



Jaakko Normio

VARASTOPAIKANNUSJÄRJESTELMÄ

VARASTOPAIKANNUSJÄRJESTELMÄ

Jaakko Normio
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, ohjelmistokehitys

Tekijä: Jaakko Normio

Opinnäytetyön nimi: Varastopaikannusjärjestelmä

Työn ohjaaja: Juha Alakärppä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät/2013

Sivumäärä: 20

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli etsiä PiiMega Oy:n pyynnöstä mahdollisimman kustannustehokas paikannusratkaisu sahateollisuudelle ja kyseistä paikannusratkaisua hyödyntäen kehittää varastopaikannusjärjestelmän prototyyppi. Prototyypin oli tarkoitus näyttää asiakkaille järjestelmän toimivuutta ja toimia pohjana jatkokehitykselle.

Paikannusratkaisuksi valittiin differentiaali-GPS ja varastopaikannusjärjestelmän prototyyppi kehitettiin Windows 8 -tableteille käyttäen Microsoftin Visual Basic .NET -ohjelmointikieltä. Sovelluksessa käytettiin PiiMega Oy:n kehittämää Maps-ohjelmakirjastoa.

Tulokseksi saatiin toimiva prototyyppi, jonka paikannus toimi hyödyntäen differentiaali-GPS:ää. Prototyypin kehitystä jatkettiin tämän opinnäytetyön jälkeen.

Asiasanat:

satelliittipaikannus, Windows 8, sahateollisuus, varastopaikannus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Information Technology, Software engineering

Author(s): Jaakko Normio

Title of thesis: Storage tracking system

Supervisor(s): Juha Alakärppä

Term and year when the thesis was submitted: Spring/2013 Pages: 20

The purpose of this thesis was to find the most efficient tracking system and develop an inventory tracking system prototype for PiiMega Oy. The prototype was supposed to show clients how system was going to work and also work as a platform for a coming development.

Differential GPS was chosen for a tracking system. The warehouse tracking system prototype was developed by using Microsoft's Visual Basic .NET software language. In the software there was also used Maps software library which was developed by PiiMega Oy.

As a result we got a working prototype which was using differential GPS as a tracking system. After this thesis development of the prototype has been continued.

Keywords:

Satellite location system, Windows 8, sawmill industry

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	7
2.1 Sahan toiminta	7
2.2 TimberPro	9
3 GPS-PAIKANNUSTEKNOLOGIA	10
3.1 Toimintaperiaate	10
3.2 Differentiaali-GPS	12
4 VARASTO-PAIKANNUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	14
4.1 Toteutustekniikat	14
4.2 Kehitysmenetelmät	15
5 VARASTO-PAIKANNUSJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	16
5.1 Paikannus	16
5.2 Windows 8 -sovellus	16
6 YHTEENVETO	18
LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä kustannustehokkain paikannusratkaisu PiiMega Oy:lle sahatteollisuuden varastopaikannukseen, joka olisi riittävän tarkka ja edullinen. Lisäksi tarkoitus oli kehittää prototyyppi kosketusnäyttökäyttöliittymästä trukeille. Työ suunniteltiin ja kehitettiin osaksi TimberProta, joka on PiiMega Oy:n kehittämä sahan toiminnanohjausjärjestelmä. PiiMega Oy on oululainen ohjelmistoalan yritys, joka kehittää ohjelmistoratkaisuja ja -tuotteita muun muassa sahatteollisuudelle. Yritys on perustettu vuonna 1998 ja se työllistää nykyään noin 30 henkeä.

Varastopaikannusjärjestelmän tarkoitus oli helpottaa sahan nippujen varastohallintaa reaaliaikaisella varastojärjestelmällä. Järjestelmän avulla trukinkuljettajien on mahdollista helposti ja nopeasti kosketusnäyttökäyttöliittymää käyttäen valita niput kyytiin tai purkaa ne kyydistä ja järjestelmä huolehtii lautanippujen paikannuksesta.

Haastavinta opinnäytetyössä oli löytää mahdollisimman kustannustehokas paikannusratkaisu sekä kehittää trukinkuljettajille yksinkertainen ja nopeakäyttöinen käyttöliittymä. Kosketusnäyttökäyttöliittymää käyttäen trukinkuljettajat voivat helposti ja nopeasti kertoa varastopaikannusjärjestelmään lautanippujen siirtelyn varastossa.

