

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

2013

Toni Kukkonen

REAALIAIKAINEN TYÖSUORITTEIDEN RAPORTOINTI KAAPELIKAIVUSSA

– TLT-Connection Oy



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tuotantojohtaminen

Toni Kukkonen

Opinnäytetyö

REAALIAIKAINEN TYÖSUORITTEIDEN RAPORTOINTI KAAPELIKAIVUSSA
-TLT-Connection Oy

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2013

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Tuotantojohtaminen

Joulukuu 2013 | 41

DI Pirjo Oksanen

Toni Kukkonen

REAALIAIKAINEN TYÖSUORITTEIDEN RAPORTOINTI KAAPELIKAIVUSSA —TLT-CONNECTION OY

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on etsiä edullista ja kevyttä laitteistoa kaapelikaivutyömaalle reaaliaikaiseen työsuoritteiden raportointiin ja työajanseurantaan. Raportoinnin avulla on tarkoitus kehittää toiminnanohjausta ja työsuoritteiden sekä työaikojen dokumentointia.

Työssä tutustuttiin koneohjaukseen ja sen etuihin maarakennustyömaalla. Kaapelikaivu eroaa kuitenkin suuresti esimerkiksi tierakentamisesta, joten ongelmaa on lähestytty uudella tavalla. Koneohjauksen tarkkuudesta on tingitty ja työkoneautomaatiolle asetetut tavoitteet on määritetty TLT-Connection Oy:n projektipäälliköiden ja työnjohtajien toiveiden mukaan. Työn seuraamisen, raportoinnin, toiminnanohjauksen ja työaikaseurannan näkökulmista asetetut tavoitteet määrittävät laitteistolta vaadittavat ominaisuudet.

Tarjouksia laitteistoista ja sovelluksista pyydettiin erilaisilta resurssienhallintaan ja seurantajärjestelmiin perehtyneiltä yrityksiltä. Joitakin tarjottuja laitteistoja on testattu. Testauksessa havaittiin, että kosketusnäyttölinen kännykkä tai navigaattori sopii laitteiston paikantimeksi ja näyttöpäätteeksi. Paikannettu työaikaseuranta onnistuu kännykkäsovelluksella, mutta toimisto-ohjelmat vaativat kehitystyötä. Tavoitteiden mukaista laitesovellusta kehitetään vielä ja TLT-Connection Oy:n pohdittavaksi jää, jatkaako se kehitystyötä jonkun tarjotun laitteiston kehittäjän kanssa vai hakeeko se uusia mahdollisuuksia uusien toimijoiden kanssa.

ASIASANAT:

koneohjaus, työkoneautomaatio, paikannus, paikantaminen, työaikaseuranta, seurantajärjestelmä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Production Management

December 2013 | 41

Pirjo Oksanen, Senior Lecturer

Toni Kukkonen

REALTIME REPORTING OF WORK PERFORMANCE WITHIN CABLE DIGGING —TLT-CONNECTION LTD

The aim of this thesis was to search for affordable and lightweight mobile equipment that would be suitable for realtime reporting of work performances, for monitoring working hours, and for controlling operations at cable digging worksites. The aim was also to find an accompanying computer program that could be used to control, handle and document these procedures.

The thesis delved into computerized machine control and its benefits at earth construction sites. However, cable digging differs greatly from, for example, road construction, and therefore this issue was approached in a novel way. The precision of machine control was treated as secondary and the objectives set for work machine automation were determined according to the wishes of project managers and work supervisors at TLT-Connection Ltd. The properties required of the equipment were adjusted with regards to work monitoring, reporting, control of operations, and monitoring of working hours.

Quotations and offers regarding equipment were requested from a variety of companies specializing in resource control and monitoring systems. Some of the equipment have also been tested. The testing revealed that both mobile phones and navigators equipped with touch screens can function as the location and display unit of the equipment. Localized work hour monitoring can be carried out with a mobile phone application; computer programs, however require further development. The appropriate software application is still being developed and it is up to TLT-Connection Ltd whether they will continue the development process with one of the companies covered in this thesis or whether it will seek new opportunities with some other players in the field.

KEYWORDS:

machine control, work machine automation, localization, work hour monitoring, monitoring system

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 KONEOHJAUS MAARAKENTAMISESSA	9
2.1 Koneohjaus	9
2.2 Koneohjauksen hyödyt ja haitat	10
3 KONEOHJAUKSEN TAVOITTEET KAAPELIKAIVUSSA	13
3.1 Laitteistolle asetetut tavoitteet seuraamisen ja raportoinnin näkökulmasta	13
3.2 Laitteistolle asetetut tavoitteet työohjauksessa	16
3.3 Laitteistolle asetetut tavoitteet työaikaseurannassa	18
3.4 Laitteistolle asetetut tavoitteet kuljetuskaluston käytössä	19
4 LAITTEISTOJEN TARJOAJAT	21
4.1 Gisforest Oy	21
4.2 Locuswell Oy	21
4.3 Max Technologies Oy	22
4.4 Cromsoft Oy	22
4.5 Helpten Oy	22
4.6 Pritek Systems Oy	23
5 TARJOTUT LAITTEISTOT	24
5.1 Gisforest Oy	24
5.2 Locuswell Oy	24
5.3 Max Technologies Oy	25
5.4 Cromsoft Oy	25
5.5 Helpten Oy	26
5.6 Pritek Systems Oy	26
6 LAITTEISTOT TESTIKÄYTÖSSÄ	27
6.1 Gisforest GFMobileTLT ja GFMobile TS	27
6.1.1 Mobiiliohjelmien toiminta	27
6.1.2 Mobiililaitteen valitseminen	28
6.1.3 Kokemuksia mobiiliohjelmasta ja -laitteistosta	29
6.2 Gisforest MobWork -toimistosovellus	31
6.3 Kokemuksia MobWork-ohjelmasta	32

6.4 Locuswell Oy	34
6.5 Max Technologies Oy	35
7 KEHITYSTYÖN ONGELMIA JA ONNISTUMISIA	36
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	38
8.1 Tilanne	38
8.2 Jatkokehitykset	38
LÄHTEET	41

KUVAT

Kuva 1. Kuvakkeiden malleja (S. Lehmus TLT-Connection Oy)	15
Kuva 2. Suoritteiden määrityskaavio kosketusnäytöllä. (S. Lehmus TLT-Connection Oy)	16
Kuva 3. Paikannusohjelman näkymä kännykässä.	28
Kuva 4. Kännykän sijoittuminen kaivinkoneessa.	30

1 JOHDANTO

Koneohjaus yleistyy maanrakennustyömailla erilaisissa maanrakennuskoneissa. Koneohjauksen käyttöä ja sen etuja on tutkittu niin maailmalla kuin Suomessaakin esimerkiksi erilaisissa tienrakennuskohteissa (Caterpillar 2006, Nieminen 2011), maanrakennustyössä (Mäntykivi 2011) ja talonrakennustyömaalla (Laakso 2012). Tutkimusten perusteella koneohjauksesta on selvästi hyötyä. Se nopeuttaa työmaan etenemistä, vähentää materiaalien siirtoa, säästää polttoainetta, parantaa työn tarkkuutta ja lisää motivaatiota työn tekemiseen.

Joillakin maanrakennustyön tilaajilla voi urakan saamisen edellytyksenä olla tehokkuutta ja tarkkuutta lisäävä koneohjauslaitteisto. Olemassa olevien koneohjauslaitteistojen tarjoajia on useita, joista tärkeimpiä Suomessa ovat Geosystems Oy (Leica), Novatron Oy, TopGeo (Topgon) ja Geotrim Oy (Trimble). Laitteistojen yleistymisen jarruna ovat olleet tiedon puute laitteistoista ja niiden toiminnasta sekä kallis hankintahinta.

Olemassa olevat koneohjauslaitteistot keskittyvät työkoneiden paikantamiseen ja korkotason määrittämiseen jopa senttimetrien tarkkuudella. Työkoneilla työskennellään suunnitelman mukaisen tason tai muodon saavuttamiseksi koneohjauksen opastamana tai osittain ohjaamana.

Tässä työssä tutkimusongelmana on tehtyjen suoritteiden ja reittien määrittäminen sekä niiden tilastointi ja dokumentointi. Maanrakennuskoneen opastaminen tai ohjaaminen ei ole keskeistä kaapelikaivussa. Mahdollisia tilastoja ja dokumentteja on tarkoitus käyttää hyväksi toiminnanohjauksessa, aikataulusuunnittelussa ja tarjouslaskennassa.

Työaikaseuranta tuottaa maanrakennustyössä omat haasteensa. Näihin haasteisiin haetaan ratkaisua paikantavasta työaikaseurannasta ja työajan raportoinnista.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on etsiä edullista ja kevyttä laitteistoa kaapelikaivutyömaalle reaaliaikaiseen työsuoritteiden raportointiin ja työajanseuran-

taan. Raportoinnin avulla on tarkoitus kehittää toiminnanohjausta ja työsuoritteiden sekä työaikojen dokumentointia. Opinnäytetyö tehdään TLT-Connection Oy:n tilauksesta ja laitteistotarpeesta.

2 KONEOHJAUS MAARAKENTAMISESSA

2.1 Koneohjaus

Koneohjauksella tarkoitetaan työkoneen opastamista tai osittaista ohjaamista tietotekniikan avulla. Koneohjausta nimitetään myös työkoneautomaatioksi. Sitä voidaan hyödyntää erilaisissa maarakennuskoneissa, kuten kaivinkoneissa, tiehöylissä, puskutraktoreissa, pyöräkuormaajissa, tiivistyskoneissa, ruoppaajissa, asfaltti- ja betonilevittimissä jne. Työkoneautomaatiossa työkone varustetaan paikannuslaitteilla, antureilla ja tietokoneella. Työkone paikallistetaan maastossa ja tieto koneen sijainnista sekä asennosta siirretään näytöllä digitaalisessa muodossa näkyvään työsuunnitelmaan. Näytön näkymän opastamana koneen kuljettaja voi ohjata konettaan saavuttaakseen suunnitelman mukaisen työjäljen. (Mitta Oy 2013.)

Työkoneautomaatio voi olla 2D- tai 3D-järjestelmään perustuvaa koneen ohjausta. 2D-järjestelmällä koneen kuljettaja saa vertailutasoon verrattua tietoa koneeseen asennettujen antureiden ja tietokoneen avulla. Vertailutasoksi tarvitaan työmaalle korkomerkki tai tunnettuun korkoon asennettu lasersäde. Koneohjaus näyttää näyttöpäätteellä kauhan tai koneen terän koron, kaadon ja etäisyyden vertailutasoon verrattuna. Näin kuljettaja tietää, millä korkeudella tai etäisyydellä työskennellään haluttuun tasoon nähden. 2D-ohjausta käytetään yleisesti kaivinkoneissa pohjarakentamisessa, pienillä väylätyömailla, viherrakentamisessa ja ruoppauksessa. (Novatron Oy 2013.)

