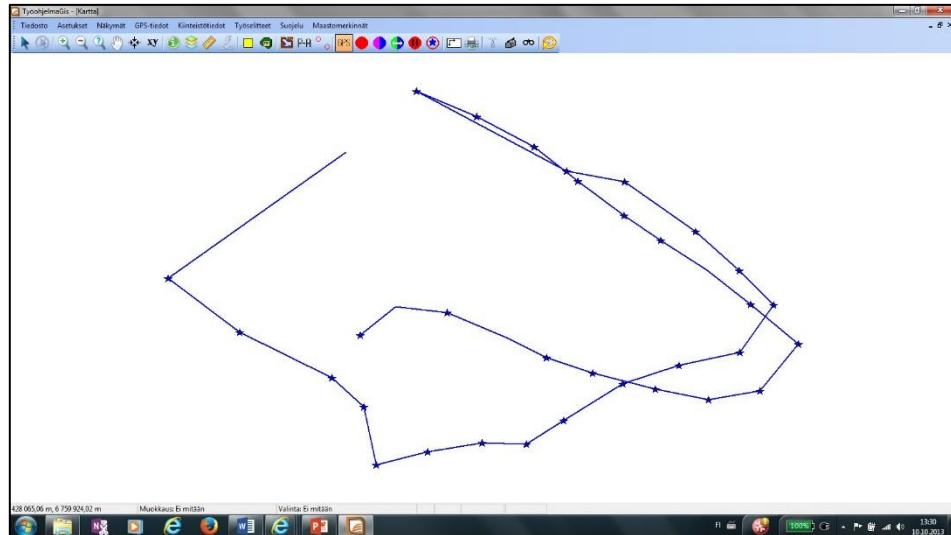
Ennen varsinaisia kenttäkokeita metsänkylvölaitteen uudistamisaloilla, laitteiden toimintaa harjoiteltiin ja tehtiin erilaisia käytännön kokeita. Kokeilun tarkoituksena oli saada kokemusta laitteiston toimivuudesta käytännössä erilaisissa olosuhteissa, joiden jälkeen testaus varsinaisilla työmaakohteilla olisi sujuvampaa.

Ensimmäinen koe oli GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS toiminnan testaus ulkona (kuva 25). Kokeilun tarkoitus oli nauhoittaa satunnaisesti valittuja reittejä ja pisteitä (kuva 24). Tietokonetta ja GPS-paikanninta kannettiin sylissä, ja jalan kulkien talletettiin erilaisia reittejä. Joissakin kokeiluissa samaa reittiä toistettiin noin kymmenen kertaa, ja tuloksia verrattiin toisiinsa. Kokeita toistettiin ulkona useampana päivänä, ja tuloksia verrattiin toisiinsa.



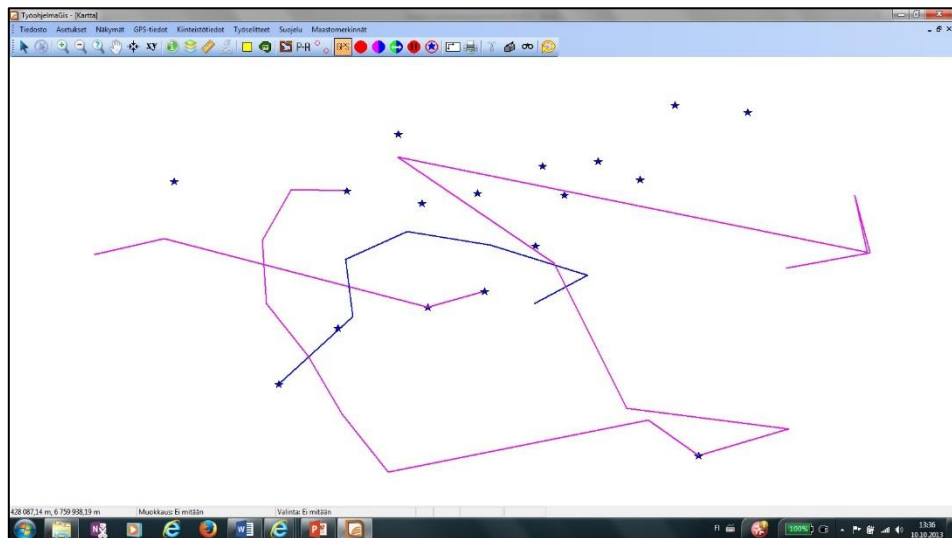
Kuva 24. GPS-työkaluilla hallitaan erilaisia työjäljen nauhoitustapoja.

GPS-paikantimen signaali reagoi negatiivisesti katveisiin, joita testauksissa esiintyi. Katveja muodostivat puut ja talon seinät sekä erilaiset muut rakennelmat. Siirryttäessä pois katvealueilta, signaali toimi paremmin. Signaalin katkeamista esiintyi satunnaisesti myös avoimen taivaan alla. Vaikeaa oli arvioida, että mistä tämä johtui. Kyseessä saattoi olla satelliittien vähäinen määrä taivaalla tai Bluetooth-yhteyden katkeaminen.



Kuva 25. Esimerkki GPS-vastaanottimen nauhoitetusta pisteistä ja reitistä.

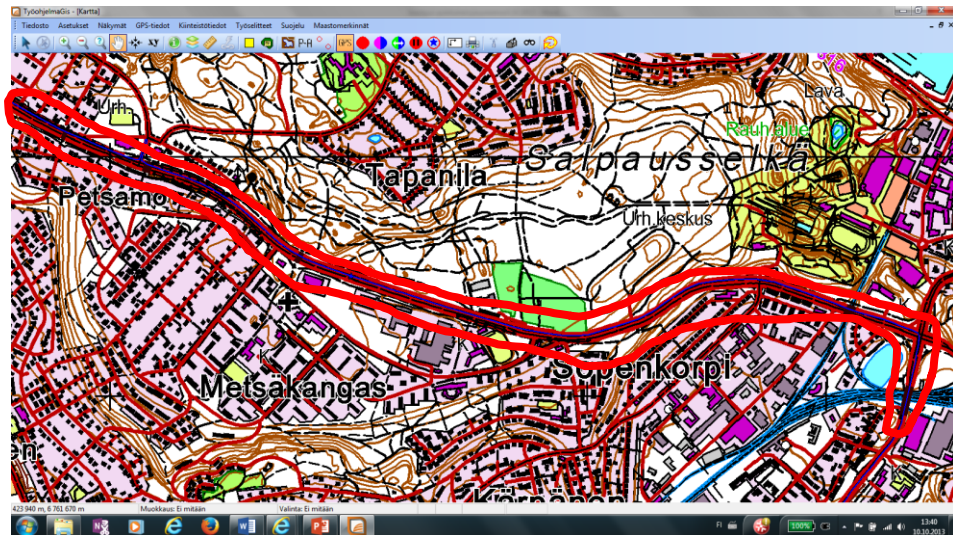
Toisessa kokeilussa testattiin laitteiston toimintaa talon sisätiloissa (kuva 26). Testillä haluttiin verrata sisäkäyttöä vastaan ulkokäyttöä. GPS-yhteys toimi sisätiloissa hitaalla viiveellä, joskus kului useampikin minuutti, ennen kuin GPS-signaali piirtyi karttaohjelmaan. Paikannussignaali oli myös useita metrejä sivussa todellisesti sijainnista. Ikkunan lähellä GPS toimi hieman paremmin kuin kauempana ikkunoista. Testin tulos oli se, että testattu GPS ei antanut tarkkaa paikkatietoa sisätiloissa.



Kuva 26. GPS-paikantimen nauhoitetut pisteet ja reitit sisätiloissa. Tulos oli epätarkka ja signaali piirtyi kartalle usean minuutin viiveellä.

Kolmannessa testissä kokeiltiin GPS-paikantimen ja karttaohjelman toimintaa liikkuvassa autossa. Testaus tapahtui siten, että autossa oli kuljettaja, ja testaaja istui kuljettajan vieressä pitäen sylissään tietokonetta. GPS-paikannin asetettiin kojelaudan päälle, tuulilasin oikeaan alakulmaan. Testin idea oli kokeilla satelliittiyhteyttä lasin läpi liikkuvassa autossa, ja tallentaa kuljettuja reittejä karttaohjelmaan.

Testaus suoritettiin noin 30 kilometrin matkalla, jonka aikana reitillä talletettiin useita eri osuuksia (kuva 27). Liikkuvan ajoneuvo ja ympäröivä maasto vaikutti satelliittiyhteyksiin negatiivisesti. Yhteys saattoi hetkellisesti katketa, ja sitten taas muodostua uudelleen. Tämä ei kuitenkaan muodostunut suureksi ongelmaksi, koska sitä tapahtui suhteellisen harvoin. GPS-paikantimen paikka kojelaudan päällä ei aina tarjonnut riittävän avointa tilaa satelliittiyhteyden ylläpitämiseksi. Testi osoitti GPS-vastaanottimen toimivuuden liikkuvassa autossa. Satelliittiyhteys toimi tuulilasin läpi, joskin pienin varauksin.



Kuva 27. Esimerkki autotestistä. GPS-paikannin oli asetettu auton tuulilasin lähelle, kojelaudan päälle. Nauhoitettu reitti on sininen viiva, joka on ympäröity punaisella värillä.

Testien tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että laiteyhdistelmä soveltuu varauksin paikkatietojärjestelmän testaamiseen Seedgun-metsäkyvläilaitteella metsänuudistamisaloilla. Katveista aiheutuvia ongelmia ei todennäköisesti esiinny metsänuudistusaloissa, koska katvetta aiheuttavaa puustoa ei ole.

7 TUTKIMUSVIDEOINTI TYÖMAILLA

7.1 Videoinnin tarkoitus

Videoinnin avulla oli tarkoitus tutkia laikutuksen ja kylvön toimintaa teknistä suunnitelmaa varten. Tutkimuksen tärkein tehtävä oli selvittää paikkatietojärjestelmän GPS-vastaanottimen asennuspaikka kauhassa sekä sen suhde siemeniin kylvöaikussa. Videointien avulla tutkittiin myös ammutun siemenerän muotoa ja etäisyyttä maahan. Samalla tehtiin myös muuta tutkimusta ja haastateltiin koneenkuljettajia.

7.1.1 Tutkimusvideointi Orimattilassa

Orimattilassa kylvettiin männyn ja koivun siementä 26.5.2013. Sää oli pilvinen ja lämpötila noin 18 C° astetta. Laikutus ja kylvö aloitettiin illalla klo 17:00. Uudistamisala oli metsätyypiltään tuorekangas MT, jolta oli edellisenä talvena päätehakattu kehitysluokaltaan uudistuskypsä kuusikko. Kuuset olivat olleet maannousemasiemenen ja kirjanpainajan vaivaamia. Uudistus tehtiin männylle ja rauduskoivulle. Metsikkökuvio oli kooltaan noin 4 hehtaaria, ja se sijaitsi länsirinteessä. Työmaalla työskenteli Sirkkalan Maansiirto Oy:n kuljettaja ja kaivinkone.

Videoinnit suoritettiin jalustalta ja osin käsivaraisesti kuvaamalla. Ensimmäiset video-otokset olivat harjoittelua. Tavoitteena oli kuvata kylvöprosessin eri vaiheita. Videoita kertyi noin 30 kappaletta. Niissä esiintyivät ne oleelliset toiminnot, joilla oli laikutuksen ja kylvön analysoinnin kannalta merkitystä. Kuvauksen etuja olivat, että videokuvia analysoitaessa voitiin koko menetelmäkettua ja jokaista työvaiheita tarkastella erikseen. Havaintoja voitiin tehdä myös seikoista, joita ei tullut ottaneeksi huomioon, mutta jotka kuitenkin olivat osa kokonaisuutta.

Videoanalysoinnin perusteella voitiin päätellä, että kylvösuuttimien asento ei ollut aina absoluuttisen sama suhteessa kylvökohtaan. Asennossa oli vaihtelua, johon vaikuttivat useat eri tekijät.