Opinnäytetyön tekniset suunnitelmat ja toteutukset on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön. Tästä johtuen opinnäytetyössä ei niitä esitellä.

2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Toteutettu varastonpaikannusjärjestelmä tulee toimimaan yhdessä PiiMega Oy:n kehittämän TimberPro-sahantoiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Varastonpaikannusjärjestelmällä voidaan seurata nippujen ja tukkien sijaintia sahan varastoalueella. Järjestelmän pääasiallisina käyttäjinä toimivat trukkikuljettajat, jotka siirtävät nippuja ja tukkeja eri varastopaikkoihin ja tuotantovaiheisiin sahan alueella. Tämä varastonpaikannusjärjestelmä mahdollistaa helpon ja nopean tavan seurata lautanippujen siirtelyä esimerkiksi varastoon, kuivaamoon tai lastattavaksi rekkaan.

2.1 Sahan toiminta

Sahojen toiminta vaihtelee niiden toimintastrategian mukaan, mutta perusidea on kaikilla sama. Prosessi alkaa sahalle tulevien tukkien mittauksesta. Tukista mitataan tarvittavat tiedot käyttäen apuna kameroita, lasermittausta ja jopa röntgenkuvausta, joiden avulla saadaan tietoon esimerkiksi tukin pituus, läpimitta, tilavuus, lenkous ja laatu. Tämän mittaustiedon perusteella maksetaan myyjälle ja kuljetusorganisaatiolle. Tukkimittari lajittelee tukit sahausluokkiin läpimitan, pituuden ja laadun mukaan. Tämä on tärkeä vaihe, koska jokaiselle sahausasetteelle halutaan optimaalisin läpimitta, joka mahdollistaa parhaan arvonsaannon. Tukit tyhjennetään lajittelulokeroista omiin luokkiinsa odottamaan sahausta. (Sahatavaran valmistus. 2013.)

Itse sahaus on vaihe, joka vaihtelee sahoittain. Sahan toimintastrategian ja taloudellisten tekijöiden mukaan on voitu valita eri sahaustapoja.

Vannesahauksessa teräpyörien päälle on kiristetty yhtenäinen teränauha. Pyörösahauksessa terä voi olla samalla akselilla useita ja samassa laiteyksikössä akseleita voi olla peräkkäin sekä päällekkäin. Pyörösahauksessa terän läpimitta määrittää sahattavan tukin maksimileikkuukorkeuden.

Kehäsahauksessa teräkehikkoon on kiinnitetty terät tietyin välein. Sahauksessa liike on edestakainen ylös-alassuuntainen isku, joka ylös palatessaan aiheuttaa kehäsahauksen tyypillisen repivän jäljen. (Sahatavaran valmistus. 2013.)

Kun tukki on sahattu, se dimensiolajitellaan lokeroihin eli lajitellaan paksuuden ja leveyden mukaan omiin lokeroihinsa. Tämä mahdollistaa rimoitusvaiheessa kuivauskuorman lisättävän vain yhtä dimensiota kerrallaan. Kuivauskuorman luonnissa lautojen väliin lisätään rimoja, joiden tarkoituksena on aikaansaada mahdollisimman hyvä ilmankierto kuorman eri osissa. Kuorman koko on tehty sopivaksi kuivausta varten: pituus 6,0 m, leveys 1,5 m – 2,0 m ja korkeus 1,5 m – 6,0 m. Kun kuivauskuorma on valmis, siirretään se trukilla kuivaamoon. Kuivauksessa sahatavara kuivataan joko käyttötarkoituksen tai asiakkaan toiveiden mukaan. Kuivaamoita on kahdenlaisia, jatkuvatoimisia sekä kamarikuivaamoita. Jatkuvatoimisessa kuivaamossa märkäkuorma eli lautanippu, jossa laudat ovat vielä kosteita, syötetään kanavan alkupäähän. Märkäkuorma kulkee sitten kanavan loppupäähän hihnaa pitkin. Kanavassa voi olla samanaikaisesti jopa 10-15 märkäkuormaa ja ilma kulkee pakettien kulkusuunnan vastaisesti. Kamarikuivaamossa kuorma on paikallaan ja kamarin olosuhteita vaihdellaan halutun tuloksen mukaan. Kuivauksessa ilman lämpötila on yleensä 70 °C. (Sahatavaran valmistus. 2013.)