3D-ohjauksessa suunnittelijoiden työstämät työmaan digitaaliset suunnitelmat näkyvät työkoneen näyttöpäätteellä. Työkone, esimerkiksi kaivinkone, varustetaan tietokoneella, näytöllä, GPS-antenneilla ja -antureilla. Satelliittien ja tukiaseman radiosignaalien avulla kone paikallistetaan, jonka jälkeen koneen sijainti sijoitetaan näytölle suunnitelmatiedostoon. Kuljettaja pystyy näytöltä seuraamaan koneensa tarkkaa sijaintia, korkeusasemaa ja kallistusta verrattuna haluttuun suunnitelmaan. Sovelluksen avulla kuljettaja näkee, miten paljon on

kaivettava tai lisättävä massaa oikean tason ja kaltevuuden saavuttamiseksi. (Novatron Oy 2013.)

2.2 Koneohjauksen hyödyt ja haitat

Koneohjauksesta on havaittu olevan selvää hyötyä verrattuna ilman koneohjausta tehtävään konetyöhön. Caterpillarin (2006) mukaan koneohjauksella pystyttiin tekemään kokeellinen tieosuus nopeammin, tehokkaammin ja polttoainetta säästään verrattuna samanlaiseen vieressä ilman koneohjausta tehtyyn tieosuuteen. Destia Oy on aktiivisesti testannut ja käyttänyt koneohjausta työmailaan 2000-luvulla. Destia Oy:n infran tuotepäällikkö Mika Jaakkolan mukaan ”työmaan näkökulmasta hyödyt realisoituvat parhaiten, kun kaikki päätyövaiheita tekevät työkoneet on varusteltu automaatiolla. Ongelmia tulee, jos osa työvaiheista tehdään perinteisesti.” (Jaakkola 2010, 45.)

Automaation käyttäminen nopeuttaa työn tekemistä, ja yksittäisissä työvaiheissa työn toteutus saattaa nopeutua jopa kymmeniä prosentteja. Prosessin läpimenoa nopeuttaa osaltaan se, että suunnitelmätieto saadaan nykyään tekniikan avulla suoraan työkoneelle eikä maastoa tarvitse merkitä enää perinteisesti mittatikuilla. (Nurminen 2009.)

Todennäköisesti suurin säästö saavutetaan rakennusmateriaalihukan vähetessä, koska mahdollisuudet tehdä ryöstöjä maanleikkaustöissä vähenevät merkittävästi ja toisaalta luiskat voidaan tehdä kerralla tarkasti suunnitelman mukaan. Näin valmiiden tierakenteiden korjauksiakin tulee vähemmän. (Jaakkola 2010, 45.)

”Kun kauha laitetaan työmaalla mallin päälle, niin saadaan paikkatieto suhteessa suunnitelmaan. Näkyvin tekniikan aiheuttama muutos on se, että koneenkuljettajan ei tarvitse enää tulla hytistä ulos vertaamaan kaivamaansa rakennetta mittakeppeihin. Se lisää työn mielekkyyttä, sillä töitä tehdään säällä kuin säällä. Tekniikan käytön lisääntyminen nostaa myös työskentelyn motivaatiota, kun rakentamiseen tulee uudenlaista juttua. Monet meidän koneenkuljettajistamme

ovat kokeneet työn uudistumisen äärettömän mielekkäänä eivätkä missään tapauksessa tahtoisi enää palata takaisin entiseen”. (Nurminen 2009.)

”Maa- ja infrarakentamisessa suurimmat ympäristövaikutukset tulevat yleensä maansiirtokoneiden hiilidioksidipäästöistä. Kun työt saadaan tehtyä nopeammin ja tehokkaammin ja tyhjäkäynti vähenee, päästöt vähenevät. Materiaalisäästön myötä materiaalia kuljetetaan vähemmän eli myös kuljetuksesta aiheutuvat päästöt pienenevät”. (Nurminen 2009.)

Nykyaikaisilla mobiiliyhteyksillä voidaan suunnitelmat siirtää toimiston ja koneen välillä. Yhteydet mahdollistavat myös työkoneen avulla tehtyjen mittausten ja työsuoritusten siirron koneesta toimistolle. Näin työnjohtajien työ helpottuu ja ajankäyttö paranee, kun ei tarvitse autolla viedä suunnitelmia eri työmaille. Ongelmien ilmetessä voidaan koneohjauksen välityksellä saada teknistä tukea suoraan työmaalle. (Novatron Oy 2013.)

Koneautomaatio on mahdollistanut perinteisten tikkujen jättämisen pois työmaalta, mutta samalla sen on havaittu vaikeuttavan työnjohdon rakentamisen seuranta ja työsuunnittelua. Työnjohtajien työmaan hahmottaminen ja paikallistaminen maastossa on tullut haasteellisemmaksi ilman mittatikkuja. Tähän tarkoitukseen markkinoille on tulossa työkaluja, kuten mobiileja päätelaitteita ja seurantajärjestelmiä, joilla työnjohto saa käyttöönsä havainnollisen 3D-mallin kohteesta ja voi paikantaa itsensä mallinnetussa ympäristössä. Koneautomaation tekniikan tunteminen ja omaksuminen vaatii aikaa ja työnjohdon koulutusta, jotta työnjohto saa hyödyn irti uudesta teknologiasta täysimääräisesti. (Jaakkola 2010, 46.)

Jaakkolan (2010) mukaan Suomessa oli vuonna 2010 työmaille käytössä noin 250 3D-ohjausjärjestelmää. Järjestelmistä saadun kokemuksen ja hyötyjen perusteella ohjausjärjestelmät tullevat yleistymään edelleen maarakennustyömaille. Monet koneurakoitsijat ovat lykänneet ohjausjärjestelmän hankintaa, koska mallinnus- ja paikannusteknologian osaaminen puuttuu. Myös järjestelmien korkea hankintahinta on ollut laitteistojen hankinnan esteenä. (Jaakkola 2010, 44 - 45.)

Pienissä projekteissa ei ole hetkessä mahdollisuus saada niin suuria säästöjä järjestelmän avulla, että sen hankinta kannattaisi esimerkiksi yhden työmaan takia. Tarvitaan pitkäjänteistä työtä, jotta voitaisiin saada etua muihin kilpailijoihin nähden. Paras tilanne olisi, jos työkone pystyttäisiin työllistämään sellaisilla työmailla, joilla on paljon maaleikkausta ja rakennekerrosten levitystä. (Laakso 2012, 52.)

Isoilla työmailla, joissa on paljon massojen käsittelyä ja työskennellään pitkään samalla alueella, kannattaa työmaan tukiaseman perustaminen ja saadaan paras hyöty hintavasta laitteistosta. Tukiaseman avulla saadaan työkoneen paikannuksen tarkkuus hyvin tarkaksi, jopa senttimetrien tarkaksi. Useilla pienillä työmailla, jotka sijaitsevat eri puolilla maata, tukiasemien perustaminen vie aikaa ja tarvittavien tukiasemien määrän noustessa kulut nousevat saatua hyötyä suuremmiksi.

3 KONEOHJAUKSEN TAVOITTEET KAAPELIKAIVUSSA

Koneohjauksen tavoitteet kaapelikaivussa on määritetty TLT-Connection Oy:n projektipäälliköiden ja työnjohtajien toiveiden mukaan. Tavoitteita on asetettu eri näkökulmista; työn seuraamisen, raportoinnin, toiminnanohjauksen ja työaika-seurannan mukaan.

Laitteiston tavoiteltavat ominaisuudet poikkeavat suuresti aikaisemmin kerrotuista koneohjauslaitteista. Kaapelikaivussa keskitytään kaivamaan oja kaapeleille. Oja kaivetaan suunnitelman tai tilaajan toivomaa reittiä. Tilaajasta tai maa-alueen haltijasta riippuen kaivettu maamassa laitetaan takaisin kaivantoon tai korvataan uudella massalla, jotta saadaan kaapelit suojattua ja pinta alkupe- räisen kaltaiseksi. Kaapelikaivussa materiaalimassat ovat murto-osia esimerkik- si tierakentamiseen verrattuna ja pinnat muotoillaan aikaisemman maanpinnan mukaiseksi. Näin ollen paikannuksen tarkkuudesta tingitään laitteiston hinnan alentamiseksi.

Tarkkaa korkoa kuiduille tai sähköjohdoille ei määritetä, vaan ne kaivetaan yleensä noin seitsemänkymmenen senttimetrin syvyyteen maanpinnasta. Laitteistolla on tarkoitus seurata urakoiden edistymistä, mutta ei käyttää mittaami- seen laskutusta varten, joten paikannukselle ei aseteta niin tarkkoja vaatimuk- sia. Paikannuksen tarkkuudesta tingittäessä laitteisto ei tule soveltumaan kartoi- tukseen, vaan sen tulevat edelleen tekemään kartoittajat.