Juha Sirkkalan mukaan (haastattelu 26.5.2013) kylvösuuttimista ammuttavan siemenerän korkeus maasta on keskimäärin 1300 mm, ja halkaisija kylvöaikussa noin 600 mm. Koivun siemen on helppo havaita ilmassa, ja jota ominaisuutta voidaan käyttää kylvölaikkuun tähtäämiseen. Männyn siemen ei sen sijaan näy ilmassa, vaan kalibrointiin käytetään esimerkiksi siemenerän ampumista vesilammikkoon ennen varsinaista kylvöä. Sateella siemenerän ampuminen kylvölaikkuun toimii hyvin. Sade edesauttaa siementen painumista kylvölaikun maaperään.

Opinnäytetyöntekijä teki havaintoja ammutun siemenerän leviämisestä kylvölaikkuun (kuva 28). Koivun siemenet erottuivat vaaleampina kylvölaikussa kuin männyn siemenet. Hajontakuvion halkaisija oli keskimäärin 600 mm, ja siemenet olivat hajonneet melko tasaisesti kylvölaikkuun.



Kuva 28. Koivun siemenerä kylvöaikussa, siemenet erottuvat laikussa vaaleina pisteinä. Kuvakaappaus tutkimusvideosta.

Rinteessä työskentely vaikutti vaihtelevasti kaivinkoneen asentoon. Kauhan asennossa esiintyi vaihtelua, johon vaikutti eniten rinteinen maastonmuoto. Kuljettaja osasi ottaa maastonmuodon huomioon, mutta vaihtelua kauhan asennossa siemenerää ammuttaessa todennäköisesti esiintyi. Tämä vaihteluväli oli videoanalyysien perusteella normaalia. Toisaalta työjälki oli mahdollista tarkastaa kentällä helposti kylvöaikusta, mikäli tarvittiin toleranssia siemenerän kohdistamiseen.

Kuljettaja oli suurin tekijä kauhan asennon määrittämisessä (kuva 29). Mikäli kauha ja kylvösuuttimet eivät olleet kylvöaikun päällä, siemenerä meni vastaavasti sivuun laikusta. Teoriassa näin voitiin esittää, mutta käytännössä ei kuitenkaan esiintynyt sellaisia yksittäisiä kylvöjä, joiden voisi väittää olevan virheellisiä. Vaihtelua kauhan asentoon saattoi satunnaisesti aiheuttaa huono näkyvyys kylvökohtaan. Kyseinen uudistamisala oli rinteessä, ja maassa oli jonkin verran havuja, kiviä sekä epätasaisuuksia.

Jotkut kylvölaikut kaivettiin edellä mainituista seikoista johtuen syvempään maanpinnan tasosta kuin toiset, ja tähän saattoi vaikuttaa maaston epätasaisuus. Kuljettajan näkymä laikkuun saattoi heiketä, ja kauhan asettamiseen kylvöaikun päälle tuli vaihtelua.

Siemenerän laukaisuja videoitiin myös siten, että kylvösuuttimen alla pidettiin lippalakkia. Näin voitiin havainnoida siemenerän hajontaa ja määrää heti laukaisun jälkeen (kuva 30).



Kuva 29. Kauhan ja kylvösuuttimen asento, kun siemenerä ammuttiin kylvölaikkuun.



Kuva 30. Kylvösuuttimista lakkiin ammuttu koivun siemenerä. Kuvankaappaus tutkimusvideosta.

7.1.2 Tutkimusvideointi Myrskylässä

Myrskylässä kylvettiin koivunsiementä 31.5.2013. Opinnäytetyön tekijä saapui uudistusalalle aamulla klo 7:00. Sää oli melko selkeä ja lämpötila noin 12 astetta. Metsätyyppi oli tuorekangas MT, ja päätehakattu kuusikko oli ollut kehitysluokaltaan uudistuskypsä metsikkö. Metsäpuiden sieni-

tauteja, tai hyönteistuhoja kuviolla ei esiintynyt. Työmaalla työskenteli Sirkkalan Maansiirto Oy:n kuljettaja ja kaivinkone.

Mikko Sirkkalan mukaan (haastattelu 31.5.2013) mukaan kuljettajan on kompensoitava kylvötapahtumaa. Tällä tarkoitettiin sitä, että kuljettajan on otettava maanpinnasta tai kylvölaikusta tähtäyspisteitä, joiden mukaan siemenerä ammutaan kohteeseen. Tähtäyspisteinä voidaan käyttää esimerkiksi maassa olevia koivun lehtiä tai risuja. Näiden kohteiden avulla tähdätään varsinaiseen kohteeseen, ja kompensoidaan tarvittaessa etäisyyttä. Puulajien siementen painossa ja lento-ominaisuuksissa on eroja. Esimerkiksi koivun siemen on kevyt, jolloin sitä kylvettäessä on otettava tarkemmin huomioon tuulen suunta, ja tehtävä tarvittava kompensointi kylvösuuttimen asennossa suhteessa kylvölaikkuun. Kuljettaja näkee koivun siemensuihkun ohjaamoon, jolloin kylvön osumatarkkuutta voidaan tarkkailla (kuva 31). Tästä voidaan päätellä, että kuljettajan on herpaantumatta tarkkailtava kylvösuuttimien asentoa ja etäisyyttä kylvölaikusta, ja ajoitettava näiden tekijöiden mukaan siemenerän laukaisuhetki.

Mikko Sirkkalan mukaan (haastattelu 31.5.2013) kuljettaja oppii ajan myötä käyttämään Seedgun metsänkylvölaitetta. Ammattitaito kasvaa ja kuljettaja osaa arvioida siemenerän tähtäyksen eri olosuhteissa.



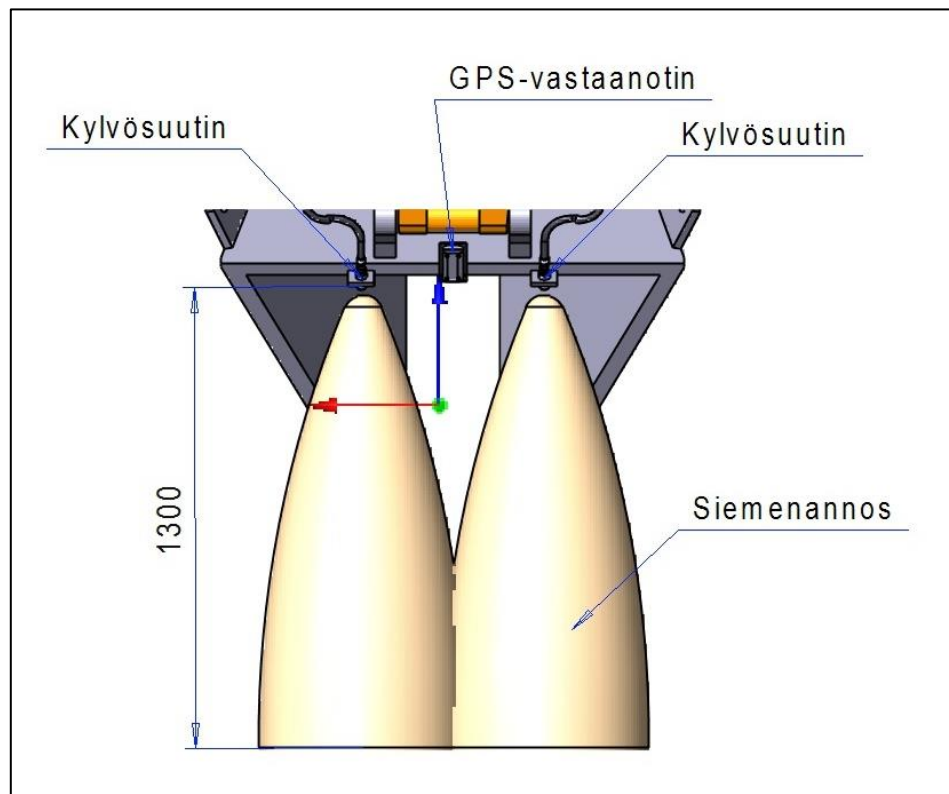
Kuva 31. Ammuttu koivun siemenerä on lennossa kohti kylvölaikkua. Kuvankaappaus tutkimusvideosta.

8 KYLVÖPISTEEN JA GPS-PAIKANTIMEN SUHDE TOISIINSA NÄHDEN VIDEOTUTKIMUKSEN PERUSTEELLA

8.1 Johtopäätökset videotutkimuksen perusteella

Videotutkimuksissa havaittiin, että kylvölaikkuun ammutun siemenen etäisyys ja muoto kylvösuuttimeen vaihtelivat kylvöprosessissa. Videoanalyysien ja kuljettajahaastattelujen mukaan kuljettajan ammattitaidoilla oli suuri merkitys kylvötapauhtumassa. Kuljettajan oli ennen jokaista kylvöä kompensoitava siemenen tähtäyspiste kylvölaikkuun. Videointien ja haastattelujen perusteella päädyttiin esittämään, että ammutun siemenen keskimääräinen korkeus kylvösuuttimesta laikkuun oli 1300 mm ja siemenen leveys kylvölaikussa 600 mm (kuva 32).

Videotutkimusten perusteella voidaan esittää, että GPS-vastaanottimen paikka kauhassa on kylvösuuttimien välissä tai sen vieressä. Toisaalta maanmuokkausyrittäjällä oli käytössään neljä erilaista kauhaa, joista jokaisessa kylvösuuttimen asennuspaikka oli erilainen. Asennustapa ei siis voi olla samanlainen, ellei käytössä ole täysin samanlaisia kauhoja. Johtopäätös oli, että GPS-vastaanotin on asennettava kauhaan tapauskohtaisesti (kuva 32).



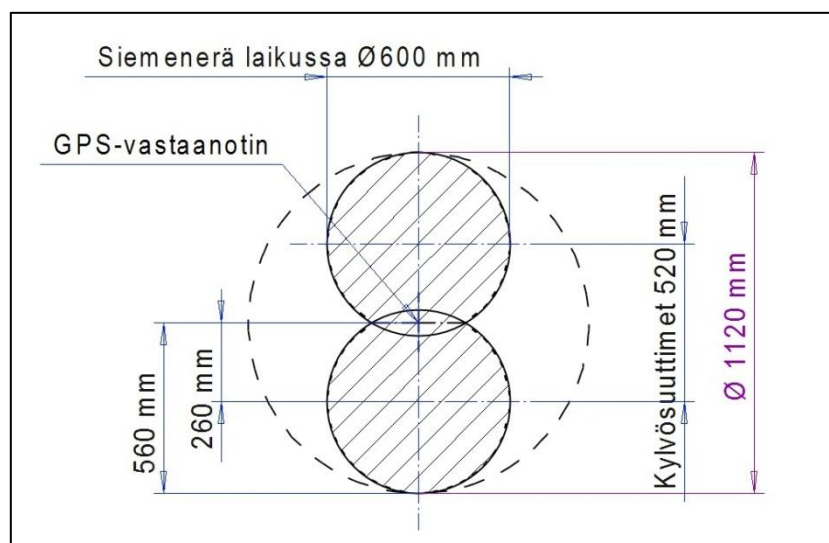
Kuva 32. GPS-vastaanottimen asennuspaikan havainnepiirros, kun kauhaan on asennettu kaksi kylvösuutinta.

8.2 GPS-vastaanottimen ja kylvökohdan sijainnin suhde ja täsmäminen

GPS-vastaanottimen asennuspaikan ratkaisevat käytännössä kaivinkoneen ja kauhan rakenne. Kaivinkoneiden kauhojen pitäisi olla samanlaisia, että vastaanottimen asennus voitaisiin toteuttaa samanlaisena. Paikkatietojärjestelmää voidaan pitää rakennussarjana, jolloin GPS-vastaanottimen asennuspaikka määritetään asennuksen yhteydessä.

Kuljettajien mukaan kylvötapautumaa on kompensoitava. Kun kuljettaja tähtää kauhalla kohti kylvölaikkua, hänen on otettava huomioon sääolosuhteet. Tässä kompensoinnissa merkittävin tekijä on tuulen voimakkuus ja suunta. Tutkimusten perusteella voidaan esittää, että kylvökohdan talletettu koordinaattitieto vaihtelee suhteessa GPS-vastaanottimen asennuspaikkaan. Kylvökohtaan ammuttujen siementen sijainti ei todennäköisesti ole koordinaattipisteen keskellä. GPS-vastaanottimen ja kylvöpisteen vaihteluun vaikuttaa myös se seikka, että GPS:n asentaminen käytännössä kylvösuuttimen kanssa samaan kohtaan on hankalaa. Toisin sanoen GPS-vastaanotin on oletettavasti aina jonkin verran sivussa kylvösuuttimesta (kuva 33).