Kuorman tullessa kuivaamosta se puretaan ja lajitellaan dimensioiden, laatuluokkien ja kosteusprosentin mukaan. Laatuluokituksen perustana käytetään luokitusta kirjasta Pohjoismainen sahatavara, lajitteluohjeet. Lajittelun yhteydessä lauta myös katkaistaan haluttuun mittaan. Laudat merkitään laadun mukaisella laivausmerkillä ja siirretään lajittelulokeroihin odottamaan pakkausta. Kun laudat ovat valmiita lähtemään asiakkaalle, ne pakataan sahatavarapaketteihin. Paketoinnin tarkoitus on helpottaa tavarankuljetusta ja varastointia. Paketteja on kahdenlaisia, trukkipaketteja ja pituuspaketteja. Trukkipaketti sisältää eri pituuksia tasaisesti jakaantuneena ja pituuspaketti vain yhtä pituutta. Kaikki paketit sisältävät vain yhtä dimensiota, puulajia, laatua ja kuivausastetta. Kun paketti on valmis, kiinnitetään sen kylkiin pakettikortti. Pakettikortista käy ilmi, mitä paketti sisältää ja kuka sen on valmistanut. (Sahatavaran valmistus. 2013.)

2.2 TimberPro

TimberPro on PiiMega Oy:n kehittämä sahantoiminnanohjausjärjestelmä. TimberPro on uusi versio vanhasta Visual Basic 5:llä toteutetusta TimberPro-ohjelmasta. Varastopaikannusjärjestelmä tulee toimimaan yhdessä TimberPron kanssa, ja se tulee tarjoamaan lisäominaisuuksia TimberProhon. TimberProlla hallitaan sahan toimintaa alusta loppuun ja sen yleisimmät käyttäjät ovat sahan toimihenkilöt. Opinnäytetyössä kehitettävä varastopaikannussovellus tuo näille käyttäjille lisää ennakoitavuutta, koska he saavat sen avulla tiedon nippujen senhetkisestä paikasta reaaliajassa. Lisäksi varastohallintajärjestelmä tuo näkyvyyden sahan varastotilanteeseen.

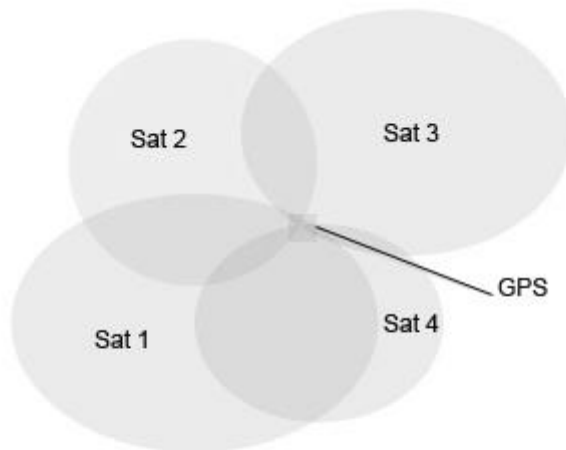
3 GPS-PAIKANNUSTEKNOLOGIA

Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama GPS eli Global Positioning System on satelliittipaikannusjärjestelmä. Järjestelmän kehitystyö aloitettiin 1970-luvun puolessa välissä Yhdysvaltain asevoimien toimesta tarkoituksena kehittää tarkka paikannusjärjestelmä sotilas- ja siviilikäyttöön. Täyteen toimintakuntoon GPS saatiin 27. huhtikuuta 1995. Täysin toimintakuntoiseen paikannusjärjestelmään kuuluu 24 satelliittia, ja näkyvillä samaan aikaan voi olla 12 satelliittia.