3.1 Laitteistolle asetetut tavoitteet seuraamisen ja raportoinnin näkökulmasta

Kaapelikaivussa urakoitavat työmaat sijaitsevat eri puolilla Suomea. *”Työnanta- jalla on työsuhteessa ns. johto- ja valvontaoikeus, eli työntekijä on sitoutunut tekemään työtä työnantajan johdon ja valvonnan alaisena. Työnantaja voi johto- ja valvontaoikeutensa perusteella määrätä miten, missä ja milloin työ tulee suo- rittaa. Kun työtä tehdään muualla kuin työnantajan tiloissa, voi paikannus olla*

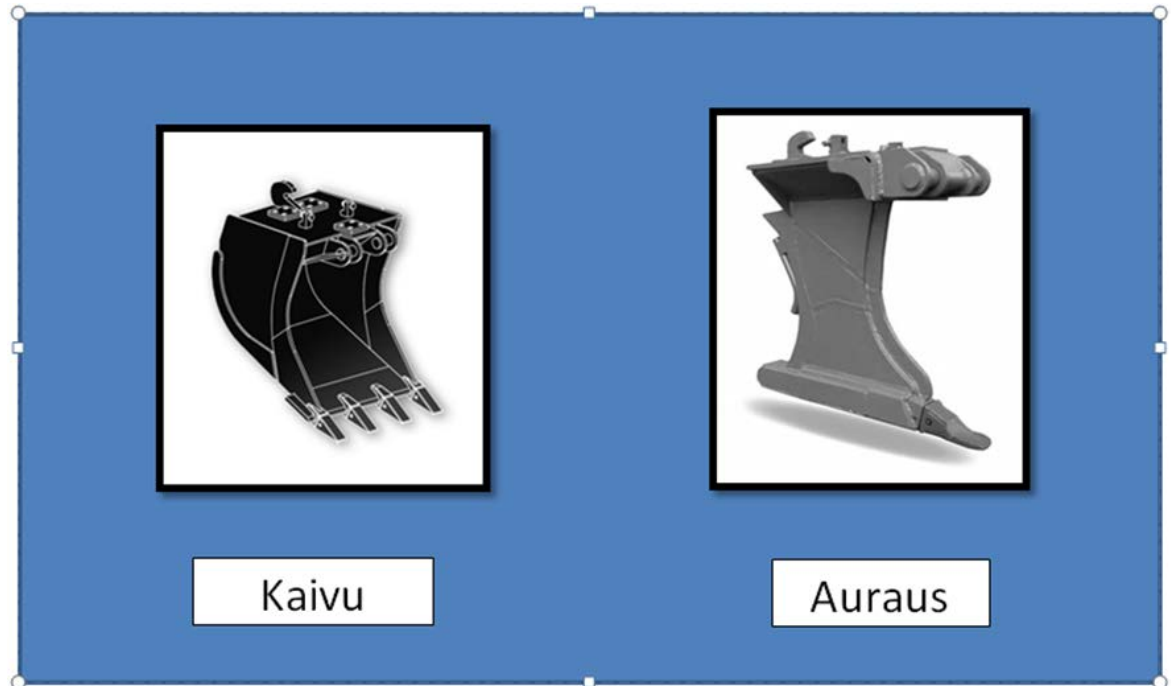
välittömästi työsuhteen oikeuksien ja velvollisuuksien kannalta tarpeellista.”
(Tietosuojavaltuutetun toimisto 2013.)

Urakoiden koot ja pituudet vaihtelevat muutaman tunnin urakasta muutaman vuoden urakkaan, kymmenistä metreistä satoihin kilometreihin. Yhdellä työnjohtajalla voi olla useampia urakoita valmisteltavana, johdettavana, mitattavana ja raportoitavana. Näiden seikkojen vuoksi urakoiden seuraaminen ja raportointi etäseurantana tulee huomattavasti helpottamaan työnjohtajan työtä.

Työn seuraamisella tässä tarkoitetaan kaivinkoneen suoriteviivan ja numerollisten suoritteiden seuraamista toimisto-ohjelmalla, joka tulee olla käytettävissä tietokoneella, tabletilla ja älypuhelimella. Tavoitteena on, että kaivinkoneen työskennellessä työmaalla paikannuslaitteisto paikantaa koneen ja lähettää paikkatietoa koneesta. Paikannuksen tarkkuudeksi riittää tarkkuus, jolla kaivinkone paikantuu esimerkiksi tien ja kevyen liikenteen väylän väliin siellä toimiesaan.

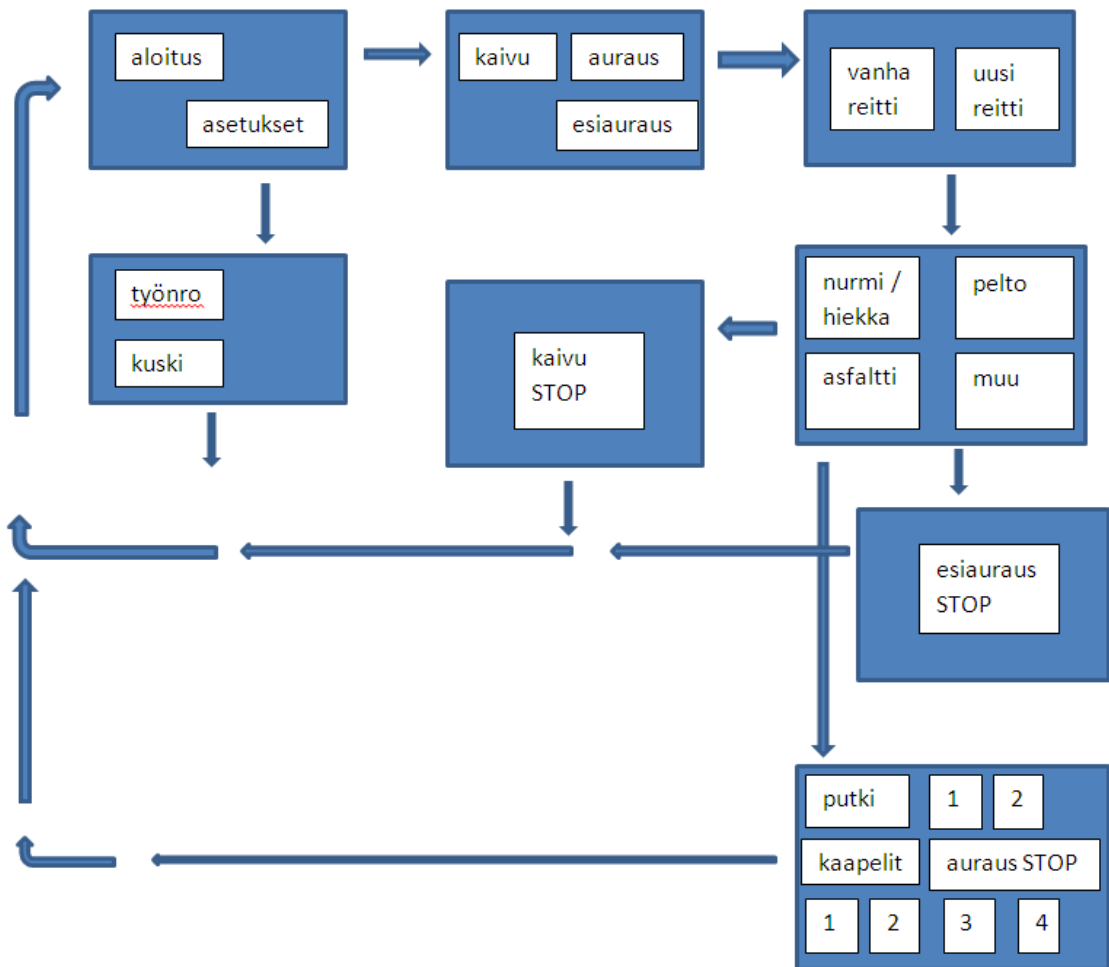
Paikannettaessa työkonetta on kyseessä välillinen paikantaminen, jolloin työntekijän suostumusta paikantamiseen ei tarvita, mikäli paikantamisen perusteet ja käytösäännöt on käyty läpi (Tietosuojavaltuutetun toimisto 2013).

Kaivinkoneen kuljettajan tehtävänä on suoritteiden määrittäminen paikannuslaitteistolla. Suoritteiden määrittäminen tulee olla mahdollisimman helppoa ja nopeaa, jotta laitteiston käyttäminen ei oleellisesti hidasta varsinaista kaivutyötä. Suoritteiden määrittäminen tulee järjestää esimerkiksi kosketusnäytön yksinkertaisten kuvakkeiden avulla (kuva 1).



Kuva 1. Kuvakkeiden malleja (S. Lehmus TLT-Connection Oy)

Kaivinkoneen ja paikannuslaitteiston käynnistämisen jälkeen kosketusnäytöllä tulee näkyä esimerkiksi kuvan 2 mukainen komentoketju. Kaivinkoneen kuljettaja voi halutessaan määrittää työn numeron tai kuljettajan numeron. Mikäli työn numeroa ei ole tiedossa tai jatketaan samalla työn numerolla, aloitetaan suoritteiden valinnalla. Työ- ja kuljettajanumeron päivitysmahdollisuus jälkikäteen sekä paikannuslaitteiston että toimisto-ohjelman kautta tulee sisältyä laitteistoon. Kuljettaja valitsee suoritteen, tarkentaa suoritetta ja lopettaa suoritteen. Suoritteen (esimerkiksi kaivu vanhaa reittiä nurmella) lopettamisen jälkeen valitaan uusi suorite. Päivän suoritteet tulee näkyä toimisto-ohjelmalla kartalla suoritteiden mukaisena viivana ja tiedostoissa suoritteiden mukaisina metreinä.



Kuva 2. Suoritteiden määrittämisskaavio kosketusnäytöllä. (S. Lehmus TLT-Connection Oy)

Tavoitteena on saada sekä konekohtaisista suoritteista että tiettyyn työnumeroon liitetystä suoritteista raportti sekä lukuina että viivana kartalla. Useimmat tilaajat vaativat väliraportteja suoritettavista urakoista. Näillä tiedoilla voidaan laatia sopiva raportti ja raportoida urakan tilaajaa urakan edistymisestä.

3.2 Laitteistolle asetetut tavoitteet työnohjauksessa

Työnohjauksellisena tavoitteena on hyödyntää saatavia tietoja ja raportteja muun muassa resurssien siirroissa ja työmaiden etukäteisvalmisteluissa. Raportoinnin ja paikannuksen avulla voidaan arvioida kunkin työmaan edistymistä ja valmiusastetta. Kun tiedetään työmaan etenemisvauhti, voidaan arvioida

työmaan valmistumisajankohta. Työnjohtajan tehtävänä on reagoida saatuun informaatioon ja toimia sen mukaan. Jos työmaa on jäljessä aikataulusta, voidaan verrata muilta työmailta saatuja tietoja ja siirtää apuresursseja kiireettömältä työmaalta kiireelliselle työmaalle. Tarvittaessa suuret työmaat voidaan lohkoa pienempiin osalohkoihin ja laittaa resurssit työskentelemään samanaikaisesti eri lohkoissa (Lindholm & Junnonen 2012, 31).

Koneiden sijaintien näkyminen kartalla antaa hyvän kokonaiskuvan resurssien sijainneista. Toivottavaa on, että koneet näkyvät kartalla myös työnumeron mukaan, jotta saadaan nopeasti hyvä kuva kyseisellä työmaalla olevasta kalustosta. Yksittäisen koneen paikantaminen kartalle tulee olla myös mahdollista. Koneet ovat erikokoisia ja erilaisilla alustoilla tai varusteilla varustettuja. Tietynlaisia konetta tarvittaessa voidaan kyseinen kone nopeasti paikallistaa ja tehdä tarvittavat suunnitelmat ja resurssimuutokset.