Mikä siemen tulevaisuudessa ottaa paikkansa lopullisena kylvökohdan puuna, ja jonka voidaan väittää olevan talletetun koordinaattitiedon osoittama puu. Tätä paikkaa ei voida etukäteen tietää, joten vaihtelutoleranssi kylvöpisteen koordinaateista on hyväksyttävä. Tutkimuksista voidaan vetää se johtopäätös, että sijaintitieto on kompromissien summa, jonka tulokseen vaikuttivat eri tekijöiden yhteisvaihtelu. Voidaan kuitenkin olettaa, että kylvökohdasta tallettava koordinaattitiedon toleranssi on riittävä. Kysymykseen, että voidaanko GPS-vastaanottimen ja kylvökohdan sijainti täsmätä, ei voida antaa yksiselitteistä vastausta. Teoriassa täsmäys olisi mahdollista suorittaa tietokoneohjelmalla ja asentoantureilla. Nämä korjaisivat koordinaattitiedon tallennuksen yhteydessä, kauhan asentotiedon perusteella.



Kuva 33. Teoreettinen havainnepiirros siemenerän ja GPS-vastaanottimen suhteesta toisiinsa nähden, kun käytetään kahta kylvösuutinta.

9 TESTAUKSET TYÖMAAKOHITEISSA

9.1 Testausmenetelmä Hämeenkoskella

Testiä varten GPS-paikannin asennetaan muovikoteloon. Kotelo sidotaan nippusiteillä kiinni kaivinkoneen kauhaan, lähelle kylvösuuttimia. Testin tarkoitus on kokeilla käytännössä GPS-paikantimen asennuspaikkaa, jonka sijaintia tutkittiin ja analysoitiin videokuvien perusteella. Parhaaksi todettu paikka sijaitsee kylvösuuttimien välissä. Käytännössä kauhan varren rakenne ei salli parasta mahdollista sijaintia, eli samaa linjaa kylvösuuttimien kanssa kauhan sivusuunnasta katsottuna. Testissä testaaja kävelee kaivinkoneen lähellä, kantaen tietokonetta sylissään. Etäisyys kauhaan on oltava Bluetooth-yhteyden kantaman päässä, joka on maksimissaan 10 metriä. Testaaja muodostaa tietokoneella yhteyden GPS-paikantimeen, ja tallentaa kylvöpisteen karttaohjelmaan. Testaajan on tarkkailtava kylvösuuttimia, jotta havainto ammutusta siemenerästä voidaan tallettaa ohjelmaan hiiren klikkauksella.

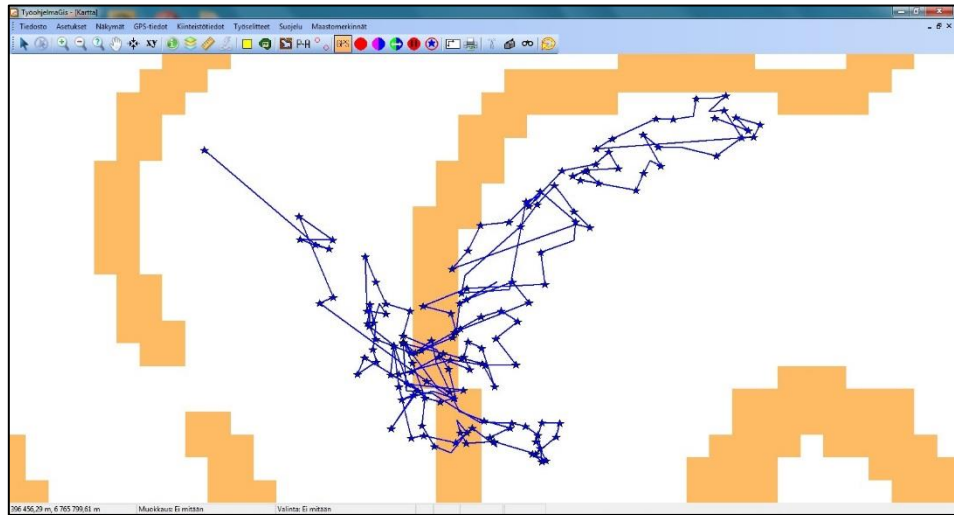
9.1.1 Testaus

Testaus suoritettiin 1.7.2013 Hämeenkoskella, noin kolmen hehtaarin suuruisella männyn uudistamisalalla. Kuvio oli loivasti itään päin nouseva rinne. Sää oli aurinkoinen ja tyyni, ja lämpötila oli noin 25 C° astetta. Työmaalla työskenteli Sirkkalan Maansiirto Oy:n kuljettaja ja kaivinkone.

Testauksen ensimmäinen vaihe oli muovikoteloon asennetun GPS-paikantimen kiinnittäminen nippusiteillä kauhan varteen. Testilaitteiden kiinnittämiseen käytetään nippusiteitä, koska laitteiden sijaintia oli siten helpompi muuttaa. GPS-paikantimen kiinnittämisen jälkeen muodostettiin yhteys TyöohjelmaGIS-ohjelmaan. Kun paikkatietolaitteet olivat toimintakunnossa, kuljettaja aloitti laikutuksen ja kylvölaitteen käytön. Pian kuitenkin huomattiin, että yhteys GPS-paikantimesta karttaohjelmaan katkesi. Syyksi osoittautui GPS:n epäedullinen sijainti, joka oli asennettu kauhan varren etupuolelle. Testaaja pyrki kulkemaan kaivinkoneen sivulla siten, että sijainti olisi kuljettajan suunnassa. GPS jäi teräksisen kauhan varren taakse, ja yhteys toimi huonosti. GPS-paikannin kiinnitettiin uudelleen, tällä kertaa kauhanvarren takapuolelle. Testaajalla ja kuljettajalla oli nyt suora näköyhteys GPS-paikantimeen. Kuljettaja aloitti laikutuksen ja kylvön uudelleen. Yhteys toimi nyt hyvin, ja testaaja aloitti kylvöpisteiden tallentamisen (kuva 34).

Testauksen aikana ilmeni satunnaisia viiveitä GPS-paikantimen ja tietokoneen välillä. Ilmiön aiheuttajasta ei voitu vetää suoria johtopäätöksiä. Syyinä saattoivat olla taivaalla olevien satelliittien vähäinen määrä, tai Bluetooth tiedonsiirron epätasaisuus. Ilmiö aiheutti satunnaisesti tiedonsiirron hidastumista karttaohjelmaan, toisin sanoen jotkin kylvöpisteistä tallentuivat karttaohjelmaan hitaammin kuin toiset.

Käytännön ongelmiksi testauksessa muodostuivat maaston risuisuus ja epätasaisuus, joihin kylvöä seuraava testaaja oli vaarassa kompastua. Toisen ongelman muodosti kolme kiloa painavan tietokoneen kantaminen sylissä, useiden tuntien ajan. Käsien puutuminen yhdistettynä kompastumisvaaraan vaikeutti testin tekemistä. Seurauksena tästä oli se, että jokaista kylvökohtaa ei pystytty tallentamaan.



Kuva 34. Tallennetut kylvöpisteet ja kaivinkoneen työjälki. Pisteiden eli kylvölaikkujen keskimääräinen etäisyys toisistaan oli 2 metriä.

9.1.2 Testaustulokset

Testaus osoitti, että kylvöpisteet oli mahdollista tallettaa GPS-paikantimesta TyöohjelmaGIS-ohjelmaan varauksin. Menetelmä saattaisi toimia paremmin, mikäli se asennettaisiin osaksi metsäkylvölaitetta. Testissä saatua tietoa käytetään paikkatietojärjestelmän komponenttien ja osakokonaisuuksien suunnitteluun.

Testissä käytetty GPS-paikannin ei vastannut kaikkia siihen asetettuja odotuksia. Testi kuitenkin osoitti, että menetelmänä langaton GPS-yhteys oli mahdollista toteuttaa soveltuvin osin. Opinnäytetyössä käytettyjen resurssien puitteissa ei ollut mahdollista testata eri valmistajien GPS-malleja. Todennäköistä kuitenkin on, että jokin toinen GPS-malli täyttäisi opinnäytetyössä tavoiteltavat vaatimukset paremmin, kuin nyt testattavana ollut laite.

Testauksessa tuottivat ongelmia kompastumisvaara maastossa ja ergonomisesti huono työasento kylvöpisteitä tallettaessa. Johtopäätöksenä voidaan olettaa, että kaikkia testaukseen vaikuttavia seikkoja ei voida ennakkoon ottaa huomioon. Kenttäolosuhteissa oli vaikea korjata ongelmia, joita joihin ei ollut varautunut. Toisaalta kysymyksessä eivät olleet ylitse-pääsemättömät ongelmat.

Testien toistettavuus useampana ajankohta ei ollut mahdollista useiden rajoittavien tekijöiden vuoksi. Urakoitsijalla oli samanaikaisesti useampi

työmaa, joista useissa ei tehty laikutusta ja metsänkylvöä. Työmaat sijaitsivat eri puolelle Päijät-Hämettä ja Uutta-maata, ja työkohteet ja menetelmät muuttuivat nopeasti.

9.2 Testausmenetelmä Orimattilassa

Testin tarkoitus on kokeilla kauhaan asetetun GPS-paikantimen Bluetooth-yhteyttä karttaohjelmaan, kun tietokone on asetettu kaivinkoneen ohjaamoon. Bluetooth-yhteyden ja GPS:n välisen pääasiallisen esteen kaivinkoneessa muodostavat tuulilasi ja ohjaamon kori. GPS-paikanninkotelo sidotaan nippusiteillä kiinni kaivinkoneen kauhaan. Kotelon asento on helposti muutettavissa nippusiteiden avulla. Testissä kaivinkone seisoo paikallaan. Testaaja istuu kaivinkoneen kuljettajan paikalla, ja pitää tietokonetta sylissä. Tietokoneen TyöohjelmaGIS-ohjelmalla muodostetaan yhteys GPS-paikantimeen. Testaaja ohjaa kaivinkoneen kauhaa ohjauksivivusta eteen ja taaksepäin, sekä molempiin sivusuuntiin satunnaisessa järjestyksessä. Sirkkalan Maansiirto Oy:n kuljettaja toimii testin avustavana kuljettajana ja kommentoijana.

9.2.1 Testaus

Testaus suoritettiin Orimattilan Rekolassa 19.10.2013. Aamupäivällä satoi paikoittain kevyitä lumikuuroja ja taivas oli puolipilvinen. Lämpötilan oli noin 1 C°. Sirkkalan Maansiirto Oy:n kaivinkone oli tekemässä alueella mätästystä kuusen uudistamisalalla. Kaivinkoneessa ei ollut Seedgun-laitetta, jolla ei kuitenkaan ollut merkitystä testin suorittamiseen. Testauspaikka sijaitsi kuvion sivua kulkevan hiekkatien levennyksellä.

GPS-paikanninkotelo kiinnitettiin nippusiteillä kauhan varteen. Kaivinkone oli erimerkinen, kuin aiemmin suoritetuissa testeissä. Tästä johtuen GPS-kotelon sopivaa kohtaa kiinnitystä kokeiltiin useaan kohtaan. Kauhan ja varren nivelet haittasivat kiinnitystä, ne olisivat liikkuessaan voineet rikkoa GPS-kotelon. Sopiva paikka kotelolle todettiin kokeilujen kautta, liikuttamalla kauhaa ja kokeilemalla sopivaa kiinnityskohtaa.