3.1 Toimintaperiaate

GPS jaetaan kolmeen eri segmenttiin, joita ovat avaruus, kontrolli sekä käyttäjä. Avaruussegmentti käsittää satelliitit, joita tällä hetkellä on noin 30. Järjestelmä tarvitsee täyteen toimintaan vain 24 satelliittia, joten ylimääräiset ovat vain varalla. Satelliitit kiertävät maan kaksi kertaa vuorokaudessa noin 20 000 km:n korkeudessa. Kontrollisegmentti tarkkailee satelliittien toimintaa ja niiden tilaa. Tähän segmenttiin kuuluu päävalvontakeskus Yhdysvalloissa sekä useita tarkkailuasemia eri puolilla maailmaa. Käyttäjäsegmentti sisältää nimensä mukaisesti kaikki GPS-vastaanottimet. (GPS III Operational Control Segment (OCX). 2013.)

GPS-satelliitit lähettävät vastaanottimelle navigaatio-signaalin sekä atomikellon ajan. Vastaanotin vaatii vähintään neljä satelliittia tarkan paikan mittaamiselle, koska sen kello ei ole yhtä tarkka kuin satelliittien atomikellot (kuva 1). Tästä johtuen paikannusyhtälössä pitää myös kellovirhe eli päätelaitteen ja todellisen ajan välinen erotus asettaa tuntemattomaksi. Joissain tapauksissa paikannukseen riittää vain kolmekin satelliittia. Tämä on mahdollista esimerkiksi merellä, jossa ei tarvitse laskea korkeutta, koska merellä korkeuseroja ei ole. Tällöin kaavassa on vain kolme ratkaistavaa suuretta eli X- ja Y-koordinaatti sekä kellovirhe.



KUVA 1. GPS:n toimintaperiaate (How GPS works. 2009)

Satelliittien lähettämästä radiosignaalista vastaanotin laskee pseudoetäisyyttä käyttämällä joko pseudosatunnaiskoodeja (PRN eli pseudorandom noise) tai kantoaallon vaiheita. Laskettaessa pseudoetäisyyttä olennainen osa ratkaisua on signaalin kulkuajan mittaaminen. Jokainen satelliitti lähettää koko ajan paikannusviestiä C/A (coarse acquisition)-taajuudella L1 ja paikannusviestiä P taajuudella L2. (Weston 1999.) C/A on salaamaton ja se on kaikkien käytettävissä, joten sitä käytetään siviilipaikannuksessa. P-koodi taas on salattu ja se tarjoaa C/A:ta paremman tarkkuuden, mutta se on tarkoitettu vain Yhdysvaltain armeijan käyttöön. (Richharia – Westbrook 2011, 443.)

Seuraavalla kaavalla tehdään pseudoetäisyyden mittaus (kaava 1) (Dana 1999).

$$p = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + (z - Z)^2} + c(\Delta t - \Delta T) \quad \text{KAAVA 1}$$