Raporteista on etua myös työnjohtajien ja projektipäälliköiden aikataulusuunnittelussa. Kaivukalusto on yleensä maansiirtoketjun tahdistava resurssi, josta riippuu muiden resurssien tulos (Lindholm & Junnonen 2012, 27). Projektipäälliköt voivat käyttää saatuja tietoja apuna tarjouslaskennassa, kulujen seurannassa ja työmaiden osoittamisessa eri työnjohtajille. Samankaltaisten toteutuneiden projektien tietoja analysoimalla ja työnjohtajan kokemukseen perustuvilla tiedoilla voidaan arvioida uuden vastaavan työmaan kestoa, tarvittavaa resurssimäärää sekä määrittää projektin yleisaikataulu. Yleisaikataulun tavoitteiden toteutumisen seurannassa ja työmaan ohjauksen tarvetta määritettäessä on tärkeää saada reaaliaikaista tietoa työmaan etenemisestä (Lindholm & Junnonen 2012, 97). Työmaiden etenemisestä saadun tiedon perusteella valmistellaan uusia urakoita aloituskuntoon sopivassa aikataulussa, jotta kaivinkoneille on koko ajan työmaita kaivettavaksi. Ohjaustoimenpiteillä voidaan poikkeamien kustannukset ja muut vaikutukset pitää budjetissa ja aikataulussa (Lindholm & Junnonen 2012, 95).

Täsmällisesti jäsennellyistä ja huolellisesti muodostetuista sähköisistä konekohtaisista suoritteiden tietokannoista voidaan seurata tietyn koneen ja kuljettajan

edistymistä. Tarvittaessa kuljettaja itse voi saada hyödyllistä tietoa tavastaan työskennellä ja näin mahdollisesti kehittää omaa työskentelytapaansa.

Toiveena on saada tiedonkulku kaksisuuntaisena koneen laitteen ja toimisto-ohjelman välille. Kaksisuuntaisena mahdollistuisi tietojen välitys koneen laitteesta toimisto-ohjelmaan ja toimisto-ohjelmasta koneen laitteelle. Näin työnjohtajilla olisi mahdollisuus lähettää tietoa kaivinkoneen kuljettajalle esimerkiksi suunnitelmamuutoksista kirjallisesti tai karttakuvana. Samoin olisi mahdollista lähettää työmääräys ja työkohteen paikkatiedot suoraan kuljettajalle reklamaatio: nurmikon korjaus, kaivu-uran painuminen jne.

3.3 Laitteistolle asetetut tavoitteet työaikaseurannassa

Kaivuryhmän, eli kaivinkoneen kuljettajan ja lapiomiehen toimiessa osittain itsenäisesti ja pitkänkin matkan päässä, on tavoitteena saada käyttöön työaikaseurantaan soveltuva laitteisto. Tietosuojavaltuutettu on todennut; *”Mikäli paikannusjärjestelmää on tarkoitus käyttää työajan valvontaan ja seurantaan, tulee tämä määritellä etukäteen paikantamisen käyttötarkoitukseksi ja olla asiallisesti perusteltua, esimerkiksi työtä suoritetaan kokonaan tai enimmäkseen muualla kuin työnantajan tiloissa eikä työajan valvontaan ole käytettävissä muita vähemmän yksityisyyden suojaan puuttuvia keinoja”*. Tietosuojavaltuutettu mukaan *”tällaisen paikantamiseen perustuvan työajan seurantarjestelmän tulee olla mahdollisimman selkeä ja määritelty sekä mahdollisesti erillinen järjestelmä”*. Tietosuojavaltuutettu lisää; *”työntekijöillä tulee olla selkeät ohjeet siitä, kuinka työaikaseurantaa käytetään ja mitä henkilötietoja se kerää työntekijöistä työajanseuranta varten”*. (Tietosuojavaltuutetun toimisto 2013.)

Työnantajan on kirjattava tehdyt työtunnit ja niistä suoritettavat korvaukset työntekijöittäin (Työaikalaki 9.8.1996/605, 37. §). Työnjohtaja käy säännöllisesti työmailla, mutta ei ole jatkuvasti läsnä. Palkanmaksu perustuu tällä hetkellä työntekijöiden ilmoittamiin tuntimääriin. Työntekijät antavat tuntilistansa joko sähköisesti tai paperiversioina työnjohtajille, jotka tarkastavat tuntilistat. Työnjohtajat siirtävät ne projektipäälliköille hyväksyttäväksi ja hyväksynnän jälkeen tuntilistat

siirretään palkanmaksuun. Väärinkäytösten välttämiseksi ja paperisista tuntillis-
toista irti pääsemiseksi halutaan saada kaikille tasapuolinen työaikaseuranta.
Toiveena on, että työaika alkaa ja loppuu paikannettuna työmaalla. *”Työajaksi
lasketaan työhön käytetty aika sekä aika, jonka työntekijä on velvollinen ole-
maan työpaikalla työnantajan käytettävissä. Päivittäisiä lepoaikoja ei lueta työ-
aikaan, jos työntekijä saa näinä aikoina esteettömästi poistua työpaikalta. Mat-
kaan käytettyä aikaa ei lueta työaikaan, ellei sitä samalla ole pidettävänä työ-
suorituksena.* (Työaikalaki 9.8.1996/605, 4.§.)

Työaikaseurannan ja paikantamisen avulla parannetaan myös työntekijän tur-
vallisuutta. Työntekijän oikeusturvana tulee työntekijällä olla mahdollisuus tar-
kistaa omat toteutuneet työtunnit ja tarvittaessa kommentoida niitä.

Työaikaseurannan avulla on tarkoitus seurata myös työmaan kulujen seurantaa.
Jos ohjelmistoon voidaan määrittää kyseisen koneen ja kuljettajan sekä lapi-
miehen tuntihinta, saadaan helposti seurattua työmaan palkkakustannusten
kehittymistä. Toimisto-ohjelmaan lisättyjen materiaali- ja palkkakulujen avulla
saadaan tietoa työmaan kokonaiskuluista. Toiveena on myös mahdollisuus kä-
sitellä ja vertailla saatuja tietoja (esimerkiksi koneen suoritteiden ja palkkakulu-
jen vertailu).

3.4 Laitteistolle asetetut tavoitteet kuljetuskaluston käytössä

TLT-Connection Oy:llä on sekä omia että aliurakoitsijoiden kuljetuskalustoa
kuorma-autoja, kaivinkoneiden kuljetusajoneuvoja, valokuituhitsaajien ja asen-
tajien autoja. Tavoitteena on saada muun kaluston käyttöön myös paikannus- ja
työaikaseurantaan sopivat laitteistot vastaavalla tavalla kuin kaivinkoneille.

Muun kaluston toiminta perustuu työnjohtajilta saatujen työmääräysten toteut-
tamiseen. Toiveena on saada käyttöön laitteisto, jolla voidaan lähettää työtehtä-
vät työntekijöille paikkatiedot, materiaalmäärät ja aikataulut määritettyinä. Työn-
tekijöille tulee luoda mahdollisuus kuitata määrätty työtehtävä työn alle otetuksi
ja työn valmistuttua suoritetuksi.

Työaikalain pykälän 37a mukaan ”työnantajan on annettava palveluksessaan olevalle moottoriajoneuvon kuljettajalle vuorokautisen työajan seuraamista varten henkilökohtainen ajopäiväkirja. Kuljettajan on pidettävä ajopäiväkirjaa siten, että siitä ilmenee työ- ja lepoaikojen sekä taukojen alkaminen ja päättyminen vuorokaudessa. Kutakin jaksoa koskeva merkintä on tehtävä ajopäiväkirjaan heti sen päätyttyä ennen seuraavan jakson alkamista. Ajopäiväkirjan sijasta voidaan käyttää ajopiirturia. Moottoriajoneuvon kuljettajan on pidettävä ajon aikana mukanaan kuluvan viikon ja edellisen viikon viimeisen ajopäivän ajopäiväkirja. Työnantajan on säilytettävä ajopäiväkirjoja yhden vuoden ajan.” (Työaikalaki 9.8.1996/605, 37 a §.)

Paikannuslaitteistoon määritettyjen suoritteiden ja työjaksojen tiedoilla ja raporteilla voisi olla mahdollista toteuttaa työaikalain pykälän 37a vaatimukset internetpohjaisina tiedostoina.

4 LAITTEISTOJEN TARJOAJAT

Ongelmaa haluttiin lähestyä uudella tavalla, ja sen takia pyydettiin ohjelmisto- ja laitetoimittajia, joilla on kokemusta erilaisista resurssienhallintaan ja seurantajärjestelmiin liittyvistä sovelluksista. Tarjouspyynnöissä oli mukana ajoneuvopaijannukseen, metsäkonesovellukseen, kassaohjelmiin sekä työn- ja kalustonhallintaan suuntautuneita laite- ja ohjelmistotoimittajia.

4.1 Gisforest Oy

Gisforest Oy on vuonna 1989 perustettu kajaanilainen ohjelmistoyritys, joka on erikoistunut vaativiin ammattisovelluksiin sekä paikkatietoratkaisuihin. Vahvuutenaan Gisforest pitää joustavuutta ja lupaa asiakkailleen sovelluksia juuri oikeaan tarpeeseen, teknologisia kärkiratkaisuja, käyttäjäystävällisyyttä, tehokkuutta ja kustannussäästöjä toimintaan. (Gisforest Oy 2013.) Gisforest tarjoaa asiakkailleen monipuolisia ohjelmointipalveluja yli toimialarajojen. Gisforest on onnistunut metsäsektorilla, jossa paikkatietojen hyödyntäminen ja vaativien paikkatietojärjestelmien käyttö on oleellista. Gisforest on osa Elisaa. (Gisforest Oy 2013.)

4.2 Locuswell Oy

Locuswell Oy on suomalainen paikkatietopohjaisten palvelujen edelläkävijä paikkannukseen perustuvien ratkaisujen soveltamisessa. Yrityksen henkilökunnalla on useiden vuosien kokemus paikannus-, seuranta- ja valvontajärjestelmien kehityksestä sekä paikkatietopohjaisten palveluiden tuottamisesta. Locuswell Oy on erikoistunut karttapohjaiseen ja GSM/GPRS -tiedonsiirtoon perustuvaan ajoneuvo- ja henkilöpaikkannukseen. Paikkatietosovellukset integroidaan ja räätälöidään asiakaskohtaisesti. Yhtiön toimipisteet sijaitsevat Hyvinkäällä ja Helsingissä. (Locuswell 2013.)