Testaaja muodosti yhteyden GPS-paikantimeen kaivinkoneen ulkopuolelta, ja siirtyi sen jälkeen kaivinkoneen ohjaamoon. Testaaja istui kuljettajan paikalla tietokone sylissä. Yhteys GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS:n välillä katkesi pian testin aloittamisen jälkeen. Yhteyden muodostamista yritettiin ohjaamosta käsin useaan eri kertaan, siinä kuitenkaan onnistumatta. Testaaja siirtyi välillä ulos muodostaakseen yhteyden, ja sitten taas takaisin ohjaamoon. Ongelmaksi osoittautui Bluetooth-yhteys GPS-paikantimen ja tietokoneen välillä. Testin perusteella voidaan olettaa, ettei Bluetoothin teho ei riittänyt läpäisemään kaivinkoneen tuulilasia ja ohjaamo.

9.2.2 Testaustulokset

Testaus osoitti, että Haicom GPS-paikantimen suorituskyky ei ole riittävä toimimaan paikkatietojärjestelmän komponenttina. Suorituskyvyn riittämättömyys johtunee Haicom GPS Bluetoothin 2.0-version tiedonsiirron 3,0 Mbps nopeudesta, joka ei riitä läpäisemään lasia. Koska Bluetooth on radiotekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirtotekniikka, voidaan olettaa, että tehokkaammalla ja nopeammalla lähetystaajuudella tämä ongelma voisi olla ratkaistavissa.

Testin tuloksen perusteella myös havaittiin, että kaivinkonemallien väliset erot vaikuttavat paikkatietojärjestelmän asennettavuuteen. Testissä käytetty kaivinkone oli suurikokoinen Hitachi, jonka kauhanvarren koko oli suurempi kuin aiemmin testeissä olleilla kaivinkoneilla. Tästä seurasi se, että kauhan nivelten rakenteen suuri koko ja laajat liikeradat asettivat suurempia vaatimuksia GPS-paikantimen asennukselle, kuin pienemmissä kauhanvarsissa. Suuri kauhanvarsi aiheutti myös enemmän katvetta GPS-vastaanottimen edessä.

9.2.3 Kuljettajahaastattelu

Testauksen lopuksi opinnäytetyön tekijä haastatteli Sirkkalan Maansiirto Oy:n kuljettaja Aapo Sirkkalaa. Kysymykset koskivat paikkatietojärjestelmän toimintaa teoriassa, ja siitä saatavia etuja yritykselle.

Aapo Sirkkalan mukaan (haastattelu 19.10.2013) metsänkylvö on ylipäänsä kova laji elektroniikan puolesta, ja pitkälti liikutaan hydrauliiikan varassa. Jos sinne laitetaan elektroniikkaa väliin, niin se on aina oma ongelmansa. GPS:n itsessään pitäisi olla erittäin kestävä rakenteeltaan. Tärinän kestävyys on kenties tärkein ja vaihtelevat sääolot, eli vettä tulee ja mutaa on päällä, ja vaseliinia.

Aapo Sirkkalan mukaan (haastattelu 19.10.2013) se mitä vähemmän langattomuutta, niin sen parempi, koska loppupelissä jos on yksi johto, joka menee koneen sisään, niin se ei ole ongelma. Mutta jos se on langaton ja se joka aamu joudutaan kytkemään päälle, niin voin sanoa että helposti mennään siihen, että eihän tämä käynnisty lainkaan. Ehdotan että laite toimisi lankayhteydellä. Vahva Bluetooth yhteys voisi toimia, mutta pitäisi saada viive pois. Viive on nyt käytännössä liian pitkä.

Kysyttäessä paikkatietojärjestelmän tuomia etuja yritykselle, niin Aapo Sirkkalan mukaan (haastattelu 19.10.2013) asiakasta voidaan laskuttaa pisteiden määrän mukaan. Voidaan antaa asiakkaalle kartta, josta ilmenee, että tässä on pisteet mihin on kylvetty. Pitkässä juoksussa kylvöpisteelle voidaan määrittää hinta.

10 SEEDGUN-PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN SUUNNITELMA

TEKNINEN

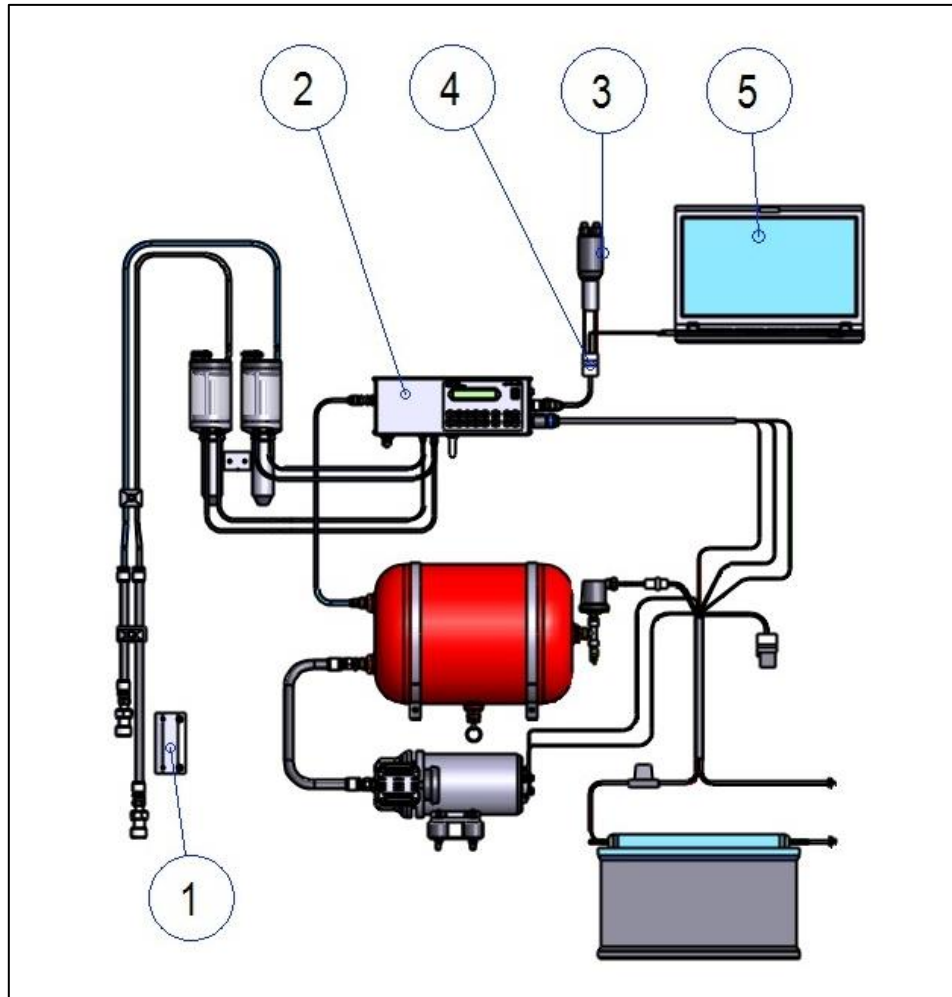
10.1 Teknisen suunnitelman kaksi mallia

Tutkimusten perusteella päädyttiin kahteen erilaiseen paikkatietojärjestelmämalliin, langattomaan ja langalliseen. Langattoman tiedonsiirtoyhteyden testaaminen Bluetoothin avulla karttaohjelmaan oli yksi opinnäytetyön tavoitteista. Testeissä kävi ilmi, että Bluetooth-yhteys käytettävissä olevilla laitteilla ei kokonaisuudessaan toiminut tyydyttävästi. Testeissä pystyttiin todentamaan yhteyden toimivuus järjestelmän joillakin osaluilla. GPS-paikantimen ja TyöohjelmaGIS:n välinen yhteys saavutettiin, kun Bluetooth-yhteys näiden välillä oli esteetön. Testin viimeisessä osassa havaittiin, ettei yhteyttä saavutettu, koska kaivinkoneen ohjaamon tuulilasi muodosti esteen kaivinkoneen kauhaan asetetun GPS:n ja ohjaamoon asetetun tietokoneen välille. Voidaan spekuloida, että oliko Bluetooth standardi 2.0 liian tehon kyseisen elementin läpäisemiseen, ja voitaisiinko läpäisy saavuttaa tehokkaammalla Bluetooth-laitteella. Opinnäytetyön rajauksen vuoksi asiaa ei käsitellä enempää. Opinnäytetyön ratkaisu on tarjota paikkatietojärjestelmään kaksi mallia. Toinen on edellä kuvattu langaton järjestelmä, jossa oletetaan teoreettisesti, että lähitulevaisuudessa Bluetooth-standardeissa tapahtuva kehitys sallii tehokkaamman ja nopeamman lähetystaajuuden, tai, että jokin toinen Bluetooth GPS -paikanninmalli pystyisi muodostamaan yhteyden. Toinen suunnitelma on langallinen järjestelmä. Tämän järjestelmän etuja ovat varmatoimivuus ja nopea käynnistyvyys. Se ei myöskään ole arka mudalle ja muille epäpuhtauksille, jotka voisivat katkaista tiedonsiirto yhteyden tietokoneelle. Langallisessa järjestelmässä GPS-paikannin ottaa virran kiinteästi asennetulla kaapelilla kaivinkoneen sähköjärjestelmästä.

10.1.1 Langattoman mallin toimintakaavio

Langattoman mallin idea on enemmänkin teoreettinen suunnitelma, verrattaessa sitä langalliseen järjestelmään (kuva 35). Tutkimusten perusteella voidaan olettaa, ettei langattoman laitteiston toimintavarmuus tänä päivänä täytä kaikilta osin metsänkylvöyrittäjän vaatimuksia käytännössä. Mallin toteuttamisen ehtona voidaan pitää sitä seikkaa, että tekninen kehitys mahdollistaisi lähitulevaisuudessa näiden vaatimusten täyttämisen.

Toimintakaaviossa GPS-paikantimen mallina on testeissäkin käytetty Hai-com. Toimintakaavion idea on esittää järjestelmän toimintaa kaavion muodossa. Rakennettaessa toimiva järjestelmä, eri komponentit ovat korvattavissa soveltuvin osin valmistajan tarpeiden mukaisesti. Toimintakaavio perustuu aiemmin esitettyyn Seedgun-metsäkylvölaitteen toimintakaavioon, joka on täydennetty paikkatietojärjestelmän komponenteilla. Tärkeimmät langattoman paikkatietojärjestelmän komponentit ovat Bluetooth GPS-paikannin ja TyöohjelmaGIS varustettu tietokone, sekä kaapeli jolla tietokone kytketään keskusyksikköön.



Kuva 35. Langattoman paikkatietojärjestelmämallin toimintakaavio.

Langattoman mallin toimintakaavion pääkomponentit.

1. GPS-kotelo
2. keskusyksikkö
3. ohjainkahva kahdella kylvönapilla
4. kylvönappien johto keskusyksikölle ja tietokoneelle
5. tietokone.

Langattomassa mallissa kylvöpaikan koordinaattipistetiedot lähetetään langattomaan tiedonsiirtotekniikkaan perustuvan Bluetoothin kautta tietokoneen karttaohjelmaan. GPS-paikantimen virtalähteenä toimii ladattava akku, jonka käyttöaika yhdellä latauksella on noin 10 tuntia. Tietokoneen karttaohjelmassa on GPS-yhteys, joka siirtää koordinaattitiedot työmaakartalle.

