

Tommi Kettunen

## **KARTTAPALVELUT WINDOWS PHONE- JA ANDROID-LAITTEISSA**

# **KARTTAPALVELUT WINDOWS PHONE- JA ANDROID-LAITTEISSA**

Tommi Kettunen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä(t): Tommi Kettunen  
Opinnäytetyön nimi: Karttapalvelut Windows Phone- ja Android-laitteissa  
Työn ohjaaja(t): Eino Niemi  
Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Kevät 2015  
Sivumäärä: 41

---

Opinnäytetyön aiheena oli karttapalvelut Windows Phone 8.1- ja Android-laitteisiin. Työn tilaajana toimi Eino Niemi. Tavoitteena opinnäytetyössä oli selvittää, millaisia karttoihin liittyviä palveluita on tarjolla mobiililaitteisiin ja toteuttaa esittelyohjelmat molempiin laitteisiin. Työn tuloksia käytetään myöhemmin toteutettavassa kaupallisessa sovelluksessa sekä opetustarkoituksiin.

Työ alkoi perehtymisellä karttapalvelujen saatavuuteen ja selvitystyön aineisto koostuu kolmen karttapalveluja tarjoavan yrityksen karttapalvelu tuotteista. Esittelyohjelmat toteutettiin määriteltujen lähtötietojen perusteella. Sovelluksiin suunniteltiin käytettävä tietokanta sekä käyttöliittymässä tapahtuvat toiminnot.

Työn tuloksena saatiin tilaajalle selvitys mobiililaitteisiin saatavien palvelujen laajuudesta, käyttörajoituksista ja tietoa palvelujen käytön hintarakenteesta. Esittelyohjelmien suunnittelu- ja toteutusvaiheessa pyrittiin huomioimaan toimintojen ja karttapisteiden käytettävyyttä sovelluksessa. Työn tuloksena esittelyohjelmat valmistuivat molempiin alustoihin. Esittelyohjelmiin tehdyistä ratkaisuksista osa voi olla hyödynnettävissä kaupallista sovellusta toteutettaessa.

---

Asiasanat: karttapalvelut, Android, Windows Phone, mobiiliohjelmointi

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Information Technology

---

Author(s): Tommi Kettunen  
Title of thesis: Map services for Windows Phone and Android devices  
Supervisor(s): Eino Niemi  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015  
Pages: 41

---

The subject of this thesis was map services for Windows Phone and Android devices. The work subscriber was Eino Niemi. The aim of the thesis was to find out what kind of maps related services are available for mobile devices and implement demo applications on both devices. Result of this work is used in a subsequent exercise in a commercial application, as well as for educational purposes.

Thesis started by getting familiar with availability of map services. The survey material consists of three companies which provides mapping products. Demo applications was implemented on the basis of the requirement specifications.

As a result of the work was a report to the subscriber mobile devices for services from extent restrictions on use and information price structure. Demo applications design and implementation stage aimed to take note of functions and the usability of the map points in the application. As a result of the work, demo applications were completed on both platforms. Used solutions in the applications can be exploited in a commercial application implementations.

---

Keywords: map services, Android, Windows Phone, mobile development

## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö on toteutettu ja dokumentoitu kevään 2015 aikana.

Haluan kiittää opinnäytetyön tilaajaa tämän opinnäytetyön tekemisen mahdollistamisesta.

Lumijoella 5.5.2015

Tommi Kettunen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
ALKULAUSE.....	5
SISÄLLYS.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 KARTTAPALVELUT.....	9
2.1 Palvelut.....	9
2.1.1 Kartasto.....	9
2.1.2 Reittipalvelu.....	10
2.1.3 Sijaintihakupalvelu.....	10
2.1.4 Muut palvelut.....	11
2.2 Microsoft Bing Maps.....	11
2.3 Google Maps.....	12
2.4 HERE.....	13
3 SOVELLUKSEN SUUNNITTELU.....	15
3.1 Vaatimusmäärittely.....	15
3.1.1 Käyttäjävaatimukset.....	17
3.1.2 Toiminnalliset vaatimukset.....	17
3.1.3 Ei-toiminnalliset vaatimukset.....	17
3.2 Tietokannan määrittely.....	18
3.3 Ohjelmistorajapintojen määrittely.....	19
3.3.1 Karttapalvelurajapinnan määrittely.....	19
3.3.2 Paikannusrajapinnan määrittely.....	19
4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS.....	21
4.1 Windows Phone 8.1.....	21
4.1.1 Sovelluskehitystyökalut.....	21
4.1.2 Tietokanta.....	22
4.1.3 Karttakontrolli.....	23
4.1.4 Paikannus.....	23
4.1.5 Geokoodaus.....	24
4.1.6 Karttakuvake.....	24

4.1.7	Geofencing.....	25
4.1.8	Sovelluksen testaus .....	26
4.2	Android.....	27
4.2.1	Sovelluskehitystyökalut.....	27
4.2.2	Tietokanta .....	27
4.2.3	Karttakontrolli .....	27
4.2.4	Paikannus .....	28
4.2.5	Geokoodaus.....	28
4.2.6	Karttakuvake .....	28
4.2.7	Sovelluksen testaus .....	30
5	SOVELLUKSEN TOIMINNAN KUVAUS.....	31
5.1	Sovelluksen toiminta .....	31
5.2	Käyttöliittymä .....	31
5.2.1	Syöttösivu .....	31
5.2.2	Karttasivu .....	32
5.2.3	Esityssivu .....	34
5.2.4	Oma reittisivu .....	35
6	YHTEENVETO .....	37
	LÄHTEET.....	38

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli karttapalvelut Windows Phone 8.1- ja Android-laitteissa. Työn tilaajana toimi Eino Niemi. Työn tuloksia on tarkoitus käyttää myöhemmin toteutettavassa kaupallisessa sovelluksessa sekä opetustarkoituksessa.