4.3 Max Technologies Oy

Max Technologies Oy on palveluntarjoaja, joka on keskittynyt tuottamaan kattavia ratkaisuja työn- ja kalustonhallintaan. Max Technologies Oy on erikoistunut etenkin siivous- ja vartiointifirmojen työnhallintaan ja henkilökunnan sekä kaluston paikannukseen. Max Technologies Oy on perustettu vuonna 2007 Oulussa paikallisen yrittäjän toimesta. Yrityksen päätoimipaikka on edelleen Oulussa, mutta toimistoja on lisäksi Helsingissä, Tampereella ja Turussa. Toiminta on laajenemassa ulkomaille ja alueellisia yhteiskumppaneita on jo Espanjassa ja Saksassa. (MaxTech 2013.)

4.4 Cromsoft Oy

Cromsoft Oy on pieni kahden hengen osakeyhtiö, jonka toimipiste sijaitsee Kaarinassa. Cromsoft Oy suunnittelee, toteuttaa ja ylläpitää ohjelmistoja, jotka on suunniteltu asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaan. Ohjelmistoja käytetään parantamaan yritysten tuotantotehokkuutta, laskutusta ja myyntiä. (Cromsoft Oy 2013.)

4.5 Helpten Oy

Helpten Oy on suomalainen vuonna 2007 perustettu ajotieto-operaattori, jonka perustajajäsenillä on yli 20 vuoden kansainvälinen kokemus telematiikan alalta. Helpten Oy tarjoaa ajotietopalveluja, joiden avulla yritykset ja yksityiset henkilöt voivat tehdä säästöjä. Toimipisteitä Helpten Oy:llä on Suomessa ja Saksassa. Helpten kertoo olevansa Suomen nopeimmin kasvava telematiikka-alan palvelun tarjoaja ja johtava vakuutustelematiikka palvelujen tarjoaja Skandinaviassa. (Helpten Oy 2013.)

4.6 Pritek Systems Oy

Perheyritys Pritek Systems Oy on vuodesta 1992 toiminut pääasiallisesti kaupan erilaisten toimintojen parissa, alun perin liittyen enimmäkseen mittaukseen ja rahastukseen ja nyttemmin integroituihin IT-järjestelmiin ja erilaisiin työasemiin. Pritekin toimipiste sijaitsee Espoossa. (Pritek Oy 2013.)

5 TARJOTUT LAITTEISTOT

5.1 Gisforest Oy

Gisforest Oy tarjosi kosketusnäyttöistä Android-pohjaista kännykkää ja siihen sopivaa softaa mobiililaitteeksi. Toimisto-ohjelmaksi he tarjosivat heidän omaa MobWork-ohjelmaansa räätälöitynä tarpeiden mukaan. Lupaukset nopeasta kehitystyöstä ja laitteiston testauksesta vakuuttivat, joten päätettiin sopia kehitysyhteistyö.

5.2 Locuswell Oy

Locuswell Oy tarjosi kiinteää paikanninta ja viiden tuuman Jazz1-kosketusnäyttöä kaivinkoneeseen. Aliurakoitsijoille tai autoihin he tarjosivat Boler-LT2-paikanninta, jossa on yksi painonappi ajosten tai suoritteiden mittaukselle varten. Muuta kalustoa varten he tarjosivat koteloitua Fox-In-paikanninta, jolla voi paikantaa esimerkiksi perävaunuja, kaapelinvetokärryjä, nostimia jne.

Toimisto-ohjelmaksi ehdotettiin NextJob™-työnohjausohjelmaa. Se on internetissä käytettävä karttapohjainen ajoneuvojen ja henkilöiden reaaliaikainen paikannus- ja hälytyspalveluohjelma. Ohjelmalla luvattiin saatavaksi raportit suoritteista työnumeron, koneen ja henkilön mukaan.

Ohjelmaan voidaan määrittää asiakkaalle (tilaajalle) seurantamahdollisuus projektiin tai työkoneeseen, jolloin tilaaja näkee reaaliajassa työmaan etenemisen. Tilaajalle luvataan mahdollisuus ehdottaa lisätyötehtäviä koneelle, reaaliaikaisen seurantalaitteiston avulla. Lisäominaisuutena saadaan määritettyä kaivinkoneen käyttöaste projektissa.

Koneen kuljettajan työajanseuranta tapahtuu Jazz1-laitteen Työpäivä-valikon kautta kirjautumalla. Lapiomiehelle tarjottiin versiota, jossa lapiomies soittaa puhelimella työkoneessa olevan paikantimen SIM-kortin numeroon työajan al-

kaessa ja loppuessa. Näin työntekijä liitetään tiettyyn työkoneeseen ja työntekijä paikantuu työkoneen paikantimen välityksellä.

Locuswellin myyjän aktiivisuus sekä eri työntekijöiden ja työkoneiden huomiointi omilla sovelluksillaan tarjouksessa saivat kiinnostuksen heräämään ja sopimusneuvottelut jatkumaan.

5.3 Max Technologies Oy

Max Technologies Oy tarjosi kahta eri paikannin- ja näyttölaitteenvaihtoehtoa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa paikantimeksi GPS-antenni tuulilasiin, ei näyttöä vaan manuaalinen kiertokytkinrasia, jolla valittavissa neljä eri työtoimintoa. Työajanseuranta henkilötunnistimella, joka on RFID-avaimenperätunniste. Tunniste kiinnitetään magneetilla rasiaan magneettiin. Toisessa vaihtoehdossa paikantimeksi ja näytöksi tarjottiin ViewPad 7 tablettia. Työajan seuranta tapahtuu tässä versiossa koneen kuljettajan kirjautumisella ja lapiomiehen tekstiviestillä.

Toimisto-ohjelmaksi Työnhallinta.net, joka on Max Technologies Oy:n oma ohjelma muun muassa työaikaseurantaan, työtehtävien hallintaan, reaaliaikaiseen tilanneseurantaan.

Laitteiden ja ohjelmien hinnat olivat kohtuullisia, joten TLT-Connection päätti ottaa testaukseen molemmat versiot.

5.4 Cromsoft Oy

Cromsoft ehdotti paikantimeksi ja näyttölaitteeksi kosketusnäyttöistä kännykkää, ohjelmaksi Track car-sovellusta, työaikaseurannaksi Windows-pohjaista Client-ohjelma, joka toimii pilvipalvelussa.

Cromsoft päätettiin jättää pois kehitysyhteistyöstä liian riskialttiina. Cromsoftilla oli hyvin vähän kokemusta paikannuksesta ja maanrakennuksesta. Cromsoftin luotettavuus ja toimintavarmuus kyseenalaistettiin yhden miehen yrityksenä, vaikka lupauksena oli edullinen sekä halutunlainen räätälöity ohjelma.

5.5 Helpten Oy

Helpten Oy:n sovellustarjous käsitti Garmin Nüvi 2596 LMT-navigaattorin paikantimena ja näyttöpäätteenä sekä Internet-pohjaisen Helpten Ajotietopalvelun toimisto-ohjelmana. Helpten Ajotietopalvelun ominaisuudet käsittävät muun muassa ajopäiväkirjan, varauskalenterin, ajoneuvojen reaaliaikaisen sijainnin Googlen karttapohjalla, reittien selailun ajoneuvokohtaisesti, ajotapa-analyysin, palvelupyynnöt/työmääräykset ajoneuvoon navigaattorin välityksellä, pikaraportoinnin päivittäisistä ajokilometreistä ja työajasta. Kuljettajan tunnistus tapahtuu iButton-avaimella. Helpten Oy tuli mukaan vasta loppumetreillä eikä heidän sovellustaan ole testattu.

5.6 Pritek Systems Oy

Pritek tarjosi paikantimeksi ja näyttölaitteeksi Unitech PA690 kämmentietokoneita tai vaihtoehtoisesti Dell tablet PC:tä. Toimisto-ohjelmaksi ehdotettiin Client-ohjelma Windows-käyttöjärjestelmään.

Kämmentietokoneen näyttö oli pienempi verrattuna nykyisiin kosketusnäyttöihin kännyköihin. Pienehköjä näppäimiä kämmentietokoneessa oli paljon ja nämä seikat koettiin haittaavaksi tekijäksi käytännön paikannustyössä. Kämmentietokoneen ja tabletin hinnat olivat 3–5 kertaa kalliimpia kuin muissa versioissa. Myös toimisto-ohjelman kehitys oli tarjouksessa kallein. Näiden seikkojen vuoksi päätettiin olla jatkamatta sopimusneuvotteluihin tai sovellusten koekäyttöön.

6 LAITTEISTOT TESTIKÄYTÖSSÄ

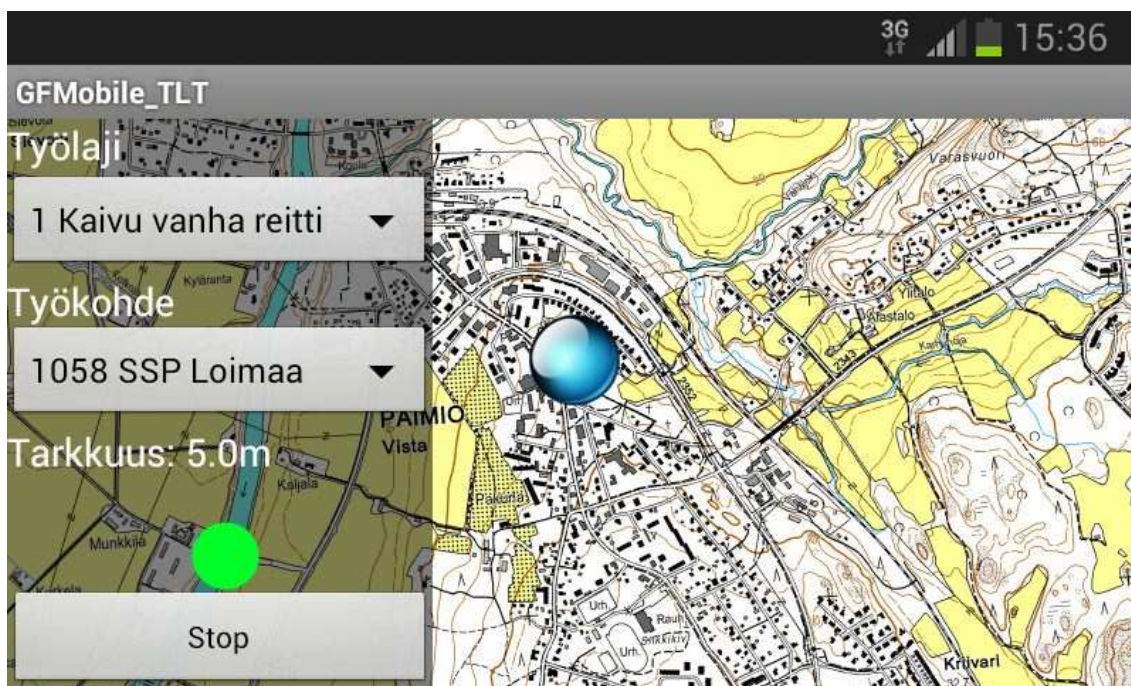
6.1 Gisforest GFMobileTLT ja GFMobile TS

Gisforest GFMobileTLT on TLT-Connectionille kehitetty mobiilipaikannusohjelma. GFMobile TS tarkoittaa vastaavasti työajan seurantaan kehitettyä mobiiliohjelmaa.