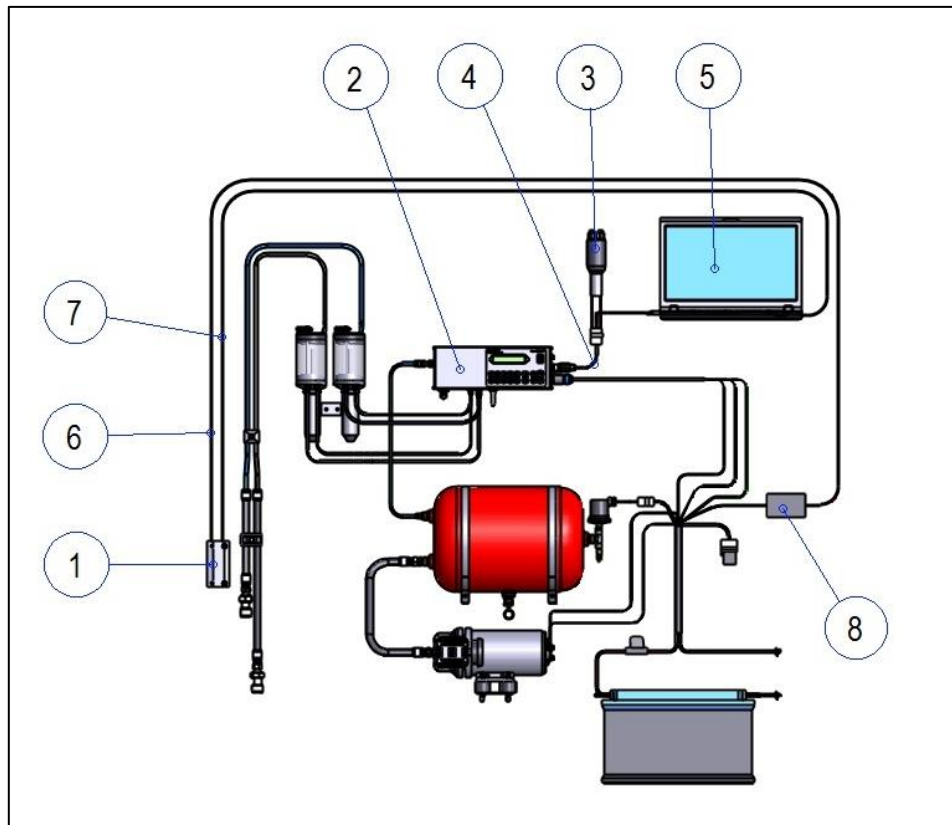
Mallin etuja ovat langattomuuden huoltovapaus ja vähäinen kaapelien määrä. Heikkouksia nykyisellä Bluetooth-tekniikalla ovat yhteyden alttius häiriöille, joita aiheuttavat esteet yhteyden välillä. Esteitä muodostavat sääolosuhteet, kuten lumi, kura sekä kauhan nivelissä käytettävä konerasva. Bluetooth-yhteydessä esiintyy monen tekijän summana viive tiedonsiirrossa, joka hidastaa koordinaattitietojen tallentamista.

10.1.2 Langallisen mallin toimintakaavio

Toimintakaavio perustuu Seedgun-metsäkylvölaitteen toimintakaavioon, jota on täydennetty langallisen paikkatietojärjestelmän komponenteilla (kuva 36). Tärkeimmät langattoman paikkatietomallin komponentit ovat GPS-paikannin ja TyöohjelmaGIS varustettu tietokone, kaapeli jolla tietokone kytketään keskusyksikköön, sekä GPS-paikantimen virta- ja signaali-johto.

Testien ja käyttäjähaastattelujen mukaan, langallinen paikkatietojärjestelmämalli on metsänkylvöä suorittavien kuljettajien mukaan paras vaihtoehto. Toisaalta voidaan kuitenkin olettaa, että kuljettajilla ei ole vertailukohtia langattoman ja langallisen järjestelmän eroista käytännössä, eikä teoriassakaan. Paikkatietojärjestelmää ei ole vielä rakennettu metsänkylvölaitteeseen, ja voidaankin väittää, että olettamukset langallisen järjestelmän eduista perustuvat kokemuksiin johdollisten laitteiden käyttövarmuudesta yleisellä tasolla. Metsänkylvölaitetta työkseen käytävillä kuljettajilla on kuitenkin varsin hyvät perusteet näkemyksilleen. Johdollinen järjestelmä ei heidän mukaansa ole häiriöaltis kuran ja sääolosuhteiden aiheuttamalle haitalle. Langaton järjestelmä nähdään kuitenkin hyvänä vaihtoehtona, kunhan siitä voidaan kehittää teknisesti toimintavarma järjestelmä.

Langallisessa mallissa kylvöpaikan koordinaattitiedot lähetetään tietokoneen karttaohjelmaan kaapelin välityksellä. GPS-paikantimen virtakaapeli on kytketty kaivinkoneen sähköjärjestelmään. Virta- ja tiedonsiirtokaapeli voidaan asentaa kauhanvarteen, samaan nippuun kylvöletkujen kanssa. Kaapelit varustetaan irrotettavilla liittimillä, huollettavuuden helpottamiseksi. Komponentteina johdoissa ja liitoksissa voidaan käyttää standardiosia, joiden saatavuus ja kustannukset ovat kohtuullisia. Helposti asennettavia varaosia voitaisiin pitää aina kaivinkoneen mukana. Langallisen mallin etuja ovat toimintavarmuus ja järjestelmän nopea käyntiinajo. Mallissa on kaksi kaapelia, jotka ovat varustettu lukittavilla pistoliittimillä. Kaapelirikon sattuessa, kaapeli on helppo irrottaa ja vaihtaa uuteen.



Kuva 36. Langallisen paikkatietojärjestelmämallin toimintakaavio.

Langallisen mallin toimintakaavion pääkomponentit

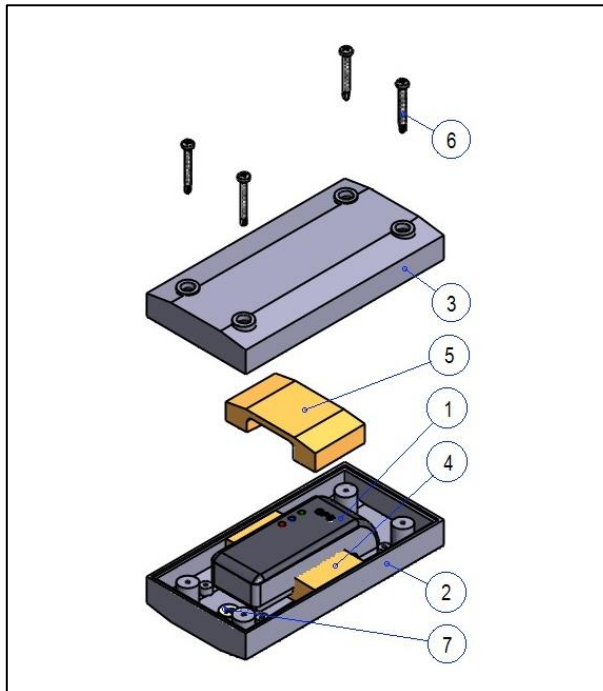
1. GPS-kotelo
2. keskusyksikkö
3. ohjainkahva kahdella kylvönapilla
4. kylvönappien johto keskusyksikölle ja tietokoneelle
5. tietokone
6. GPS-paikantimen signaalijohto tietokoneelle
7. GPS-paikantimen virtajohto
8. GPS-paikantimen 12 V muuntaja.

10.2 GPS-kotelon rakenne langattomassa ja langallisessa mallissa

Kotelon tärkein tehtävä on suojata GPS-paikanninta liialta ja ulkoiselta rasitukselta. Lisäksi kotelon on oltava helposti avattavissa, GPS:n siirtämiseksi lataukseen. Suojakotelona käytetään 120x60x30 mm kokoista muovista elektroniikkakotelo (kuva 37). Koteloa on yleisesti saatavissa elektroniikkatarvikemyymälöistä. Kotelo on väriltään vaalean harmaa. Se soveltuu tähän käyttötarkoitukseen, koska kotelon tulisi olla mahdollisimman vaalea auringon säteilyn aiheuttaman lämpötilojen takia.

Kaivinkoneen kauha aiheuttaa liikkeessaan tärinää. Tämän vuoksi GPS-paikantimeen kohdistuvaa tärinää suojataan kotelossa värinänvaimentimilla. Vaimentimena käytetään vaahtomuovista leikattuja kappaleita, joiden

väliin GPS asennetaan. Vaimentimien väliin asetettu GPS ei saa koskea kotelon sisäosaan.



Kuva 37. GPS-paikantimen suojakotelon kokoonpano.

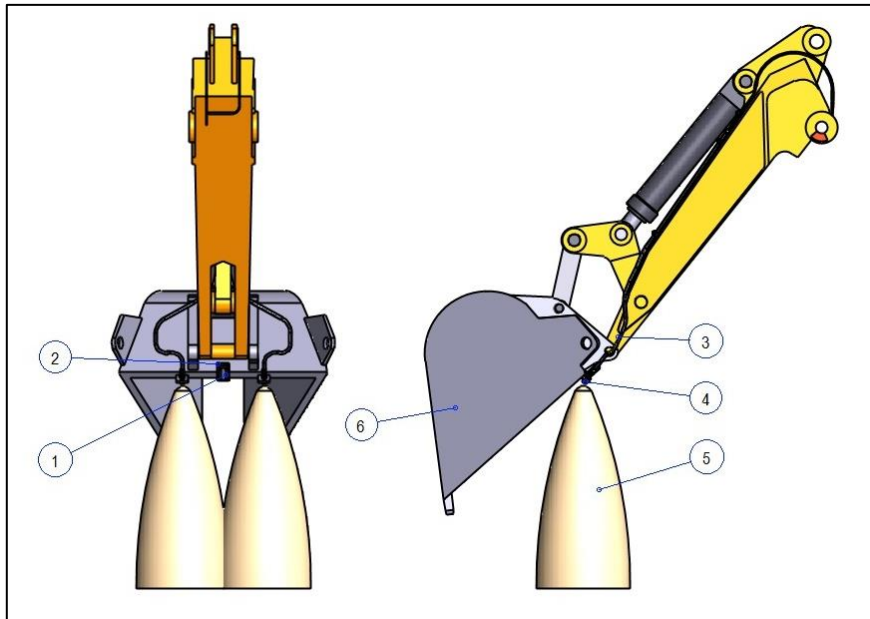
GPS-kotelon kokoonpano.

1. Haicom HI-408 BT GPS
2. kotelon pohja
3. kotelon kansi
4. värinänvaimennin
5. värinänvaimennin
6. kannen kiinnitysruuvi
7. kotelon kiinnitysruuvi.

10.3 GPS-paikannin langattomassa ja langallisessa mallissa

GPS-paikantimen asennus kauhaan on toteutettu asennuslevyllä, joka hitsataan kauhaan. Asennuslevyn paikka kauhassa perustuu edellä kuvattuihin tutkimustuloksiin. GPS sijoittuu sivusuunnassa kylvösuuttimien keskelle, ja poikittaissuunnassa niiden väliin (kuva 38). Tutkimusten perusteella ei voida väittää, että tämä olisi optimaalinen sijainti GPS-paikantimelle, muutoin kuin teoriassa.

GPS-paikantimen sijoituspaikaksi voidaan teoreettisesti myös esittää kairavinkoneen ohjaamon kattoa. Tietokoneohjelma mittaisi GPS:n ja suuttimien välistä etäisyyttä kauhan varren liikkeen perusteella, ja laskisi kylvökohdalle koordinaattipisteet.

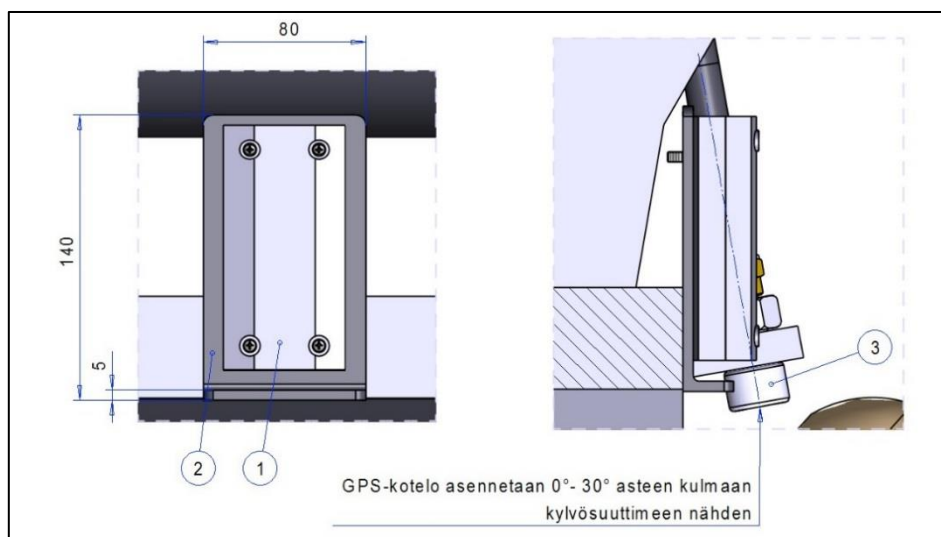


Kuva 38. GPS-kotelon ja kylvösuuttimien sijainti kauhassa.