Opinnäytetyö jakautuu kahteen osioon. Työn yhtenä tavoitteena oli selvittää, millaisia karttoihin liittyviä palveluja on tarjolla Windows Phone 8.1- ja Android-laitteisiin käytettäväksi sovelluskehitysympäristössä. Osiossa tarkastellaan karttapalvelujen eri palveluja ja palvelujen rajoitteita kuluttaja- ja yrityskäyttöön. Tässä työssä yrityskäyttöön tarkoitettujen palvelujen hintarakennetta ei käydä läpi, koska palveluntarjoajien hintatiedot ovat luottamuksellista tietoa.

Työn toisena tavoitteena oli toteuttaa karttapalveluja käyttävä esittelyohjelma. Esittelyohjelma rakennettiin määriteltyjen toiminnallisten vaatimuksien perusteella ja tavoitteena oli selvittää karttasovelluksen toiminnallisuutta käytettävyyden, joustavuuden ja selkeän käytön kannalta. Ohjelmassa karttapisteitä syötetään puhelimen tietokantaan ja karttapisteet esitetään pistejoukkoina kartalla. Työssä oli otettava huomioon karttanäkymän pistejoukkojen käytettävyys, kun karttapisteitä on paljon. Esittelyohjelman tarkempi määrittely käydään läpi sovellusosiossa.

Esittelyohjelmat toteutettiin molempiin laitteisiin ja niissä pyrittiin toiminnaltaan samanlaiseen karttasovellusohjelmaan. Esittelyohjelmat toteutettiin käyttämällä maksuttomia ohjelmia ja työkaluja. Ohjelmiston toiminnallisia määrittelyjä tarkennettiin ja rajattiin työn edetessä, koska esittelyohjelma on vain osa myöhemmin toteutettavaa sovellusta.



## 2 KARTTAPALVELUT

Karttapalvelulla tarkoitetaan verkkopalvelua, joka sisältää digitaalisia karttoja. Karttapalvelujen sisältö koostuu karttapohjasta, joka voi olla opas- ja reittikartta, maastokartta tai ilma- ja satelliittikuvaa sisältävä karttapohja. Karttapalvelun sisältämä kartta-aineisto on paikkatietomuotoista. Kartta-aineiston paikkatietomuotoisuus mahdollistaa sijaintiin liittyviä palveluja. Paikkatieto sisältää sijaintitiedon ja ominaisuustiedon. Sijaintitieto on usein koordinaatteina. Ominaisuustieto voi sisältää mitä tahansa kohteen ominaisuuteen liittyvää tietoa, esimerkiksi osoitteen, rakennuksen tiedot tai maaperän koostumuksen. (1.)

Karttapohjaan ja paikkatietoon perustuvia palveluja käytetään sovelluksessa palvelun tarjoaman ohjelmistorajapinnan (API) avulla. (2.) Karttapalvelun ohjelmistorajapinta toimii sovelluksen ja palvelun välisissä pyynnöissä ja tiedonsiirroissa. Sovelluskehittäjälle ohjelmistorajapinta tarjoaa valmiita menetelmiä palvelupyyntöjen lähettämiseen palveluntarjoajalle ja palvelun vastaanottamiseen sovellukseen. Ohjelmistorajapintoja on tarjolla karttatietojen käyttötarkoituksen ja käytettävän sovellusalustan mukaisesti. (3.)

Karttapalveluja tarjoavat yritykset tai avoimeen lähdekoodiin perustuvat yhteisöt. Tähän työhön karttapalveluja tarjoavat tahot valittiin perustuen sovelluskehitystyökalun SDK (Software Development Kit) saatavuuteen Windows Phone 8.1- tai Android-sovelluskehitysympäristöön. Sovelluskehitystyökalun saatavuus mahdollistaa valmiiden kirjastojen käytön ja sovellusalustalle luotujen valmiiden ohjelmistorajapintojen (API) käyttämisen karttasovelluksessa.

### 2.1 Palvelut

Tässä luvussa esitetyt palvelut ovat keskeisimpiä palveluja karttapalvelujen tarjoajilta. Palvelut käyttävät hyväksi karttapohjan paikkatietoa tai laitteen sijaintitietoa.

#### 2.1.1 Kartasto

Ohjelmistorajapinnan avulla toimiviin karttapalveluihin kuuluu luonnollisesti karttapohja. Sovelluksessa käytettävään karttapohjaan saadaan toiminnallista lisäarvoa ohjelmointirajapinnan kautta

saatavien palvelujen avulla. Karttapohjan päällä on mahdollista esittää karttapalvelusta saatua informaatiota eri tasojen avulla. Sovelluksessa käytettäviä karttakuvakkeita voidaan luoda omalle tasolle karttanäkymään. Karttanäkymän eri tasoja on esitettyä kuvassa 1.