6.1.1 Mobiiliohjelmien toiminta

Gisforest Oy lähti kehittämään Android-pohjaisia mobiilisovelluksia omia olemassa olevia ohjelmiaan muokaten. Sovellukset pyrittiin pitämään kevyinä, jotta ne toimisivat nopeasti, moitteettomasti ja olisivat helposti muokattavissa.

Ohjelmat toimivat niin sanottuina natiivisovelluksina, eli ne pitää tallentaa jokaiseen laitteeseen erikseen. Ne avautuvat käyttäjätunnuksen, salasanan ja kone-numeron avulla. Paikannusohjelman avautuessa valitaan alavetovalikosta projekti, johon suoritteet kertyvät. Toisesta alavetovalikosta valitaan suorite ja aloitettaessa suoritteen mukainen toiminta painetaan Start-painiketta. Näytössä näkyvä (kuva 3), Start-painikkeen yllä oleva, pallo on vihreä mittauksen ollessa käynnissä. Toiminnon loppuessa painetaan Stop-painiketta, jolloin pallo muuttuu punaiseksi. Näytössä näkyy kartalla koneen paikannettu paikka sinisenä pallona.



Kuva 3. Paikannusohjelman näkymä kännykässä.

Mobiiliseen työajanseurantaohjelmaan kirjaudutaan samalla käyttäjätunnuksella ja salasanalla kuin paikannusohjelmaankin. Kirjaututtaessa valitaan alaspöytävalikosta työkohde ja Aloita-painikkeella aloitetaan työaika. Aloituksen jälkeen näyttöön tulee teksti: "Alkuleimaus suoritettu". Työpäivän päätyttyä kirjaudutaan työaikaseurantaan ja Lopeta-painikkeella loppuleimataan työpäivä. Näyttöön tulee teksti "Lopetusleimaus tehty" ja ilmoitus, kuinka monta tuntia on tehty. Puhelimen Menu-näppäimellä päästään tarkistamaan työaikaseurannan tuloksia. Ensin valitaan leimausten lukumäärä ja haulalla saadaan leimausten lista esille. Listalla näkyy työkohde ja sen työnnumero, aloitusleimauksen päivämäärä ja kellonaika, lopetusleimauksen päivämäärä ja kellonaika sekä leimatut tunnit.

6.1.2 Mobiililaitteen valitseminen

Testikäyttöön valittiin kosketusnäytöllinen Samsung Xcover 2 -puhelin. Xcover 2 -mallia pidettiin kolhuja ja kosteutta kestäväenä hyvänä kosketusnäytöllisenä peruspuhelimena. Oletuksena oli, että sen neljän tuuman näyttö riittäisi tarvittavien

toimintojen havaitsemiseen ja hallitsemiseen. Mallissa toimii internetselain ja GPS- ja Glonass-paikannus. Päätettiin kokeilla, riittääkö puhelimen paikannuksen tarkkuus haluttujen tietojen tuottamiseen. Myös puhelimen hinta, vajaa 300 euroa, oli yksi ratkaiseva tekijä.

6.1.3 Kokemuksia mobiiliohjelmasta ja -laitteistosta

Testikäyttäjät ovat pitäneet mobiiliohjelmaa helposti käytettävänä ja valintapainikkeita sopivan kokoisina. Ohjelma on avautunut pääsääntöisesti hyvin. Muutamia kertoja on ollut ongelmia kirjautua sisään ohjelmaan. Syynä lienee ollut Internet-yhteyden puute. Internet-yhteyden palauduttua on ohjelma toiminut normaalisti.

Ohjelman avaamisen jälkeen on ohjelma pysynyt hyvin päällä. Se ei ole itseltään sammunut tai pimentynyt. Testaajien mielestä auringon valokaan ei ole haitannut näytön näkyvyyttä.

Visuaalista näkymää on pidetty hyvänä. Erityisesti Aloitus- ja Lopetus-pallon värin vaihtuminen punaisesta vihreäksi on antanut varmuuden laitteiston tilasta. Myös sijaintipisteen liikkuminen kartalla on varmentanut laitteen toimimisen. Yhdellä silmäyksellä on nähnyt, mittaako laitteisto haluttua toimintoa.

Neljän tuuman näyttöä on pidetty riittävänä toimintojen suorittamiseen ja havainnoimiseen. Mikäli puhelin tai näyttö olisi suurempi, haittaisi se kaivinkoneen mittarien näkyvyyttä tai kaivinkoneen ohjaimien käytettävyyttä.

Puhelimen telinettä on pidetty hyvänä. Teline puhelimeen on pystytty sijoittamaan lähelle kaivinkoneen ohjaimia (kuva 4), jolloin ohjelman valikoiden ja painikkeiden käyttö on ollut helppoa pienellä käden siirrolla. Teline on myös pysynyt hyvin paikoillaan kaivinkoneen tasaisella ikkunapinnalla koneen liikkeistä ja tärinästä huolimatta.



Kuva 4. Kännyksen sijoittuminen kaivinkoneessa.

Ohjelman käyttö ei ole testaajien mielestä kaivutehokkuutta haitannut. Ohjelma käynnistetään heti aamulla työkoneiden käynnistämisen yhteydessä. Työkoneiden lämmitessä kirjaututaan paikannus- ja työajanseurantaohjelmaan. Koska paikannusohjelma on pysynyt hyvin päällä, on sen käyttäminen ollut nopeaa. Ohjelman käyttö vaatii vain muutamia sormen painalluksia työsuorituksen alkaessa ja loppuessa.

Testaajien mielestä ongelmana on ollut muistaa käyttää laitteistoa ja pitää laitteisto mukana. Joskus puhelin tai laturi on saattanut unohtua majapaikalle tai autoon. Myös suoritteiden aloitus kaivun alkaessa tai lopetus kaivun päättyessä on unohtunut, jolloin suorite ei ole kirjautunut tai suoritteeseen on kirjautunut siihen kuulumattomia toimintoja. Samoin työajan seurannan aloitus ja lopetus uudella systeemillä on saattanut unohtua.

Hyvänä asiana on pidetty yhtenäistä työajanseurantaa, jotta kukaan ei voisi lasuttaa tekemättömiä tunteja. Muuten suhtautuminen koko laitteistoon on ollut negatiivista. Testaajien mielestä laitteisto ei tuo apua varsinaisen kaivutyön suo-

rittamiseen. Sen sijaan laitteiston käyttö tuo lisää muistettavaa ja tehtävää kuljettajalle. Yleinen kommentti on ollut, että laitteistoa voi käyttää, jos on pakko.

Kaivun aikaisten erikoisuuksien tallentamiseen puhelinta on pidetty hyvänä, koska sillä saa otettua selviä kuvia. Kuvat myös paikantuvat karttaan paikannuksen ollessa päällä. Otettuja kuvia voidaan katsoa Toimisto-ohjelmalla toimistolla.

Puhelimen ja ohjelman käyttö vaativat opettelua. Puhelimeen pitää ladata mobiiliohjelma ja työajanseurantaohjelma linkin kautta ja tallentaa ne puhelimen muistiin. Samoin suoritetaan ohjelmien päivitykset. Kaikki käyttäjät eivät ainaakaan heti osaa näitä latauksia ja päivityksiä tehdä. Niinpä työnjohtajat joutuvat ne heille opettamaan tai itse tekemään. Jotta ohjelma toimii oikein, täytyy puhelimen asetukset olla oikein. GPS ja mobiilidata pitää olla päällä, jotta paikannus onnistuu ja internetyhteys toimii. Virransäästö pitää olla pois päältä, jotta näyttö ei pimene.

Ohjelmien toiminta kuluttaa puhelimen virtaa tehokkaasti, joten käytännössä puhelin pitää olla koko ajan latauksessa. Näin ollen työkoneessa tulee olla tupakansytytinmallinen latauspistoke. Käytössä ollut latauspistoke oli kahdella USB-liittimellä varustettua mallia, jolloin konekuski saattoi pitää paikantavaa puhelinta ja omaa puhelintaan samaan aikaan latauksessa. Kaikissa työkoneissa ei ole valmiina latausmahdollisuutta, joten sellainen täytyy tarvittaessa koneeseen asentaa.

6.2 Gisforest MobWork -toimistosovellus

Gisforest Oy:n MobWork-ohjelma on karttapohjainen toimistosovellus. Se käyttää tiedon siirtämiseen ja tallentamiseen tarvittavia rajapintoja ja tietokantoja. MobWork ladataan ja tallennetaan tietokoneen muistiin. Ohjelmaan kirjaututaan käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Ohjelmaa käyttävät työnjohtajat ja projektipäälliköt.

Työnjohtaja tai projektipäällikkö luo kaivinkoneen kuljettajalle tai lapiomiehelle käyttäjätunnuksen ja salasanan sekä kyseiselle työkoneelle oman tunnuksen. Koska työkoneilla on omat tunnuksensa, voidaan ohjelmassa yhdistää tietty kone ja kuljettaja, eli saadaan tieto, kuka kuljettaa mitäkin konetta. Lapiomiehelle tunnusten luominen mahdollistaa työaikaseurantaohjelman käytön.

MobWork-ohjelmalla luodaan työmaille projekteja. Projektit nimetään ja numeroidaan käytössä olevan työnumerolistan mukaisesti. Projekteille määrätään resursseja eli lisätään koneet, kuskit ja lapiomiehet, jotka osallistuvat kyseiseen projektiin. Näin heidän tekemänsä suoritteet ja työtunnit tallentuvat järjestelmässä oikealle työnumerolle.