x, y, z = satelliitin paikka avaruudessa

X, Y, Z = vastaanottimen paikka kolmiulotteisessa avaruudessa

c = valonnopeus

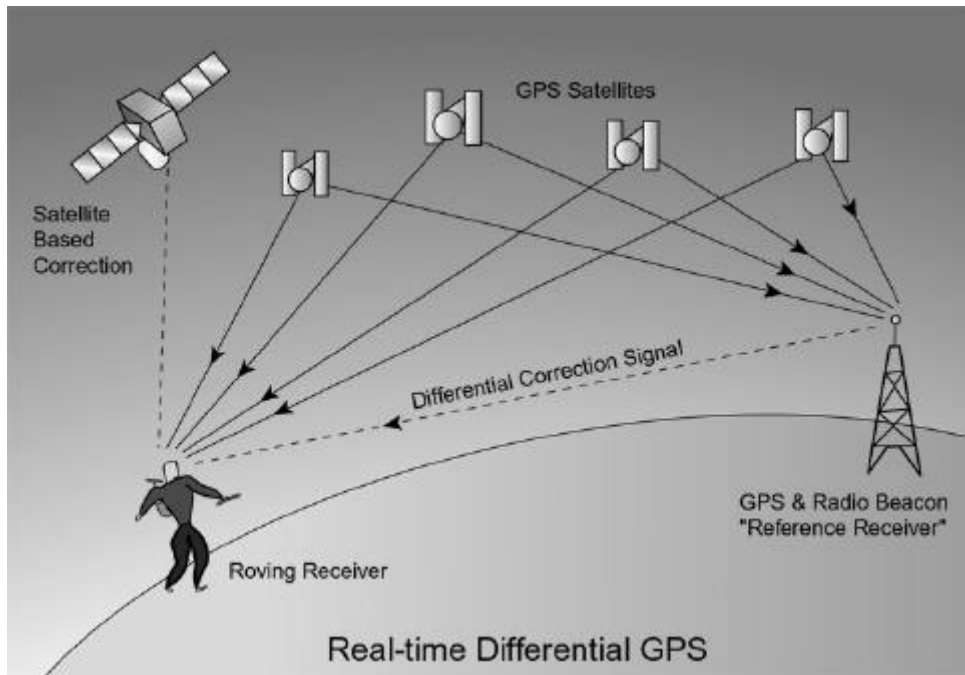
Δt = satelliitin kellovirhe

ΔT = vastaanottimen kellovirhe

X , Y , Z ja ΔT ovat tuntemattomia ja ne voidaan ratkaista vähintään neljän satelliitin avulla. Lausekkeessa olevan kellovirheen takia sitä kutsutaan pseudoetäisyydeksi. Tämän pseudoetäisyyden ja käyttäjän todellisen etäisyyden satelliittien välillä eli käyttäjän paikkavirhe riippuu vain marginaalisesti kellovirheestä, kun taas ilmakehä on pysyvä epätarkkuuden lähde. Virhe on noin parin metrin luokkaa.

3.2 Differentiaali-GPS

Differentiaali-GPS kehitettiin laivaliikenteen tarpeisiin, kun Yhdysvaltain puolustusministeriö tahallisesti heikensi siviilikäyttöön tarkoitetun paikannussignaalin tasoa. Tällöin paikannuksen tarkkuus vaakasuunnassa oli jopa 100 metriä ja korkeussuunnassa 156 metriä. Kapeiden laivaväylien ja isojen laivojen vuoksi edellä mainittu tarkkuus olisi ollut katastrofaalinen yhdistelmä. Tekniikassa käytetään erillistä tukiasemaa, jonka tarkka paikka on tiedossa. Tukiasema on yhteydessä satelliitteihin ja se vertaa satelliittien lähettämää dataa omaan paikkaansa. Näin saadaan laskettua virheen suuruus. Tukiasema lähettää laskemansa korjausdatan käyttäjän GPS-vastaanottimeen hyödyntäen radiosignaalia, ja näin päästään tarkempaan paikannukseen. (Kuva 2.) (How Differential GPS works. 2013.)



KUVA 2. Kuinka differentiaali-GPS toimii (How GPS works – Find out! 2011.)

4 VARASTOPAIKANNUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää varastonpaikannusjärjestelmän prototyyppi, jonka avulla on helppo ylläpitää sahojen nippujen ja tukkien varastotietoja. Ohjelman piti toimia yhteistyössä PiiMega Oy:n kehittämän TimberPro-sahantoiminnanohjausjärjestelmän kanssa.

Varastopaikannussovelluksen pääasialliset käyttäjät tulisivat olemaan sahojen trukinkuljettajat, jotka kuljettavat nippuja ja tukkeja eri paikkoihin sahan alueella. Tästä syystä ohjelman piti olla erittäin helppo- ja nopeakäyttöinen. Suurin osa toiminnoista sai vaatia vain yhden tai kaksi näpäytystä toimiakseen. Ohjelman avulla GPS:ää hyödyntäen työntekijä löytää niput sahan alueelta ja toimittaa ne ohjelman määräämään paikkaan.

Projekti aloitettiin tutkimalla eri paikannusratkaisuja, jonka jälkeen jatkettiin itse sovelluksen kehittämistä. Koska järjestelmältä vaadittiin tarkkaa paikannuskykyä, teknologiaksi valittiin differentiaali-GPS. Teknologia tarjoaa tarkkaa paikannusta kustannustehokkaaseen hintaan, ja se on suoraan yhteensopiva PiiMega Oy:n kehittämän PiiMega Maps -sovelluskirjaston kanssa.