GPS-kotelon ja kylvölaitteen pääkomponentit kauhassa

1. GPS-kotelo
2. GPS-kotelon kiinnitin
3. kylvöletkut
4. kylvösuuttimet
5. siemenannoksen muoto ilmassa ja kylvökohdassa
6. laikutuskauha.

Asennuslevy kiinnitetään kauhaan hitsaamalla, jolloin kiinnitys on kestävä ja osan vaurioituessa se on helposti korvattavissa uuteen (kuva 39). Asennuslevyssä on oltava GPS-kotelon kiinnitystä varten M6-kierteet. GPS-paikannin otetaan pois kotelosta siten, että kotelon kansiruuvit avataan ja kansi poistetaan.



Kuva 39. GPS-kotelon kiinnitin kauhassa.

GPS-kotelo kauhassa

1. GPS-kotelo
2. GPS-kotelon kiinnitin
3. kylvösuuttimet.

10.4 Paikkatietojärjestelmämalli ohjaamossa molemmissa malleissa

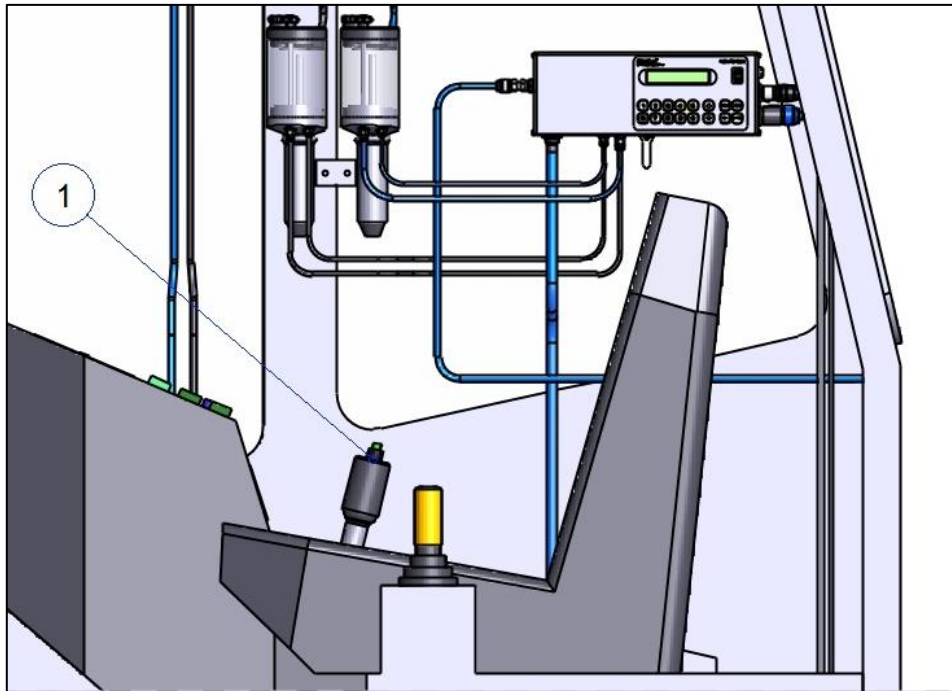
Langattoman ja langallisen järjestelmän komponenttien asennuksessa ohjaamoon, suurimmat erot ovat virtakaapelin ja paikkatietokaapelin asennus ja läpivienti. Langallisessa mallissa kaapelit asennetaan noudattaen Seedgun-metsänkylvölaitteen kaapelien kiinnittimiä ja läpivientejä. Langattomassa mallissa ei ole tarvetta ottaa huomioon kaapeleiden vaatimia asennuksia.

Tietokone asennetaan kuljettajan kannalta helposti hallittavaan ja ergonomialtaan edulliseen paikkaan. Mallissa tietokone on sijoitettu kuljettajan eteen telineeseen, jonka asentoa voidaan muuttaa ja korkeutta säätää. Opinnäytetyössä tietokoneen mallina on käytetty kannettavaa Lenovo W530 -työasemaa, joka ei ole paras vaihtoehto kaivinkoneeseen. Käytännössä hyviä vaihtoehtoja voisivat olla eräät ajoneuvokäyttöön tarkoitettut tietokoneet, tai niin kutsutut maastotietokoneet. Tietokone ottaa virran kaivinkoneen sähköjärjestelmästä. Tietokoneen virtakaapeli ja yhteyskaapeli keskusyksikköön asennetaan siten, etteivät ne ole alttiita vaurioitumiselle.

Kuljettaja hallitsee kylvöjärjestelmää keskusyksiköstä käsin. Hallintalaitteisiin sijoitetuista kylvönapeista kuljettaja aktivoi paineilmaimpulssin, joka laukaisee siemenen kylvölaikkuun (kuva 40). Keskusyksikön laskuri vastaanottaa samanaikaisesti signaalin kylvökerrasta, ja tallettaa kaikki kylvönappien painallukset siinä järjestyksessä kuin kuljettaja ne suorittaa.

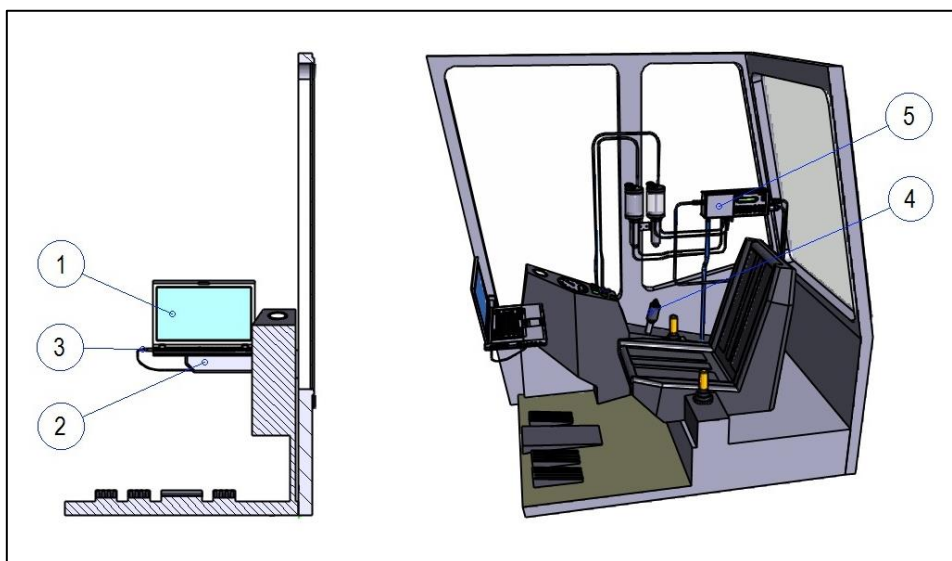
Opinnäytetyössä ei voitu toteuttaa keskusyksikön liittämistä tietokoneeseen, vaan yhteys esitetään teoriassa toimintakaaviossa. Kaavion mukaisesti kylvösignaali keskusyksiköstä siirtyy kaapelin välityksellä ajotietokoneen TyöohjelmaGIS-ohjelmaan, joka tallettaa kylvökohdan koordinaattipisteet. TyöohjelmaGIS luo reaaliaikaisen karttapaikannuksen ajotietokoneeseen GPS-paikantimen paikannussignaalin avulla. Ohjelmassa on myös työjäljen nauhoitus-ominaisuus, jolloin tehtyä työtä voidaan seurata ja tallettaa. Opinnäytetyössä ei tutkita paikkatietojärjestelmään soveltuvia ajoneuvo- tai maastotietokoneita, aiheen laajuuden vuoksi.

Paikkatietojärjestelmän komponenttien asennuksessa ohjaamoon voidaan toteuttaa erilaisia ratkaisuja. Kaivinkonemerkeillä ohjaamon malli ja ergonomia poikkeavat toisistaan, jotka seikat vaikuttavat esimerkiksi tietokoneen asennuspaikan valitsemiseen.



Kuva 40. Ohjainkahva kahdella kylvönopilla.

Seedgun-metsänkylvölaitteen asennuksessa ohjaamoon kiinnitetään keskusyksikkö, siementykit ja kylvöputkisto, sekä niiden kiinnittimet (kuva 41). Paikkatietojärjestelmän komponentit asennetaan mukailien edellä mainittuja, ja käytetään hyväksi esimerkiksi Seedgun-kaapeleiden asennusreittejä. Tutkimuksessa mukana olleiden kaivinkoneiden ohjaamoissa oli noudatettu pääsääntöisesti seuraavia järjestelyjä: siementykit kuvan 40. osoittamalla tavalla. Keskusyksikkö on kuljettajasta katsoen vasemmalla seinällä oven vieressä. Ohjainkahva kahdella kylvönopilla sijaitsi kuljettajan oikealla puolella, ergonomisesti hyvällä paikalla. Paineilmaputkien asennus noudatti kaivinkonekohtaista asennustapaa.



Kuva 41. Kaivinkoneen ohjaamo.

Seedgun-paikkatietojärjestelmän pääkomponentit kaivinkoneen ohjaamossa.

1. tietokone ja TyöohjelmaGIS-ohjelma
2. tietokoneen teline
3. kaapeli keskusyksikölle
4. ohjainkahva kahdella kylvönapilla
5. keskusyksikkö.

10.5 Keskusyksikön ohjelman päivitys

Keskusyksikköä pyörittää ATMega128 -mikroprosessori, jonka ohjelmoinnin on tehnyt Seedgunin valmistaja Newforest Oy. ATMega128 -mikroprosessorilla ei ole käyttöjärjestelmää, ja sen koodaaminen tapahtuu hyvin matalalla abstraktiotasolla. Valmistaja ei ole toistaiseksi tehnyt suunnitelmia ja selvityksiä paikkatietojärjestelmän vaatimista ohjelmapäivityksistä.

11 TULOKSET JOHTOPÄÄTÖKSINEEN

Opinnäytetyön tuotos on Seedgun-metsänkylvölaitteen paikkatietojärjestelmän tekninen suunnitelma. Se on teoreettinen suunnitelma, ja sen vuoksi toimivaa kokonaisuutta ei rakennettu. Tutkimuksen ja kokeilun kautta pyrittiin todentamaan järjestelmän toimivuus, ja mahdollistamaan seuraava vaihe, toimivan paikkatietojärjestelmän rakentaminen metsätyökoneeseen. Tämä tehtävä siirtynee muiden tahojen kehitystyöksi.

Opinnäytetyö on onnistunut, kun sitä tarkastellaan työssä käytettyjen laitteiden, ohjelmistojen ja tutkimuksen yhteisenä tuloksena ja suunnitelmana. Opinnäytetyö antoi vastauksia kysymyksiin siihen, voidaanko Seedgun-metsänkylvölaitteeseen rakentaa langaton paikkatietojärjestelmä. Tutkimuksen johtopäätös oli, että asiaa olisi edelleen tutkittava sopivampien komponenttien löytämiseksi. Toisaalta metsäyrittäjän kanta paikkajärjestelmän tiedonsiirto menetelmään tuli ilmeisen selväksi: langallinen on käyttökelpoisempi käytännön olosuhteisiin. Yrittäjä oli kuitenkin myös kiinnostunut langattomasta versiosta, mikäli toteutus olisi käyttökelpoinen. Langattoman version lisäksi esitellään myös langallinen malli, joka toimii vertailuparina langattomalle mallille. Paikkatietojärjestelmä on potentiaalisen jatkokehityksen arvoinen tuote, ja valmiilla tuotteella olisi oma paikkansa metsänkylvön tehostamisessa.