Työmaalla tehtyjä suoritteita voidaan tarkastella MobWork-ohjelmalla. Ohjelmassa valitaan projekti ja projektin resurssit. Tapahtumat painikkeesta saadaan lista kyseisen koneen suoritteista. Suoritelistassa näkyy suoritteen tekijä, päivämäärä ja aika, työlaji sekä mitta metreinä. Kartalla näkyy suoritteen reitti punaisena viivana. Tapahtumat tallentuvat ohjelmaan välittömästi. Suoritelistaan voidaan tarvittaessa lisätä tai sieltä voidaan poistaa suoritteita.

Työaikaseuranta on mahdollista tarkastella MobWork-ohjelmalla. Työaika tallentuu mobiilileimauksina. Näitä leimauksia saadaan listattua näytölle haluttu määrä. Leimauksista näkyy alku- ja loppuleimauksen ajankohdat, tehdyt työtunnit sekä alku- ja loppuleimauksen x- ja y-koordinaatit. Kartalla näkyy alku- ja loppuleimauksen paikat palloina. Näillä tiedoilla saadaan siis selville missä ja milloin työpäivä on alkanut ja loppunut, kuinka pitkään on työskennelty.

Jokaisen resurssin viimeinen sijainti saadaan näkymään yhdelle karttalehdelle neliömäisellä merkillä. Neliötä klikkaamalla selviää, mistä resurssista on kyse. Tällä näkymällä voidaan nopeasti tarkistaa, missä koneet sijaitsevat.

6.3 Kokemuksia MobWork-ohjelmasta

Natiivisovelluksena, eli tietokoneelle ladattavana sovelluksena MobWork-ohjelma on vanhanaikainen sovellus. Asennettaessa MobWork-ohjelmaa tieto-

koneille tuli joissakin tietokoneissa niiden muissa ohjelmissa käyttöongelmia. Esimerkiksi Microsoft Office -ohjelmat eivät toimineet asennuksen jälkeen. Ongelma korjattiin MobWork-ohjelman seuraavaan versioon, mutta teetti ylimääräistä työtä tietokoneiden kanssa ja jätti epävarmuuden kyseistä ohjelmaa kohtaan.

Ohjelma on tuntunut kankealta käyttää. Yhteen projektiin pitää kiinnittää useita resursseja; koneen, kuljettajan, lapiomiehen, autokuskin, työnjohtajan ja toisen koneen resurssi. Asetetun resurssin poisto kokonaan tai sen muokkaaminen ei onnistu. Resurssi voidaan irrottaa projektista tai laittaa ei-aktiiviseksi, jolloin se ei näy resursseissa, mutta sitä ei voi muokata. Jos halutaan resurssin nimeä tai tunnusta muuttaa, täytyy tilalle luoda uusi aktiivinen resurssi. Ohjelman käyttö vaatii työnjohtajalta tai projektipäälliköltä aikaa luoda projektit ja resurssit, jotta suoritteita päästään keräämään. Työnjohtajalle helpompi tapa olisi luoda projekti tietyllä numerolla, johon työntekijä kiinnittyisi kirjautuessaan mobiilisovellukseen ja valitessaan sieltä projektin.

Karttapohjan yleisilme vaikuttaa karkealta. Suoriteviiva karttapohjalla saadaan näkyviin useiden näppäilyjen jälkeen ja aina uutta suoritetta tarkasteltaessa samat näppäilyt pitää tehdä uudelleen. Seuraava suorite -valintanappula puuttuu.

Reittiviivan tarkkuus riittänee suoritteiden dokumentointiin, mutta visuaalisuutta voisi parantaa vieläkin. Punainen viiva kuvaa suoritteiden reittiä. Kun tarkastellaan yhtä osaa suoritteiden yhteisreitistä, kyseinen osa näkyy kartalla valkoisena punaisin reunuksin. Kyseinen osa ei erotu selkeästi kartasta vaan vaatii parannusta.

Projektien kiinnittäminen tiettyyn paikkaan ei ole ongelma, mutta jokaisen karttalehden erikseen lataaminen ohjelmaan sovelluksen haltijan toimesta vaatii muutaman työpäivän. Työmaan siirtyessä uuteen paikkaan uusi karttapohja ladataan sovellukseen, mikäli alueelta ei ole karttaa ladattu ohjelmaan. Jo ladattua karttapohjaa voi käyttää lukematon määrä eri käyttäjiä. Sovellus mittaa suoritteita ilman karttapohjaakin, mutta reittiviiva ei näy ilman sitä.

Suoritteiden mitat täsmäävät melko hyvin maastossa suoritettujen mittapyörällä tehtyjen mittausten kanssa. Kun ohjelmaa ei käytetä suoritteiden mittojen laskutuksessa tilaajilta, riittänee paikannuksen mittojen tarkkuus suoritteiden viikko-raportointiin tilaajille ja työmaan tilanteen päivittämiseen tarvittaessa.

MobWork-ohjelmaan saatujen mittojen ja tilastojen kehittäminen sekä niiden muokausmahdollisuudet ovat vielä kesken. Tavoitteena olleiden suoritteiden jaottelu konekohtaisesti tai projektikohtaisesti yhteenlaskettuna tilastona ei nykyversiossa toteudu. Siinä suoritteet ovat taulukoituna yksittäin, jossa näkyy kunkin yksittäisen suoritteen mitta metreinä, kellonaika sekä päivämäärä suoritteelle, suoritteen tekijä ja suoritelaji. Koska tiedot ovat yksittäin eikä niistä saada yhteenveoja, ei niitä saada hyödynnettyä raportoinnissa tai toiminnanohjauksessa.

Työaikaleimaukset löytyvät taulukoituna yksittäisinä leimauksina, mutta taulukoiden hyödyntäminen palkkalaskennassa ei vielä onnistu.

Autonkuljettajien käyttöön sovellus ei sovi. Sovelluksella ei voi määrätä työtehtäviä, niitä ei voi ottaa vastaan tai kuitata suoritetuksi.

Sovelluksen testauksen käyttöönottovaiheessa pidettiin käytönopastusta työnohtajille, jotka ovat opastaneet testaajat laitteistojen käyttöön. Lisäksi on ollut mahdollista soittamalla selvittää ongelmia testauksen aikana.

6.4 Locuswell Oy

Locuswell Oy:n tarjous sisälsi sovelluksen kehitystyön ja tarjotun laitteiston sekä ohjelmaversion. Locuswell on suunnitellut ohjelman toiminnot tavoitteiden mukaisiksi, mutta tekee varsinaisen sovelluksen vasta sopimuksen synnyttyä. Näin ollen varsinaista sovellusta ei ole testattu. Lukuisia neuvotteluja ja kehityskeskusteluja on käyty, jotta varmasti kaikki nyt halutut toiminnot tulisivat mukaan sovellukseen.

Ainoastaan Jazz1-näyttöä on testattu. Testauksessa kiinnitettiin huomiota näytön ja valikoiden kokoon sekä niiden näkyvyyteen. Laitetta pidettiin sopivan kokoisena. Valikot näkyvät kuskille hyvin ja ne toimivat kosketuksesta hyvin. Laite

telineineen saadaan sijoitettua sopivalle käsittelyetäisyydelle, joten laite itsessään sopii työkoneen näytöksi.

6.5 Max Technologies Oy

Kiertokytkinrasian käyttö oli helppoa. Siinä riittää kiertää vain nuppi haluttuun asentoon. Tätä sovellusta käytettäessä valittavien työsuoritteiden määrä rajautuu neljään. Toiveena oli, että työsuoritetta voisi tarkentaa suoritteiden määrityskaavion mukaisesti. Siihen tällä versiolla ei pystytä.

Kuljettajan tunnistamiseen käytetty avaimenperämallinen kuljettajatunnistenappi ei vaatinut sisään kirjautumista, vaan riitti tunnistenapin laittaminen rasian magneettiin. Samaan rasiaan oli mahdollista laittaa useampia tunnistenappeja. Kai-vinkonekäytössä saattoi tunnistenappi pudota rasian magneetista eikä näin ollut täysin varmatoiminen.

Kiertokytkinrasialle ei löytynyt sopivaa telinettä, joten se täytyy liimata tai teipata koneeseen pitempiaikaista käyttöä varten. Samoin paikantimen ja johtojen asentaminen vaatii asennustyötä, jotta ne pysyvät paikoillaan eivätkä ole toimintojen tiellä.

Käytettäessä erillistä paikanninta paikannustarkkuus oli melko hyvä, todennäköisesti riittävä. Käytettäessä tabletin paikannusta tarkkuus hiukan huononi, mutta riittänee reittiviivan ja suoritemittauksen tarkkuudeksi paikannuksen toimiessa kunnolla. Tablettia testatessa tabletin paikannus kaatui useita kertoja autoilla liikuttaessa eikä näin vakuuttanut testaajia.

Työhallinta.net-ohjelma toiminee hienosti esimerkiksi vartiointi-, siivous- tai kuljetusalalla, mutta kaapelikaivuseen sitä olisi pitänyt vielä räätälöidä. Testauksen aikana tuli olo, että toimittajalla ei ole tarvittavaa resurssia tai halua räätälöidä ohjelmaa haluttuun suuntaan. Näin yhteistyö päätettiin lopettaa.

7 KEHITYSTYÖN ONGELMIA JA ONNISTUMISIA

Lähdettäessä kehittämään jotain uutta kokonaan alusta tai räätälöimällä olemassa olevaa, vie suunnittelu paljon aikaa. Keväällä, kun kaapelikaivussa oli vielä rauhallisempaa, olivat laitetoimittajien versiot sovelluksista alkutekijöisään. Kesällä sovellusten ominaisuuksien kehitystyö katkesi sekä tilaajien edustajien että laitetoimittajien suunnittelijoiden kesälomien aikana. Syksyllä tilaajien edustajat (mukaan lukien allekirjoittanut) ovat olleet kiireisiä omilla työmaillaan ja oman toimen ohessa tehty kehitystyö sekä testaus ovat jääneet taka-alalle. Suurin ongelma kehitystyössä onkin ollut kiire muissa töissä.

Yhteisen linjan löytyminen on ollut vaikeaa joidenkin laitetoimittajien kanssa. Laitetoimittaja on halunnut viedä ajattelua heidän valmiin sovelluksen suuntaan, mutta se ei ole tyydyttänyt tilaajaa. Tilaajalla on ollut selkeä visio halutuista toiminnoista ja sovelluksen annista luvun 4 Koneohjauksen tavoitteet kaapelikaivussa mukaisesti.