4.1 Toteutustekniikat

Sovellus kehitettiin käyttäen VB.NET- eli Visual Basic.NET -ohjelmointikieltä. Kieli valikoitui kehityskieleksi, koska se on tilaajayrityksen käyttämä ohjelmointikieli. Päätelaitteeksi valikoitui uusi Windows 8 -tabletti, joka tukee suoraan Microsoftin kehitystyökaluja, kuten VB.NETtiä. Sovelluksen karttaominaisuudet toteutetaan PiiMega Oy:n kehittämällä PiiMega Maps -ohjelmistokirjastolla. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan keskitytä enempää käytettävään ohjelmistokirjastoon, koska se on tilaajayrityksen liikesalaisuus.

Paikannusteknologiaksi valittiin differentiaali-GPS, joka on tällä hetkellä kustannustehokkain paikannusratkaisu erittäin tarkkaan ulkopaikannukseen ennalta määritellyllä alueella.

4.2 Kehitysmenetelmät

Projektin kehityksessä ei käytetty mitään yleistä kehitysmenetelmää. Parhaiten menetelmä vastasi Agile-kehitysmenetelmiä. Aluksi suunniteltiin järjestelmän tietokanta sekä mahdolliset sovellustapahtumat valmiiksi. Näihin molempiin vaiheisiin varattiin aikaa noin kaksi-kolme viikkoa. Itse sovelluksen kehittämistä hallittiin viikoittaisilla palavereilla, joissa käytiin läpi siihen asti tehdyt työt ja seuraavaksi kehitettävät kohteet. Kehityksessä pyrittiin Agile-menetelmille tyypilliseen jatkuvaan toimivan demon kehittämiseen.

5 VARASTOPAIKANNUSJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

Sovelluksen toiminnallinen tarkoitus oli tarjota helppo ja nopea tapa trukkikuljettajille ylläpitää nippu- ja tukkivaraston sijaintitietoja. Tämä mahdollisti sahantoiminnanohjausjärjestelmän suuremman hyödyntämisen, kun tiedettiin tarkalleen, missä niput ja tukit sijaitsivat sahanalueella.

5.1 Paikannus

Paikannusta varten tarvittiin differentiaali-GPS -vastaanotin sekä erillinen tukiasema, joka tarjoaa korjausdataa trukeille. Tukiasema asennettiin sahalla mahdollisimman korkealle, jotta sen tarjoama kantama oli paras mahdollinen sekä näkyvyys taivaalle oli esteetön. Vastaanottimesta GPS-data saatiin ulos maailmanlaajuisessa WGS48-koordinaattimuodossa. Kyseinen muoto vastaa hyvin läheisesti Suomessa käytettävää ETRS89-koordinaattijärjestelmää, joten paikannustarkoituksessa järjestelmien yhteensopivuus on riittävä.

Järjestelmän käyttämät kartat saatiin Maanmittauslaitokselta. Kartat käyttävät ETRS89-koordinaattijärjestelmää, joten karttojen käyttäminen yhdessä GPS-vastaanottimen kanssa oli todella suoraviivaista ja helppoa, koska mitään koordinaattimuutosta ei tarvinnut tehdä.

5.2 Windows 8 -sovellus

Windows 8 -tabletksi valikoitui Lenovon ThinkPad-laite. Tämä laite valittiin käyttöön sen takia, koska se oli sovelluksen tekohetkellä ainoa sopivaan hintaan saatavilla ollut tabletti, jossa oli Windows 8 Pro -käyttöjärjestelmä. Laitteessa oli myös tarvittavat liitännät GPS-vastaanotinta varten sekä sisäinen nettiyhteys, jolla saadaan yhteys TimberPron tietokantaan.

Sovellus ohjelmoitiin käyttäen VB.NET-ohjelmointikieltä ja se suunniteltiin sopivaksi tabletti käyttöön. Prototyyppiä varten ohjelmoitiin sovellukseen perustoiminnot, jota oli mahdollista esitellä asiakkaalle. Näin asiakas pystyi kokeilemaan ja antamaan palautetta ohjelmasta. Itse sovellus ja sen tekninen

toteutus on tilaajayrityksen liikesalaisuus, joten aihetta ei tässä opinnäytetyössä esitellä.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli etsiä kustannustehokkain ja tarkka paikannusratkaisu sekä ohjelmoida varastopaikannusjärjestelmän prototyyppi PiiMega Oy:lle.