KUVA 1. Karttanäkymän esitystasot (4)

### 2.1.2 Reittipalvelu

Kartalta valitun kahden kohteen tai oman sijainnin ja valitun kohteen perusteella palvelusta palautustietona saadaan reittiohjeet. Sovelluksessa reittiohjeet voidaan esittää esimerkiksi tekstimuotoisena reittiohjeena ja piirtämällä reitti karttapohjaan. Reittiohjeita voidaan luoda ajo- tai kävelyreiteille. Reitin luontiin voidaan vaikuttaa vaihtoehtoisten parametrien avulla. Tietullit, lautat tai eri luokituksen omaavat tieosuudet ovat parametreja reittipalvelussa. (5.)

### 2.1.3 Sijaintihakupalvelu

Palvelu palauttaa syötetyn osoitteen, karttapohjasta osoitetun paikan tai laitteen sijaintitiedon perusteella kyseisen kohteen tai kohteen lähiympäristössä sijaitsevien kohteiden tiedot. Esimerkiksi hakusanalla kahvila saadaan palautustietona palvelusta lähellä sijaitsevan kahvilan nimi, osoite ja paikkatiedot. Palautustiedot voidaan esittää esimerkiksi karttanäkymässä karttakuvakkeina (6.)

## 2.1.4 Muut palvelut

Taulukossa 1 esitellään muut keskeisimmät palvelut, jotka ovat käytettävissä karttapalvelun kautta.

TAULUKKO 1. Karttapalvelujen muut palvelut ja niiden kuvaukset

Palvelu	Kuvaus
Geokoodaus	Sovelluksessa syötetyn osoitteen perusteella geokoodaus palvelu palauttaa paikkatietoon liitetyn sijainnin koordinaatteina. Palvelun avulla haettu osoitetieto voidaan esittää karttanäkymässä karttakuvakkeena. (7.)
Käänteinen geokoodaus	Sovelluksessa karttapohjasta valitun karttapisteen koordinaattitiedon perusteella palvelu palauttaa karttapisteen osoitetiedot. Valitun karttapisteen osoitetiedot voidaan esittää sovelluksessa tekstimuotoisena. (7.)
Etäisyysmatriisi	Palvelu palauttaa suunnitellun reitin alku- ja loppupisteiden välisen etäisyyden ja arvioidun matkustusajan reitille. (8.)
Korkeustiedot	Karttapohjasta tai laitteen sijaintitiedosta saadun koordinaattitiedon perusteella palvelu palauttaa sijainnin korkeustiedon sovellukselle. Palvelua voidaan käyttää esimerkiksi reitin korkeuskäyrän esittämiseen. (9.)
Liikennetiedot	Palveluun lähetetty reittitieto, joka koostuu reitin koordinaateista palauttaa tiedot liikennemääristä ja tiekohtaisista nopeusrajoituksista. (10.)

## 2.2 Microsoft Bing Maps

Bing-karttojen käyttö sovelluksessa edellyttää rekisteröitymistä palveluun. Rekisteröitynyt soveluskehittäjä saa kartta-avaimen, jolloin karttapalvelun käyttäminen sovelluksessa on mahdollista.

Kartta-avain on yksilöllinen tunniste, jonka avulla palvelupyynnöt todennetaan kyseiseen avaimeen. Palvelupyynnöille on säädetty rajoitteita päivä ja vuositasolla. Bing-karttapalvelu valvoo avaimen käyttöön liittyvää liikennettä. Bing-karttapalvelu tarjoaa myös sovelluskehittäjälle mahdollisuuden seurata avaimeen kohdistuvaa käyttöä sivuston kautta. Karttapalvelujen käyttö on jaoteltu käyttäjäryhmän, sovelluksen käyttötarkoituksen ja palvelupyyntöjen määriin perustuen. (11.)

Kuluttajalisenssin vaatimuksena on, että sovelluksen käyttäjäryhmä kohdentuu kuluttajiin ja mobiilisovellus on vapaasti saatavilla. Sovelluksen täytyy olla ilmainen käyttää, sovellus voi kuitenkin olla ladattavissa maksua vastaan. (12, kohta 10.) Mobiilisovelluksen palvelupyyntöjen määrä on rajoitettu 125 000 laskutettavaan tapahtumaan vuositasolla (12, kohta 2). 50 000 laskutettavaa tapahtumaa 24 tunnin jaksolla. (12, kohta 8.2.c.) Yhdeksi tapahtumaksi lasketaan, kun sovellus avaa karttapalvelu istunnon avaimen avulla. Myös jokainen palvelupyyntö esimerkiksi geokoodaus on yksi tapahtuma. Kuluttajalisenssillä palvelun käyttö on ilmaista. (12, kohta 2.)

Yrityslisenssillä mobiilisovellusta voidaan käyttää kaupalliseen tarkoitukseen, yrityksen tai organisaation sisäisessä verkossa tapahtuvaan palveluun. Bing Maps -yrityslisenssi vaihtoehtoja ovat seuraavat:

- Known User, sovellusta käyttää enintään 100 käyttäjää
- Light Known User, sovellusta käyttää enintään 1 000 käyttäjää.

Yrityslisenssi on maksullinen palveluhinnaston mukaisesti. (13.)