Opinnäytetyössä käytetyt testausmenetelmät palvelivat tarkoitustaan, ja tuottivat tuloksia, joiden perusteella pystyttiin tekemään tarvittavat johtopäätökset. Testitulosten kannalta oli hyvää se, että testit voitiin tehdä oikeilla työmailla. Kaivinkoneen kuljettaja teki maanmuokkausta ja kylvöä, ja samanaikaisesti opinnäytetyöntekijä oli mukana kuvaamassa, keräämässä tietoa ja suorittamassa testejä. Tällöin kuljettaja pystyi antamaan välitöntä palautetta asioista, joita testin suorittaja ei olisi muuten havainnut. Samalla kertaa voitiin myös tehdä kuljettajahaastatteluja, jolloin kylvölaitteen toiminnasta saatiin arvokasta tietoa. Ongelmia testeissä tuottivat ennalta arvaamattomat olosuhteet ja maastomuoto vaikeuttivat testauksen suorittamista joiltain osin. Valokuvaus ja videointi osoittautuivat tärkeiksi menetelmiksi, talletettaessa tietoa tutkimusta varten. Kuvausta suoritettiin työmaakohteissa, tutkittaessa Seedgun-menetelmää, sekä kerätessä yksityiskohtaista tietoa komponenteista ja niiden toiminnasta. Kuvat ovat olleet tärkeä tietolähde opinnäytetyön tuloksille ja johtopäätöksille. Kaikki opinnäytetyössä olevat valokuvat ovat opinnäytetyöntekijän ottamia.

GPS-paikantimien valikoima valmistajilla on laaja ja saatavuus markkinoilla hyvä. Paikkatietojärjestelmien ja laitteiden kehitys on ollut nopeaa viimeisten vuosien aikana. Laitteiden toiminnot ovat monipuolistuneet ja hinnat laskeneet. Saatavilla olevia GPS-paikantimia tarkasteltaessa, voidaan vetää johtopäätös, että paikkatiedosta on tullut arkipäivää. Metsänkylvölaitteen paikkatietojärjestelmässä voidaan soveltaa käytännössä useita erilaisia GPS-paikantimia ja karttaohjelmia. Opinnäytetyöhön valittu GPS-malli tarjosi mahdollisuuden testata laitetta kohtuukustannuksin. Opinnäytetyössä GPS:n suuri tarkkuus ei ollut tärkein kriteeri, vaan se, että laitteen toimivuus järjestelmän osana voitiin todeta. GPS-paikantimen

tarkkuus tässä tapauksessa oli varsin kohtuullinen. Opinnäytetyö ei tutki enempää tätä aihealuetta. Valmistajilla on valikoimissaan erilaisia malleja, joiden paikannustarkkuus on korkealuokkaista.

GPS-paikantimen Bluetooth-yhteys laitteiden väliseen tiedonsiirtoon osoittautui käytännössä epävarmaksi menetelmäksi. On kuitenkin muistettava, että kokeiltu malli edusti vain yhtä laitemallia, jota ominaisuuksiensa perusteella ei voida katsoa edustavan laajempaa laiteryhymää. Langaton tiedonsiirtotekniikka tarjoaisi parhaimmillaan huoltovapaan yhteyden laitteiden välillä, ilman kaapeleita. Langattoman yhteyden kantama Bluetoothissa on noin kymmenen metriä, joka olisi riittävä etäisyyksiä toimiakseen paikkatietojärjestelmässä. Tutkimuksen kenttäosuuden testien mukaan Bluetooth-yhteys tietokoneeseen tulee olla esteetön. Testauksessa ilmeni GPS-paikantimen herkkyys katveille. Laitteen tulisi havaita vähintään puolet taivaankannesta, ja kunnollinen yhteys vaatii vähintään viisi satelliittia eri puolilla taivasta. Katvealueet ovat kuitenkin vähäinen ongelma metsänuudistamisaloilla, jossa varsinainen työ suoritetaan. Testauksessa GPS-paikantimen tiedonsiirrossa ilmeni viiveitä, jotka sinänsä olivat satunnaisia ilmiöitä. Metsänkylvölaitteen osana paikkatietojärjestelmässä ei kuitenkaan voida sallia katkoksia tiedonsiirrossa. Paikkatietojärjestelmän tulee toimia yhtä moitteettomasti kuin metsänkylvölaite, muussa tapauksessa paikkatiedon ongelmat saattavat hidastaa varsinaista kylvöä.

Tutkimuksessa käytetyn GPS-paikantimen virtalähde on ladattava akku, jonka käyttöaika on kymmenen tuntia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että GPS on ladattava jokaisena työpäivänä. Latausjärjestelmä on mahdollista rakentaa työkoneen ohjaamoon. Akun varauskykyyn vaikuttaa alentavasti kylmyys, jonka vaikutuksia opinnäytetyössä ei tutkita. Toisaalta voidaan olettaa, että asialla ei ole suurta merkitystä, koska kylvö tehdään yleensä lämpimänä vuodenaikana. Kokeilujen ja haastattelujen perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että käytännöllisintä on ottaa GPS-paikantimen virta kaapelilla kaivinkoneen sähköjärjestelmästä. Samoin oletetaan langallisen yhteyden GPS:n ja tietokoneen välillä olevan varmatoimisempi vaihtoehto, kuin langaton Bluetooth-yhteys.

Opinnäytetyön tutkimuksissa havaittiin, että Seedgun-metsänkylvölaite on erittäin toimintavarma laite. Seedgunin kehittäjä on suunnitellut paineilmatoimista kylvöä varten laitteen, ja yhdistänyt toiminnon maanmuokkaukseen. Järjestelmän hienous piilee paineilman käytössä, jonka avulla siemenet kuljetetaan putkistossa kylvölaikkuun. Siemenet kuljetetaan paineilmaputkessa niitä vahingoittamatta. Ilmanpaine voidaan säätää sellaiseksi, että siemenen nopeus ja voima ovat optimaalisia kylvökohtaan nähden. Lisäksi siemenlajin vaihto voidaan tehdä nopeasti, ja kylvää eri lajien siemenet samalla järjestelmällä.

Oy Silvadatan Ab:n MetsätyöohjelmaGIS soveltui testien perusteella hyvin järjestelmän paikkatieto-ohjelmaksi. Tutkimuksessa ei ollut tarvetta käyttää kaikkia ohjelmassa olevia ominaisuuksia. Ohjelmistoa käytetään metsänhoito- ja hakkuutyöohjelmien käsittelyyn, jolloin esimerkiksi paikkatieto-ohjelman kylvökoordinaatit ja laikutuksen työn seuranta voitaisiin

tallentaa suoraan työkohteen kuviokarttaan. Työkoneen TyöohjelmaGIS-ohjelmaan voi myös lähettää sähköpostilla työmaiden kuviotietoja- ja karttoja. Tutkimuksessa ei ollut käytössä kenttäkohteiden työmaakarttoja, ja eikä myöskään ajoneuvotiekoneita. Sirkkalan Maansiirto Oy on suunnitellut hankkivansa tulevaisuudessa ajoneuvotietokoneen yrityksen kaivinkoneeseen.

3D-mallintamisen käyttäminen opinnäytetyön työkaluna oli haastava ja aikaa vaativa tehtävä. Ennen kuin suunnitteluohjelma Vertex G4 2013 -lisenssi voitiin ladata, mallintamista varten oli hankittava ISV-sertifioitu kannettava työasema. ISV-sertifioidun tietokoneen komponentit, joita ovat esimerkiksi näytönohjain ja prosessori, ovat suunniteltu käytettäväksi 3D-ohjelmilla. Mallintaminen aloitettiin hyvissä ajoin ennen kenttätutkimusta. Tämä mahdollisti sen, että kokeissa saadut tulokset voitiin tarvittaessa mallintaa 3D-pääkokoonpanon osaksi. Näin muodostui eheä pääkokoonpanomalli, josta voitiin tulostaa erilaisia osakokoonpanoja opinnäytetyön raporttia varten. Mallien avulla eri toimintoja on mahdollista tarkastella ja käsitellä monipuolisesti. Mallilla voi myös tarkastella liikkuvien komponenttien liikeratoja. Malliin voi lisätä ja poistaa komponentteja, tai niiden sijaintia voidaan muuttaa. Kaikki opinnäytetyössä olevat 3D-mallit ovat opinnäytetyön tekemiä.

Opinnäytetyön valmistuminen oli mahdollista yhteistyökumppaneiden avulla. Sirkkalan Maansiirto Oy mahdollisti opinnäytetyön aiheen toteuttamisen, tutkimuksen työmailla ja sekä vastasi metsänkylvölaitetta koskeviin kysymyksiin varauksetta. Newforest Oy antoi luvan käyttää Seedgun tuotemerkkiä, ja mahdollisti osaltaan opinnäytetyön onnistumisen. Oy Silvadata Ab tarjosi MetsätyöohjelmaGIS-lisenssin opinnäytetyön tekijän käyttöön. Ilman tätä ohjelmaa opinnäytetyön paikkatietojärjestelmää ei olisi voitu testata GPS-paikantimen kanssa. Suurena apuna olivat myös Maanmittauslaitoksen avoin aineisto, jonka ilmaista kartta-aineistoa käytettiin TyöohjelmaGIS-ohjelmassa. Merkittävä osuus 3D-mallintamisen onnistumiseen oli Lujuustekniikka Oy:n Vertex G4 2013 -opiskelijalisenssillä.

12 POHDINTA JA ARVIOINTI

Opinnäytetyön tekijä perehtyi Seedgun-metsänkylvölaitteeseen miltei puolentoista vuoden ajan, ja tuli vakuuttuneeksi menetelmän erinomaisista ominaisuuksista. Tekijä on pohtinut menetelmän käytön rajallisuutta Suomessa. Sirkkalan Maansiirto Oy suorittaa Seedgun-kylvöä lähinnä Uudellamaalla, ja Orimattilan seudulla. Vaikuttaa siltä, että menetelmä on josain määrin tuntematon muualla Suomessa, jopa metsäammattilaisten parissa.

Opinnäytetyö ei käsittele metsänkylvöjärjestelmään liittyvä metsäntutkimusta, koska aihealue olisi liian laaja käsiteltäväksi tässä yhteydessä. Opinnäytetyön tekijä on kuitenkin pohtinut, että voisiko Seedgun-metsänkylvöön liittyvän tutkimuksen tehdä jossakin toisessa yhteydessä.

Paikkatiedon soveltaminen metsätaloudessa on ajankohtainen aihe. Paikkatietosovelluksilla ja GPS-tekniikalla olisi mahdollista tehostaa metsänhoitoa. Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava. Juha Sirkkalan antama tuki, neuvot ja opastus olivat arvokkaita opinnäytetyön onnistumisen kannalta. Opinnäytetyön parasta antia olivat tutustuminen metsäalalla toimivan yrityksen toimintaan, ja sen työskentelyyn työmaakohteissa. Loppupäätelmä oli, että työn suorittavat miehet. Työkoneiden suorittama työnjälki on juuri niin hyvä, kuin sen ohjaaja. Kuljettajien ammattitaito ratkaisee koneellisessa metsänkylvössä lopputuloksen, hyvät työkalut tehostavat sitä. Tutkimuksissa kuultiin paljon kuljettajien näkemyksiä ja kokemuksia Seedgun-metsäkylvölaitteen ominaisuuksista.

Opinnäytetyöntekijä lähtötiedot olivat työn alussa melko teoreettisella pohjalla. Tutustuminen käytäntöön avasi laajemman näkymän metsänkylvöön ja paikkatiedon toimintaan käytännössä. GPS-paikantimen langatonta Bluetooth-yhteyden toimintaa pidettiin teoriassa itsestään selvyytenä, ja toimivana tiedonsiirron menetelmänä. Käytännön tilanteissa maastossa kuitenkin havaittiin laitteissa ominaisuuksia, jotka joiltain osin eivät vastanneet teoreettisia odotuksia. Lopputulos on kuitenkin ajateltava tutkimuksen tuloksena, johon lopulta päädyttiin. Toisaalta on nähtävä, että tämä lopputulos oli vain yhden kokeiluun valittujen komponenttien summa. Voidaan ajatella, että jollakin toisella kokoonpanolla tulos olisi voinut olla toinen. Opinnäytetyö aiheen rajausta on tarpeellista, koska tässä työssä olisi ollut paljon tutkittavaa. Työtä tehdessä oli pidättäytyttävä rajauksessa, vaikka jossain määrin oli mielenkiintoista poiketa välillä alueen ulkopuolelle. Opinnäytetyössä suuri rajoittava tekijä on kustannukset. Opiskelijan ei ole mahdollista kustantaa työtä kovin suurella budjetilla. Toisaalta itse opinnäytetyön tekeminen oli hyvin opettavainen prosessi, ja siitä saatu kokemus ja elämys olivat arvokkaita.