Varastopaikannussovellus on oma itsenäinen ohjelma, jonka piti toimia yhdessä TimberPro-sahantoiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Paikannusteknologialta vaadittiin tarkkaa paikannusta sekä alhaista hintaa, kun taas itse sovelluksen piti olla erittäin helppo- ja nopeakäyttöinen.

Tavoitteisiin päästiin ja tuloksena syntyi varastopaikannusjärjestelmän prototyyppi. Tilaajalle löydettiin sopiva ja kustannustehokas paikannusratkaisu, jota hyödynnettiin varastopaikannusjärjestelmän prototyypin kehittämisessä ja jota tarjottiin myös tilaajan asiakkaille.

Kehitysmenetelmänä Agile oliärkevin ja sopivin valinta tämän opinnäytetyön kehitysmenetelmäksi. Käyttäen Agile-kehitysmenetelmää pystyttiin nopeasti reagoimaan tilaajan vaatimiin ja toivomiin muutoksiin sovelluksen kehittämisessä. Kehitysmenetelmä ei vastannut täydellisesti Agile-kehitysmenetelmää, koska se ei sisältänyt sille tyypillisiä kehityssyklejä, mutta toiminnaltaan se vastasi enemmän Agilea kuin tyypillistä ylhäältä alas -suunnittelumallia. Ylhäältä alas -suunnittelumalli, esimerkiksi vesiputousmalli, ei olisi tässä tapauksessa ollut toimiva ratkaisu, koska projektin alussa ei ollut mahdollista tietää kaikkia sovelluksen vaatimuksia.

Opinnäytetyön aihe oli erittäin monipuolinen ja kiinnostava. Pidin erittäin tärkeänä vaiheena työssäni, että pääsin yhdistämään tärkeitä nykypäivän tekniikoita, kuten GPS:n ja kosketusnäyttötekniikan. Työskentelin IT-alan ammattilaisten kanssa ja käytin alan parhaimpia kehitystyökaluja. Työn mielenkiintoa lisäsi myös suuresti se tieto, että varastopaikannusjärjestelmää kehitettiin todellisen asiakkaan käytännön tarpeeseen ja sillä on arvoa jatkokehityksessä.

Opinnäytetyön avulla sain paljon uutta tietoa kosketusnäyttökehittämisestä. Pystyin hyödyntämään tietoa saman sovelluksen jatkokehityksessä sekä uusien sovelluksien toteuttamisessa. Työn toteutus opetti paljon projektinhallinnasta

sekä projektin ajankäytön suunnittelusta. Erittäin tärkeää oli myös havaita, että aina ei ole mahdollista suunnitella kaikkea etukäteen.

LÄHTEET

- Dana, Peter H. 1999. Global Positioning System Overview. Saatavissa: <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html>. Hakupäivä 28.4.2013.
- GPS III Operational Control Segment (OCX). 2013, GlobalSecurity.org. Saatavissa: http://www.globalsecurity.org/space/systems/gps_3-ocx.htm. Hakupäivä 5.3.2013.
- How Differential GPS works. 2013, Trimble. Saatavissa: http://www.trimble.com/gps_tutorial/dgps-how.aspx. Hakupäivä 6.3.2013.
- How GPS Works. 2009, The Portable GPS.com. Saatavissa: <http://www.the-portable-gps.com/how-gps-works.html>. Hakupäivä: 11.3.2013.
- How GPS works – Find out!. 2011, Thakkar Bhavik. Saatavissa: <http://www.thegeeksclub.com/how-gps-works/>. Hakupäivä 11.3.2013.
- Richharia, Madhavendra – Westbrook, Leslie David 2011. Satellite Systems for Personal Applications: Concepts and Technology. Chichester: Wiley.
- Sahatavaran valmistus. 2013, OPH. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/ensijalostus/sahatavaratuotanto/sahatavaran_valmistus.html. Hakupäivä 28.2.2013.
- Weston, Ed 1999. GPS Navigation Satellite message format and protocol details. Saatavissa: <http://gpsinformation.net/gpssignal.htm>. Hakupäivä 6.3.2013.