Bing Maps -palvelu tarjoaa REST-, AJAX v7- ja Spatial Data -ohjelmistorajapinnan käytön molemmille alustoille. Lisäksi Windows Phone 8- ja 8.1-Silverlight -rajapintaan on tarjolla valmis karttakontrolli Bing-karttojen käyttöön. (14.)

### **2.3 Google Maps**

Google Maps edellyttää karttapalvelun käytöltä rekisteröitymisen ja palvelun käyttö perustuu yksilölliseen API-avaimeen. Avaimet luodaan Google API -portaalissa edellyttäen Google Mail -tiliä. Karttapalvelut on jaettu kahteen lisenssiin perustuen käyttäjäryhmän, sovelluksen käyttö tarkoituksen ja palvelupyyntöjen määriin. (15.)

Maps API -lisenssin käytön ehtona on, että palvelu on vapaasti ja julkisesti saatavilla käyttäjille. Mobiilisovelluksen kohdalla lisenssin palveluehdoissa on poikkeus. Sovellus voi olla ladattavissa maksua vastaan sovelluskaupasta. (16, kohta 9.1.2 (b) (i).) Sovellus voi olla ladattavissa maksua vastaan Android-alustalle ja sovellus on ladattavissa Google Play -kaupasta.(16, kohta 9.1.3 (b).) Palvelupyynnöiden määrä on rajoitettu palvelun mukaan. Geokoodaus-, reittipalvelu-, etäisyysmatrööri-, korkeustieto- ja liikennepalveluissa sallitaan 2500 pyyntöä 24 tunnin ajanjaksolla. Maps API -lisenssillä palvelun käyttö on ilmaista. (15.)

Maps Transaction model -lisenssi tuo parannettuja ominaisuuksia ja tukipalveluja organisaatioille, jotka käyttävät maksuun perustuvaa mobiilisovellusta tai jotka käyttävät karttapalvelua organisaation sisäisessä verkossa. Palvelupyynnöiden määrä on rajoitettu 250 000 pyyntöön/vuosi. Lisenssi on maksullinen palveluhinnaston mukaisesti. (13.)

Google Maps tarjoaa ohjelmistorajapinnan Google Maps Android API v2 -Android -alustalle. Google Maps ei tarjoa ohjelmistorajapintaa Windows Phone 8.1 -alustalle. (17.)

## 2.4 HERE

HERE edellyttää karttapalvelun käytöltä rekisteröitymistä ja palvelun käyttö perustuu yksilöllisiin App\_id- ja App\_Code -avaimiin. Avaimet luodaan HERE-portaalissa. HERE-karttapalvelujen käyttö sovelluksessa jakautuu kuluttaja- tai yrityskäyttöön. (18.)

HERE Consumer -lisenssin vaatimuksena on, että käyttäjäryhmä kohdentuu kuluttajiin. Kuluttajalisenssiä voidaan käyttää myös mobiilisovelluksissa, jotka ovat saatavilla maksua vastaan sovelluskaupoista. Karttapalvelujen käyttörajoitukset perustuvat palvelupyntöihin/kuukausi. HERE-karttapalveluun sisältyy Karttapohja-, geokoodaus-, reittitieto- ja sijaintihakupalvelut. Nämä palvelut ovat saatavissa ilmaiseksi, kun palvelupyynnöt rajoittuu 100 000 laskutettavaan palvelupyntöön/kuukausi. Yksi laskutettava palvelupyntö vastaa yhtä palvelutapahtumaa. Poikkeuksen tekee karttatiilien lataaminen. Yhden karttatiilien lataaminen vastaa 15:tä palvelupyntöä. (18, kohta Licensing and Terms alakohdassa 1.) 100 000 palvelupyntön ylimenevältä osalta palvelusta veloitetaan 0,0005 €/palvelupyntö, poikkeuksena geokoodaus 0,0016 €/palvelupyntö. (18, kohta Payment and Subscription alakohdassa 11.)

HERE Enterprise -lisenssi kohdentuu yrityskäyttöön. Enterprise-lisenssin vaihtoehdot rakentuu palvelutapahtumien määrään/kuukausi. Lisenssi sallii palvelutapahtumia 50 000–800 000 kpl/kuukausi riippuen valitusta palvelutasosta. Lisenssi sisältää karttapohja-, geokoodaus- ja reititietopalvelun. Lisenssi on maksullinen palveluhinnaston mukaisesti. (13.)

HERE tarjoaa ohjelmistokehitystyökalun (SDK) Android -alustalle. HERE ei tarjoa ohjelmistokehitystyökalua (SDK) Windows Phone 8.1 -alustalle. HERE karttapalvelut on saatavilla JavaScript 3.0, REST -ohjelmistorajapintana. (19.)

### 3 SOVELLUKSEN SUUNNITTELU

Sovelluksen suunnitteluvaiheessa laadittiin vaatimusmäärittely, jossa kuvataan sovellukselta vaadittavat toiminnot. Lisäksi suunniteltiin tietokannan rakenne ja määriteltiin ohjelmistorajapinnat.