LÄHTEET

Metla. Viitattu 5.12.2013.
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/tietotaulut/2012/Luku3_2012_TT_Metsakylvot.pdf

Helda. Viitattu 5.12.2013.
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/442/ff023515.pdf?sequence=1>

Newforest Oy. Viitattu 6.10.2013.
http://www.newforest.fi/download/pdf/seedgun_fi.pdf

Introductions. Viitattu 10.10.2013.
http://www.haicom.com.tw/hi_408bt.aspx

Silvadata. Viitattu 10.10.2013.
<http://www.silvadata.fi/index.html>

Vertex. Viitattu 11.10.2013
<http://www2.vertex.fi/web/fi/etusivu>

TKK. n.d. Viitattu 5.12.2013.
<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s99/htyo/39/>

Maanmittauslaitos. Viitattu 12.10.2013.
<http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata>

Kolehmainen, M. 2012. Työn tuottavuus ja uudistamisen laatu männyn koneellisessa kylvössä turvemaidilla Havel-jyrsimellä. Pohjois- Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

HAASTATTELUT

Sirkkala, Juha, 2013. Toimitusjohtaja. Sirkkalan Maansiirto Oy. Haastattelu 6.12.2013.

Sirkkala, Juha, 2013. Kuljettaja. Sirkkalan Maansiirto Oy. Haastattelu 26.5.2013.

Sirkkala, Mikko, 2013. Kuljettaja. Sirkkalan Maansiirto Oy. Haastattelu 31.5.2013.

Sirkkala, Juha, 2013. Kuljettaja. Sirkkalan Maansiirto Oy. Haastattelu 15.10.2013.

Sirkkala, Aapo, 2013. Kuljettaja. Sirkkalan Maansiirto Oy. Haastattelu 19.10.2013

HAICOM HI-408BT BLUETOOTH-GPS VASTAANOTIN

Todella pienikokoinen huippuherkkä 32-kanavainen uutuus-GPS bluetooth-järjestelmiin.

58dBm herkkyys

Laitetta voi käyttää Bluetoothilla varustetussa tietokoneessa langattomasti. Mikäli koneestasi puuttuu Bluetooth, sen saa hankkimalla Bluetooth Adapterin yllä olevasta vetolaatikosta, joka liitetään koneen USB-väylään.

Tekniset tiedot

GPS-siru: MT 3318f (32 kanavaa)

Taajuus: L1, 1575.42 MHz C/A-koodi: 1.023 MHz

Sisäinen antenni: sisäänrakennettu keraaminen laippa-antenni

Tarkkuus

Paikka:

3 metriä, 2D RMS

< 2.5 metriä 2D RMS, WAAS korjauksella 50%

Nopeus: 0.1 m/s

Aika: 1 mikrosekunti synkronoituna GPS-aikaan

Datum: WGS-84 (valittavissa myös muita)

Käynnistysaika

Uudelleenkäynnistys: 0.1 s

Kylmästartti: 38 s

Lämminstartti: 36 s

Kuumastartti: 1 s

Dynaamiset olosuhteet

Korkeus max: 18,000 meters (60,000 jalkaa)

Nopeus max: 515 m/s (1000 solmua)

Kiihtyvyys: max 4g

Yhteydet

Liitäntä: Bluetooth sarjaporttiprofiili

Protokolla: NMEA 0183 v3.01

Bittivirta: 115200 bps (oletus)

Lausekkeet: GGA (1 s), GSA (5 s), GSV (5 s), RMC (1 s), VTG (1 s)

Virta

Syöttöjännite: 3.3 - 5V DC

Akku: ladattava ja vaihdettava Lithium-Polymeeriakku 3.7 V, 670 mA

Toiminta-aika: 10 tuntia jatkuvaa täydellä latauksella

Latausaika: 2.5 tuntia

Käyttöolosuhteet

Käyttölämpötila: -10°C - +50°C

Säilytyslämpötila: -20°C - +65°C

Mitat

Pituus: 75.6 mm

Leveys: 28.4 mm

Korkeus: 18.7 mm

Paino: 38 g

32-kanavainen Bluetooth GPS-vastaanotin

Standardi NMEA 0183 v3.01 GPS rajapinta, tukee yleisimpiä markkinoilla olevia kartta-, navigointi ja reittiohjelmia.

Bluetooth Class 2 laite, kantama 10 metriä. Toimii Bluetooth v 1.2 SPP profiilia tukevien laitteiden kanssa

Erittäin alhainen virrankulutus

Sisäinen *Li-Polymer* akku

Lataus suoraan USB-väylästä tai adapterilla tupakansytytinliitännästä

VINKKEJÄ HAICOM GPS:N KÄYTTÖÖNOTTOON JA ASENNUKSEEN

05.01.2011/HK

Vinkkejä Haicom GPS:n käyttöönottoon ja asennukseen

HUOM: Laitteiden englanninkieliset ohjekirjat löytyvät toimituksen mukana olevalta mini CD:ltä

1. Punainen LED GPS:n sisällä palaa niin kauan kuin laite on paikallistunut itsensä. Kun GPS on valmis lähettämään paikkatietoa muuttuu valo vilkkuvaksi.

2. GPS ei pysty vastaanottamaan satelliittien lähettämää heikkoa signaalia kunnolla sisätiloissa. Signaalin suurin este on pelti tai betoni. Lasia se läpäisee hyvin. Näkyvissä saisi olla vähintään puolet taivaan muodostamasta puolipallosta. Laitteen on hyvä olla vaakasuorassa antennipuoli ylöspäin. Kunnollisen 3D sijainnin saamiseksi GPS:n tulisi nähdä vähintään 5 eri puolilla taivasta olevaa satelliittia. Niitä on nykyään taivaalla jo 32 kpl ja kerralla normaalisti 10-12kpl.

3. GPS:ien käynnistyvyys on nopeutunut huomattavasti. Ensimmäinen paikallistaminen ottaa näkyvyydestä riippuen hieman kauemmin, muutama minuutin. Uudelleen käynnistys samassa sijainnissa tapahtuu parhaimmillaan muutamassa sekunnissa.

4. Sarjaporttiversio ei tarvitse mitään ajureita. Mikäli GPS on asennettu Com1 porttiin löytävät kaikki ohjelmat sen automaattisesti ilman ongelmia.

5. Kaikkien Haicom GPS mallien oletusarvot ovat sellaisenaan käyttökelpoisia eikä niitä tarvitse muuttaa. Eli karttaperuste WGS84 ja sarjaliikenne 8N1 4800 bytes. Useimmista Haicomien vastaanottimista saadaan ajanotto-tarkoituksiin tarvittaessa ulos erittäin tarkka pulssi sekunnin välein (PPS) (katso ohjekirja)

6. USB liitäntää käytettäessä (esim. HI204III) on PC:hen ajettava ensin USB ajuri (Prolific USB to serial bridge), joka muodostaa keinotekoisen sarjaportin numeroltaan tyypillisesti 3 - 5. Karttaohjelma ei löydä tätä uutaporttia automaattisesti vaan ennen GPS yhteyden kytkemistä ohjelmassa on

asetettava sen COM-portin numero minkä USB ajuri on tehnyt.

Katso numero Windows laitehallinnasta, USB kaapelin oltava kytkettynä.

Ajurit löytyvät PC:n käyttöjärjestelmän mukaisesti

(98, 2000, XP, Vista,

Windows7) mukana tulleelta mini CD:ltä (hakemisto USB_DRIVER)

Nykysset ajurit ovat itseasentuvia.exe tiedostoja, jotka asentuvat tuplakliikkaamalla HUOM: USB kaapelia ei saa kytkeä ennen ajurin asennusta. Muuten PC häiriintyy turhaan uuden laitteen löytymisestä.

Liite 2/2 (2.sivu)

7. Mikäli USB-sarjaportti asentuu niin suureen numeroon, ettei sellaista löydy käytettävästä karttaohjelmasta voi numeron muuttaa pienemmäksi. Ohjeet löytyvät mini CD:llä olevasta vanhasta USB asennusohjeesta.

8. Kaikki Haicommin USB liitännäiset GPS:t käyttävät samaa USB ajuria.

9. Tarvittaessa löytyvät uusimmat USB ajurit sekä ajurit Macciin ja Linu-xiin

USB sirun valmistajan sivuilta <http://tech.prolific.com.tw>
(polku: Download drivers / USB1.1 / PL-2303 / Drivers for Windows/Mac/Linux)

10. Jossain asennuksissa missä kannettavassa on ollut varsin paljon muita oheislaitteita asennettuna on vapaa sarjaportti löytynyt vasta numeroilta 9

13. Monasti on kuitenkin sarjaportti COM 2 ollut käyttämättömänä ja se on voitu ottaa USB sarjaportin käyttöön.

11. CF korttipaikkaan sopivat HI303 ja 305 eivät tarvitse ajuria kämmen-tietokoneen yhteydessä. (HP IPAQ:issa käytetään COM porttinumeroa 4 ja Dell Aximissa 5)

12. Käynnistettäessä karttaohjelmaa on siis asetettava USB ajurin tekemän sarjaportin numero. Lisäksi on tarkistettava, että siirtonopeus on 4800. Muita yhteysasetuksia ei ole tarvinnut muuttaa. WGS 84 koordinaatisto sekä NMEA 0183 liikennöinti ovat yleensä olleet karttaohjelmien oletusarvoina eikä niihinkään ole tarvinnut koskea.

13. GPS toimii mainiosti auton tuulilasin etukulmassa. Eräissä automerkeissä (mm. Citroen) on tuulilasin kerrosten välissä lämpöeristeenä ohut metallikalvo, joka estää signaalin ja GPS on sijoitettava muualle. GPS lähete läpäisee hyvin puuta ja lujitemuovia. Pintakosteus on haitallista (märkä metsä). Metallia ei lähete läpäise ollenkaan. 12-kanavainen GPS toimii kuitenkin monasti jo ikkunoiden läpi tulevalla signaalilla esim asuntoautossa ja teräsveneessä. Kannattaa aina ensin kokeilla GPS toimintaa sisäasennuksella. Ulkoilman kosteus, lämmönvaihtelut ja auringon UV-säteily ovat aina haitallisia. Laitteen pohjassa on voimakas magneetti ulkoasennusta varten.

14. GPS:ien kuoret ovat käytännössä vain rajoitetusti vesitiiviitä jotkut mallit ei ollenkaan. Muovikuorien välissä on kumitiiviste. Pysyvää asennusta

ulkotiloihin ei suositella ilman tuuletettua ohuttamuovista lisäkoteloa. (esim. elektroniikan laitekotelot). Kotelon tulisi olla mahdollisimman vaalea lämpötilojen takia. Väliaikaisena suojana voi käyttää esim Minigrip pussia.

15. Ilmailukäytössä on asennus yleensä varsin lähellä magneetikompas-
sia.

Liite 2/3 (3.sivu)

Tällöin on em. kiinnitysmagneetti poistettava avaamalla kotelon kiinnitysruuvit ja vääntämällä magneetti kevyesti irti liimauksestaan. Magneettia voi kevyesti lämmittää juotoskolvilla kuumaliiman pehmentämiseksi.

16. Kätevä testeri GPS:n toiminnalle on Windowsin Hyper terminal. Se näyttää sarjaporttiin saapuvan liikenteen suoraan ASCII muodossa selvänä tekstinä. Jos lähete tulee Hyperterminaaliin on ongelma karttaohjelmassa ja jos ei tule on ongelma ajurissa tai itse GPS:ssä. GPS lähettää dataa vaikka se ei signaalia saisikaan.

17. USB:tä varten syntynyt sarjaportti näkyy laitehallinnassa ainoastaan silloin kun kaapeli on kytkettynä koneeseen.

18. Haicom GPS laitteilla on 1 vuoden vaihtotakuu valmistusvirioille