Muutamit laitetoimittajat haluavat ensin sopimuksen laitteiston hankinnasta ja vasta sitten lupaavat kehittää halutunlaisen sovelluksen laitteineen. Tilaajana TLT-Connection Oy taas haluaa ensin testata tarjolla olevia sovelluksia ja valita niistä sopivin sekä kehittää niitä tarpeen mukaan valitun tarjoajan kanssa. Kehitysprojektin aikana on tullut esiin myyntimiesten lupauksen ja sovellusten ominaisuuksien ristiriitoja. Päivämäärät ovat venyneet ja luvatuissa ominaisuuksissa on ollut puutteita.

Kaivinkoneen kuljettajien asenne laitteistoa kohtaan on ollut vastustava. Heidän mielestään laitteisto ei tuo apua heidän kaivutyöhönsä. Tästä johtuen motivaatio testaamiseen on ollut huono. Se on johtanut siihen, että laitetta ei ole viitsitty joka päivä käyttää. Heidän mielestään siitä ei ole hyötyä lyhyitä pihakaivuosuusia kaivettaessa. Kuitenkin, kun on iso työalue (esimerkiksi omakotitaloja sisältävä lähiö), jossa on paljon lyhyitä pihakaivuita, antaa saatu reittivii-vasto hyvän kuvan alueen etenemisestä ja valmiusasteesta. Samalla jää tiedos-

to muistiin mistä on kaivettu ja kuinka paljon. Kaivureittiviivastoa voidaan käyttää apuna niin sanottujen punakynäkuvien piirtämiseen kaivetuista reiteistä.

Työntekijöiden mielestä heidän sanaansa ei luoteta, kun pitää ottaa työaikaseuranta käyttöön. Toisessa lauseessa he kuitenkin sanovat tietävänsä työntekijöitä, jotka merkitsevät tunti- ja ylityöaikaan ylimääräisiä tunteja ja ovat tyytyväisiä, jos nämä vilpilliset tunnit saadaan poistettua sovelluksen avulla.

Paikantimena käytettävän kännykän käyttö työpuheluiden soittamiseen ehkä hiukan auttaisi aliurakoitsijoiden motivaatiota käyttää sovellusta. Samoin kuvien ottaminen ja niiden tallettaminen projektin tiedostoon sekä navigointi nykyaikaisella kännykällä tai tabletilla voivat lisätä myös sovelluksen käyttömotivaatiota.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Tilanne

Tämän opinnäytetyön valmistuessa ei ole vielä saatu valmista sovellusta suoraan käyttöön. Gisforest Oy:n kännykkäsovellus mobiilikäyttöön on hyvin lähellä valmista työkalua. Siitäkin puuttuu suoritteiden tarkempi määrittäminen millä maapohjalla suorite tehdään (hiekkaturve, pelto, asfaltti, muu) ja kaapelien sekä putkien määrien määrittämismahdollisuus. Muiden toimittajien versioita ei ole käytännössä päästy testaamaan, mutta kännykän tai navigaattorin kokoista laitetta voidaan pitää sopivana näyttöpäätteinä niin kaivinkoneessa kuin autossakin. Vaikuttaa siltä, että kännykän ja navigaattorin paikannustarkkuus riittää halutun tasoiseen paikannukseen, mutta käyttövarmuus katvealueilla vaatii vielä lisätestausta.

Toimistosovelluksen kanssa on huonompi tilanne. Gisforest Oy:n MobWork-ohjelma ei ole vielä valmis haluttujen suoritteiden tietojen raportointiin ja dokumentointiin. Kerättyjä tietoja pitäisi pystyä muokkaamaan esimerkiksi Excel-tiedostoiksi ja karttatiedostoiksi, jotta ohjelmasta olisi hyötyä raportoinnissa, dokumentoinnissa, työn- ja toiminnanohjauksessa sekä palkkalaskennassa. Gisforest Oy on kehittämässä selainpohjaista sovellusta kehitystyön kokemusten perusteella, mutta se ei ehdi valmistua tämän opinnäytetyön puitteissa.

Locuswell Oy ja Helpten Oy ovat tarjonneet mielenkiintoiset versiot omista Internet-pohjaisista sovelluksistaan suurin piirtein samanlaisin lupauksin. Heidän sovelluksiaan ei ole kuitenkaan päästy toden teolla testaamaan eikä lupauksia lunastamaan.

8.2 Jatkokehitykset

Jatkon kannalta on tärkeää, että TLT-Connection Oy:n kehitystyöryhmä järjestää aikaa tälle projektille ja pitää palaverin jatkosta. Palaverissa tulee käydä läpi

haluttujen toimintojen listaus ja tarkistaa onko se edelleen se mitä laitteistolta halutaan sekä vertailla listausta tarjousten lupauksiin. Seuraavaksi tarjoukset tulee muokata vertailtavaan muotoon esimerkiksi Excel-tiedostoksi. Tiedoston ja testauskokemusten avulla tulee tehdä päätös jatkosta.

Mahdollisuudet jatkon kannalta ovat, että valitaan joku olemassa olevista toimittajista ja jatketaan kehitystyötä valitun kanssa, etsitään uusia toimittajia tai lopetetaan kehitystyö tällä saralla.

Kehitystyöhön on jo panostettu aikaa ja resursseja. Tähän mennessä on selvinnyt, että halutunlainen sovellus on mahdollista kehittää. Laitteistojen toimittajat lupaavat sovelluksillaan selkeitä hyötyjä työn- ja toiminnanohjaukseen, työaika-seurantaan, palkanlaskentaan, tietojen dokumentointiin jne.

Ala kehittyä hurjaa vauhtia koko ajan, ja esimerkiksi Locuswell on ilmoittanut uuden Jazz2-näytön markkinoille tulosta. Gisforest Oy:n selainpohjainen toimisto-ohjelma parantane MobWork-ohjelman puutteita. Mahdollisuuksia jatkokehityksiin on.

Kehitystyötä kannattaa siis jatkaa. Mielenkiintoista olisi selvittää Gapps Oy:n mahdollisuudet luoda haluttu sovellus Googlen työkaluilla. Kehitystyön aikana TLT-Connection Oy siirtyi käyttämään Google Apps -työkaluja muissa toimisto-ohjelmissaan. Gapps Oy:ltä kysyttiin projektin alussa mahdollisuutta sovelluksen kehittämiseen, mutta silloin heillä ei ollut tarvittavia resursseja. Gapps Oy on ilmoittanut resurssien paranemisesta ja kiinnostuksesta sovelluksen kehittämiseen.

Suuret paikannuslaitteiden tarjoajat (esimerkiksi Novatron ja Trimble) sivuutettiin kehitystyön alussa heidän kalliiden sovellusten takia. Ehkä kannattaisi tiedustella myös heidän mahdollisuuksiaan kehittää kaapelikaivun vaatimuksien mukainen laitteisto.

Muutaman kalliimman koneohjauslaitteiston hankintaa kannattane harkita myös ja selvittää niiden käyttömahdollisuuksia kaapelikaivussa. Pystytäänkö laitteistoa hyödyntämään esimerkiksi kartoituksessa? Jos pystytään, voisi lait-

teisto maksaa itsensä takaisin nopeastikin vaikka kaapeliaurauksessa. Etuna voisi olla kaapelien syvyystietojen tilastoiminen. Tilastoja voitaisiin ehkä tulevaisuudessa hyödyntää, jos suunnitellaan 3D-kaapelikarttoja.

Kehitystyön jatkumisella on joka tapauksessa hyvin kiire, jotta laitteisto saadaan käyttöön seuraavaan sesonkiaikaan. Talven kuukausien aikana täytyy löytyä aikaa projektin loppuun saattamiseen kehitystyöryhmältä.

LÄHTEET

- Caterpillar 2006. Road Construction Production Study. Malaga Demonstration & Learning Center. Viitattu 27.1.2013 <http://www.trimble-productivity.com/media/pdf/ProductivityReportCATRoadConstruction2006.pdf>.
- Cromsoft Oy. 2013. Ohjelmistoyritys. Viitattu 5.10.2013 <http://cromsoft.net/>.
- Gisforest Oy. 2013. Ohjelmistoyritys. Viitattu 5.10.2013 <http://www.gisforest.fi/tausta>.
- Helpten Oy. 2013. Ajotieto-operaattori. Viitattu 5.10.2013 <http://www.helpten.fi/fi/yritys/>.
- Jaakkola, M. 2010. Työkoneautomaatio hyötykäyttöön – haaste työnjohdolle artikkeli. Tierakennusmestari 4/2010. Viitattu 27.1.2013 <http://www.tierakennusmestari.com/lehdet/Jaakkola.pdf>.
- Laakso, M. 2012. Kaivinkoneen koneohjauksen hyödyntäminen talonrakennustyömailla. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto. Opinnäytetyö. Viitattu 14.4.2013 http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41520/Laakso_Markus.pdf?sequence=1.
- Lindholm, M. & Junnonen, J.-M. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.
- Locuswell Oy. 2013. Paikannuspalveluyritys. Viitattu 5.10.2013 <http://www.locuswell.com/>.
- Max Technologies Oy. 2013. Paikannus- ja työnhallintapalveluntarjoaja. Viitattu 5.10.2013 <https://www.maxtech.fi/index.php/fi/yritys>Missio>.
- Mitta Oy. 2013. Mittaus ja kartoitus yritys. Viitattu 7.10.2013. <http://www.mitta.fi/koneohjaus.html>.
- Mäntykivi, J. 2011. 3D-koneohjauksen kannattavuus pienissä maarakennuskohteissa. Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 14.4.2013 https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/36209/Mantykivi_Jari.pdf?sequence=1.
- Nieminen, J.-M. 2011. Koneohjaus maanrakennustyössä. Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta. Rakennustekniikka, maa- ja kalliorakentamisen suuntautumisvaihtoehto. Opinnäytetyö. Viitattu 14.4.2013 http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/27378/Nieminen_Juha-Matti.pdf?sequence=1.
- Novatron Oy. 2013. Tuotteet. Viitattu 27.1.2013 <http://www.novatron.fi/fi/tuotteet.html>.
- Nurminen, P. 2009. Artikkel: Älytekniikka tienrakentamisen arkipäivää. Viitattu 25.1.2013 http://deski.fi/page.php?page_id=9&tiedote_id=9943&words=*destia*.
- Tietosuojalvaltuutetun toimisto 2013. Paikantaminen työelämässä. Viitattu 4.11.2013 <http://www.tietosuojafi.fi/55745.htm>.
- Työaikalaki 9.8.1996/605.
- Työsuojeluhallinto 2013. Työaikakirjanpito. Viitattu 4.11.2013 <http://www.tyosuojelu.fi/fi/tyoaikakirjanpito>.