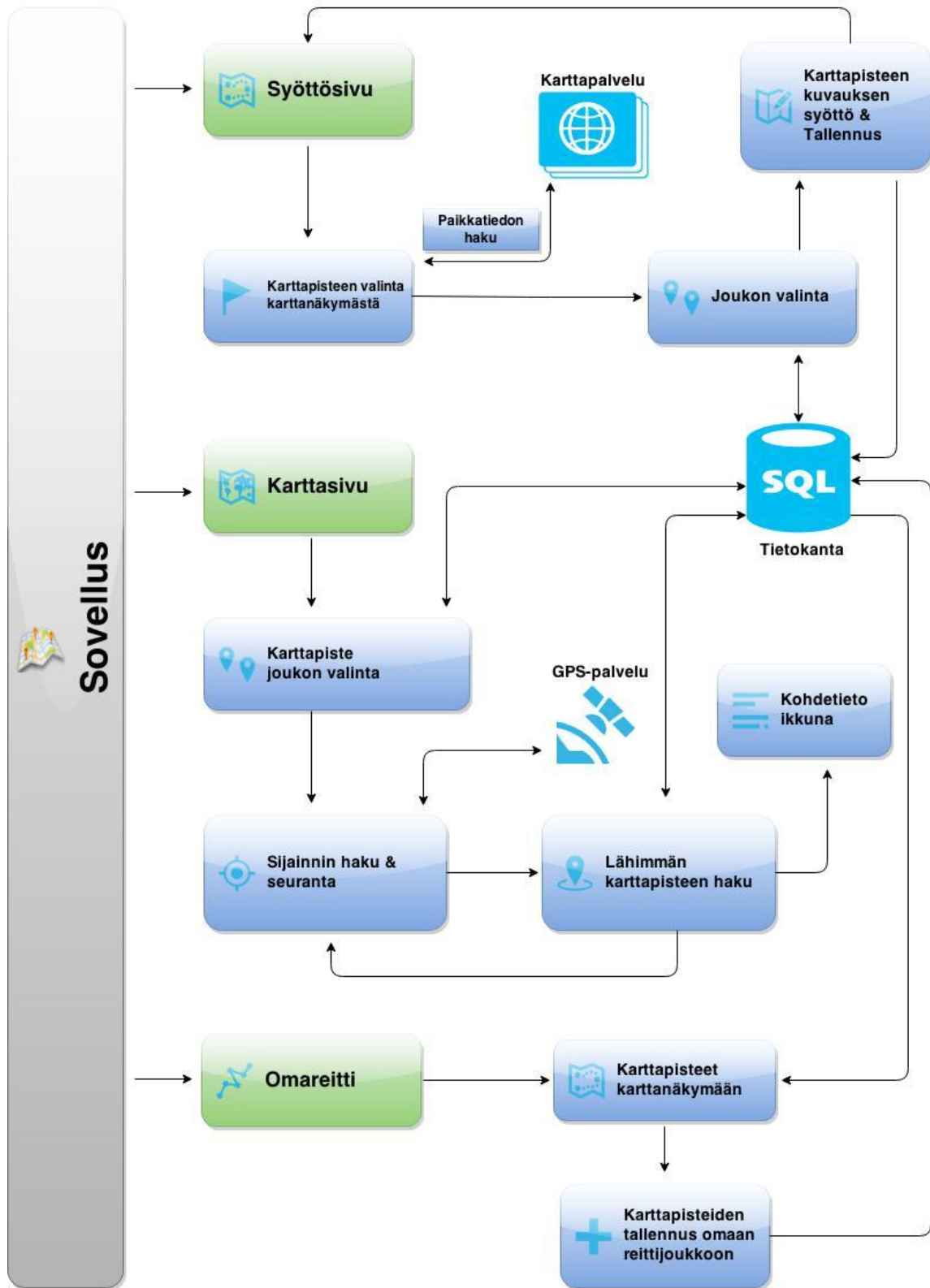
#### 3.1 Vaatimusmäärittely

Sovelluksen vaatimusmäärittely tehtiin lähtötietomuition ja työn tilaajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Sovelluksessa käytetään karttapohjaa, laitteen sijaintitietoa, karttapalvelua ja tietokantaa, joiden avulla sovelluksessa vaaditut tapahtumat toteutettiin.

Sovelluksen syöttösivulla karttapohjasta valitaan osoitetun paikan tai syötetyn osoitetiedon perusteella karttapisteitä. Valitut karttapisteet tallennetaan tietokantaan. Tallennuksen yhteydessä karttapisteelle on mahdollista antaa otsikko ja kuvausteksti. Karttapisteelle luodaan uusi tai valitaan jo olemassa oleva joukko. Karttapisteet tallennetaan kuuluvaksi valittuun joukkoon.

Sovelluksen karttasivulla tallennettuja karttapisteitä haetaan karttanäkymään tietokannasta. Karttapisteitä on mahdollista hakea joukkojen tai kaupunkien perusteella. Haun perusteella karttapisteet esitetään karttanäkymässä karttakuvakkeina. Karttakuvaketta osoittamalla karttapisteestä esitetään tietokantaan tallennetut tiedot kohdetietoikkunassa. Laitteen sijaintitiedon avulla sovellus määrittää käyttäjän sijainnin karttanäkymään. Käyttäjä voi halutessaan käynnistää oman sijainnin seurannan. Sovellus seuraa käyttäjän sijaintia ja ilmoittaa, kun käyttäjän lähestyy lähintä karttapistettä, joka kuuluu valittuna olevaan joukkoon. Käyttäjän halutessa sovellus esittää lisätietoa lähimmästä kohteesta.

Sovelluksen omareitti-sivulla käyttäjä voi luoda kaikista tietokannassa olevista karttapisteistä oman reitin. Karttanäkymässä karttakuvaketta osoittamalla karttapiste tallentuu omareitti-joukkoon. Sovelluksen toiminta on kuvattu lohkokaaviona kuvassa 2.



KUVA 2. Sovelluksen lohkokkaavio



### **3.1.1 Käyttäjävaatimukset**

Käyttäjävaatimuksilla tarkoitetaan toimia, jotka käyttäjä pystyy toteuttamaan sovellusta käytettäessä. Sovelluksen käyttäjävaatimuksia ovat

- karttapisteen syöttö karttaa osoittamalla tai osoitetiedolla
- karttapiste joukon luonti
- karttapisteelle joukon valinta, mahdollisuus lisätä otsikko ja kuvausteksti
- karttapisteen tallennus tietokantaan
- mahdollisuus valita karttapisteitä joukon tai kaupungin perusteella kartalle
- oman sijainnin näkeminen kartalla
- oman reitin luominen tietokannan karttapisteistä
- ilmoitus lähimmästä karttapisteestä
- karttapisteen tiedot osoittamalla karttapistettä.

### **3.1.2 Toiminnalliset vaatimukset**

Toiminnalliset vaatimukset ovat sovelluksen toimimiseen edellyttäviä vaatimuksia järjestelmältä.

Toiminnallisia vaatimuksia ovat

- mobiililaitteen paikkatiedon (GPS) käyttäminen
- mobiililaitteen paikallisen tallennustilan käyttäminen
- tiedon lukeminen tietokannasta
- tiedon tallentaminen tietokantaan
- tiedonsiirto mobiililaitteen ja karttapalvelun välillä.

### **3.1.3 Ei-toiminnalliset vaatimukset**

Ei-toiminnalliset vaatimukset liittyvät sovelluksen käytettävyyteen. Ei-toiminnallisia vaatimuksia ovat

- sovelluksen karttapisteiden käytettävyys
- karttapisteiden esitys kartan eri zoomaus tasoilla
- sovelluksen toteutus molempiin mobiilialustoihin.

## 3.2 Tietokannan määrittely

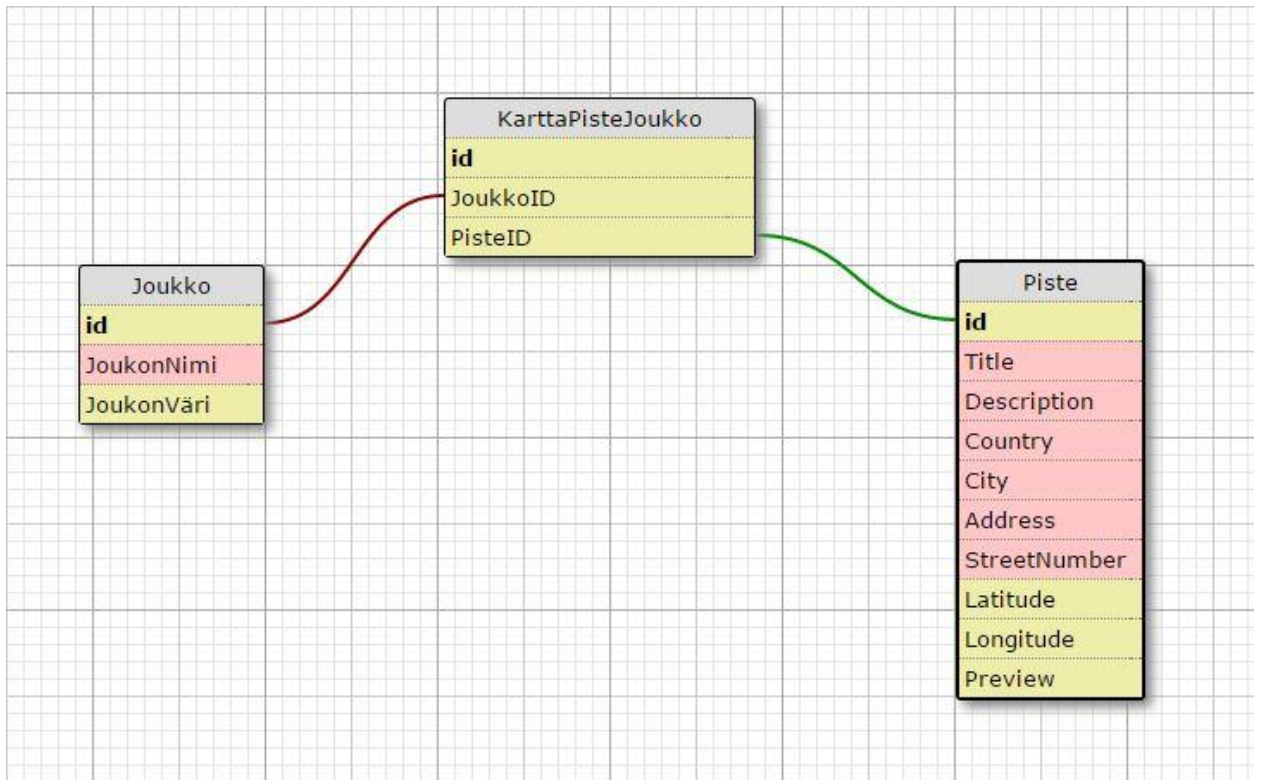
Sovellus tallentaa karttapisteiden ja karttajoukkojen tiedot tietokantaan. Tietokannasta löytyy tallennusmahdollisuus seuraaville tiedoille:

- karttapisteen tiedot
- karttajoukon tiedot
- karttapistejoukon tiedot.

Tietokanta rakentuu kolmesta taulusta:

- Joukko
- Karttapistejoukko
- Piste.

Joukko-taulu sisältää karttajoukkojen tiedot. Joukko-taulu sisältää karttajoukon nimi- ja väritiedon. Karttapistejoukko-taulu sisältää tiedot joukosta ja pisteestä. Tämä taulu sisältää tiedon mihin joukkoon piste kuuluu. Taulu sisältää joukon ja pisteen perusavaimen. Piste-taulu sisältää tiedot karttapisteestä. Näitä ovat osoitetieto, paikkatieto koordinaatteina, otsikko- ja kuvausteksti ja esitystiedon totuusarvon. Tietokannan rakenne esitetään kuvassa 3.



KUVA 3. Sovelluksen tietokannan rakenne

### 3.3 Ohjelmistorajapintojen määrittely

#### 3.3.1 Karttapalvelurajapinnan määrittely

Karttapalvelun rajapinta toimii tiedonvälittäjänä sovelluksen ja karttapalvelun välillä. Sovelluksessa karttapalvelun rajapinnalta vaaditaan seuraavia toimintoja:

- sovelluksen käynnistyessä rajapinta tunnistaa käyttöoikeuden kartta-avaimen perusteella ja mahdollistaa karttapalvelun käytön
- karttapistettä valittaessa rajapinnan on käytettävä geokoodaus rajapintaa ja palautettava palvelusta paikka- tai osoitetieto.

#### 3.3.2 Paikannusrajapinnan määrittely

Paikannusrajapinta toimii tiedonvälittäjänä mobiililaitteen ja sovelluksen välillä. Sovelluksessa paikannusrajapinnalta vaaditaan seuraavia toimintoja:

- sovelluksen käynnistyessä rajapinnan on pystyttävä hakemaan mobiililaitteen sijaintitieto
- sovelluksen paikannuksen seurannan ollessa päällä rajapinnan on pystyttävä hakemaan sijaintitieto, ilmoittamaan sijainnin muutoksesta ja liikkeen nopeudesta.

## 4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Windows Phone 8.1

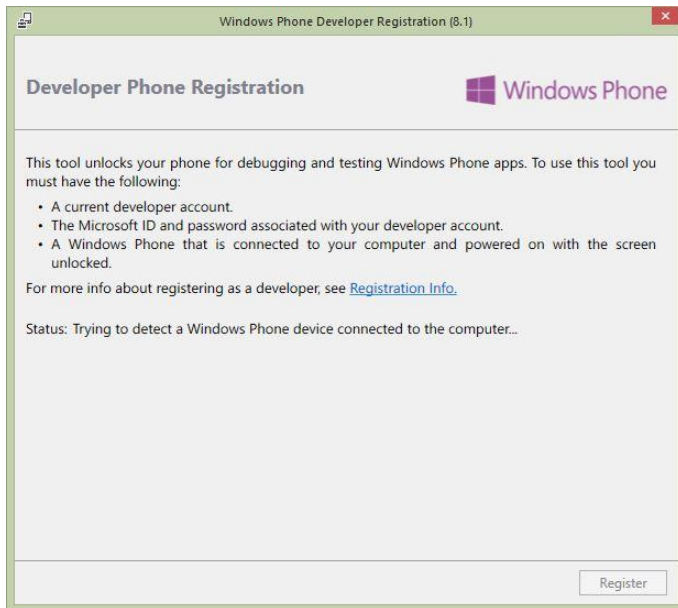
Sovellus toteutettiin Windows Phone 8.1 Runtime -sovelluksena. Ohjelmointikielenä käytettiin C#-ohjelmointikieltä.

#### 4.1.1 Sovelluskehitystyökalut

Microsoft tarjoaa ilmaiset työkalut Windows Phone -sovelluskehitykseen. Sovelluksen toteutuksessa käytettiin työkaluna Microsoft Visual Studio -ohjelmistokehitysympäristöä. Visual Studio 2013 Update 2 RC -päivitys sisältää ohjelmistonkehitystyökalut Windows Phone 8.1 -alustalle. Päivityksen avulla Visual Studio 2013 -ohjelmissa on mahdollista käyttää Windows Phone 8.1 -puhelinemulaattoria sovelluksen kehitys- ja testaustyökaluna. (20.)

Emulaattori toimii Hyper-V -virtualisointiympäristössä Windows 8- ja 8.1 -käyttöjärjestelmässä. Toimiakseen emulaattori tarvitsee Windows 8.1 Pro- tai Enterprise x64 -version ja käytettävän tietokoneen prosessorin täytyy tukea Second Level Address Translation(SLAT) -ominaisuutta. AMD:n prosessorit käyttävät vastaavaa tekniikkaa nimeltä Secure Virtual Machine (SVM). (11.) Edellä mainittu virtualisoinnin mahdollistava tekniikka täytyy mahdollisesti kytkeä päälle tietokoneen BIOS-asetuksista. (21.)

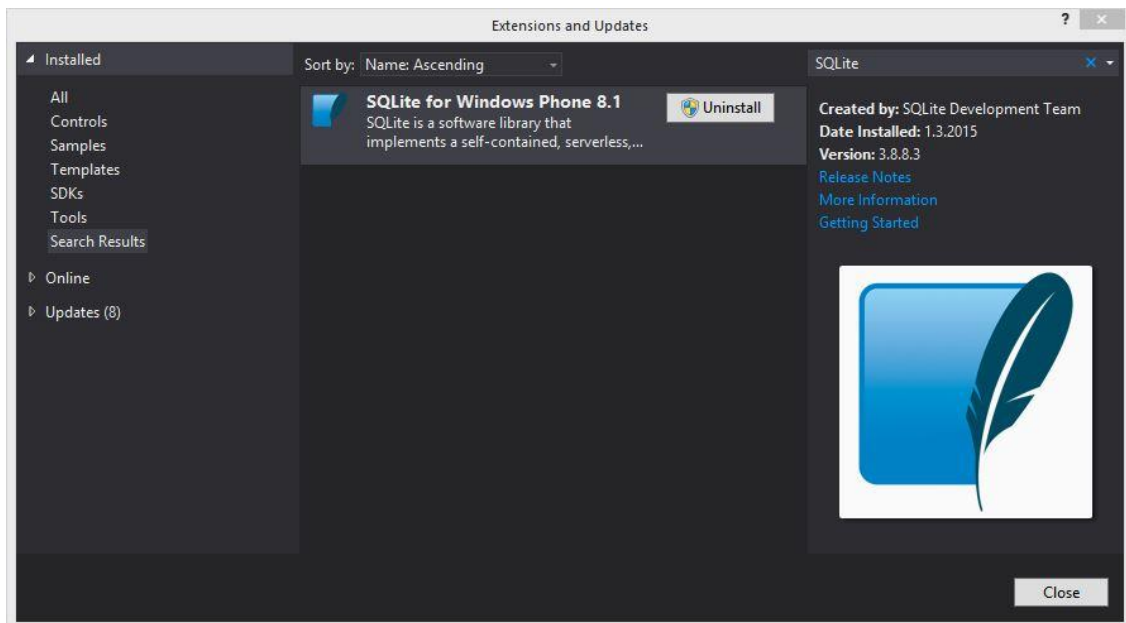
Sovellusta on mahdollista testata emulaattorilla ja myös oikealla puhelimella. Jotta sovellusta voitiin testata puhelimella, täytyi puhelin rekisteröidä sovelluskehitykseen (kuva 4). Rekisteröinti avaa lukituksen puhelimesta, mikä mahdollistaa sovelluksen asentamisen ja ajamisen puhelimessa. (22.)



KUVA 4. Puhelimen rekisteröinti sovelluskehitykseen (22)

#### 4.1.2 Tietokanta

Sovelluksen tietokantana käytettiin SQLite-tietokantajärjestelmää. Tähän päädyttiin, koska Android-käyttöjärjestelmä sisältää SQLite-tietokannan. Näin sovelluksissa käytetty tietokantarakenne on toteutettu yhdenmukaisesti ja sovelluksissa käytettyjen tietokantaan tehtävien kyselyiden rakenne voitiin pitää samankaltaisina. Windows Phone 8.1 -alustalle SQLite oli saatavissa ja asennettavissa lisäosana ohjelmistokirjastona (kuva 5). SQLite-kirjasto on public domain -ohjelmisto, joten sitä voidaan muokata ja levittää vapaasti ja se voidaan linkittää kaikkiin ohjelmistoihin ilman erillistä lupaa. (23.)



KUVA 5. SQLite-ohjelmistokirjasto Windows Phone 8.1 -alustalle

#### 4.1.3 Karttakontrolli

Windows Phone 8.1 Runtime -sovelluksissa käytettiin **Windows.UI.Xaml.Controls.Maps**-karttakontrollia. Karttakontrolli käyttää luonnollisesti Microsoft Bing kartta palvelua.

#### 4.1.4 Paikannus

Mobiililaitteen paikannukseen käytettiin **Windows.Devices.Geolocation**-ohjelmistorajapintaa. (24.) Paikkatiedon informaatio ja tarkkuus kyseisellä ohjelmistorajapinnalla saadaan seuraavista lähteistä:

- GPS: tarkkuus keskimäärin 10 metriä
- Wi-Fi: tarkkuus keskimäärin 30–500 metriä
- Matkapuhelintukiasemat: tarkkuus keskimäärin 300–3000 metriä
- IP-osoite: tarkkuus keskimäärin 1000–5000 metriä.

#### 4.1.5 Geokoodaus

Sovelluksessa geokoodaus- ja käänteistögeokoodauspalvelua käytettiin **Windows.Services.Maps**-ohjelmistorajapintaan kuuluvaa **MapLocationFinder**-luokkaa. Luokka sisältää metodit **geocoding** ja **reversegeocoding**, jotka toteuttaa osoite- ja paikkatietokyselyt.

#### 4.1.6 Karttakuvake

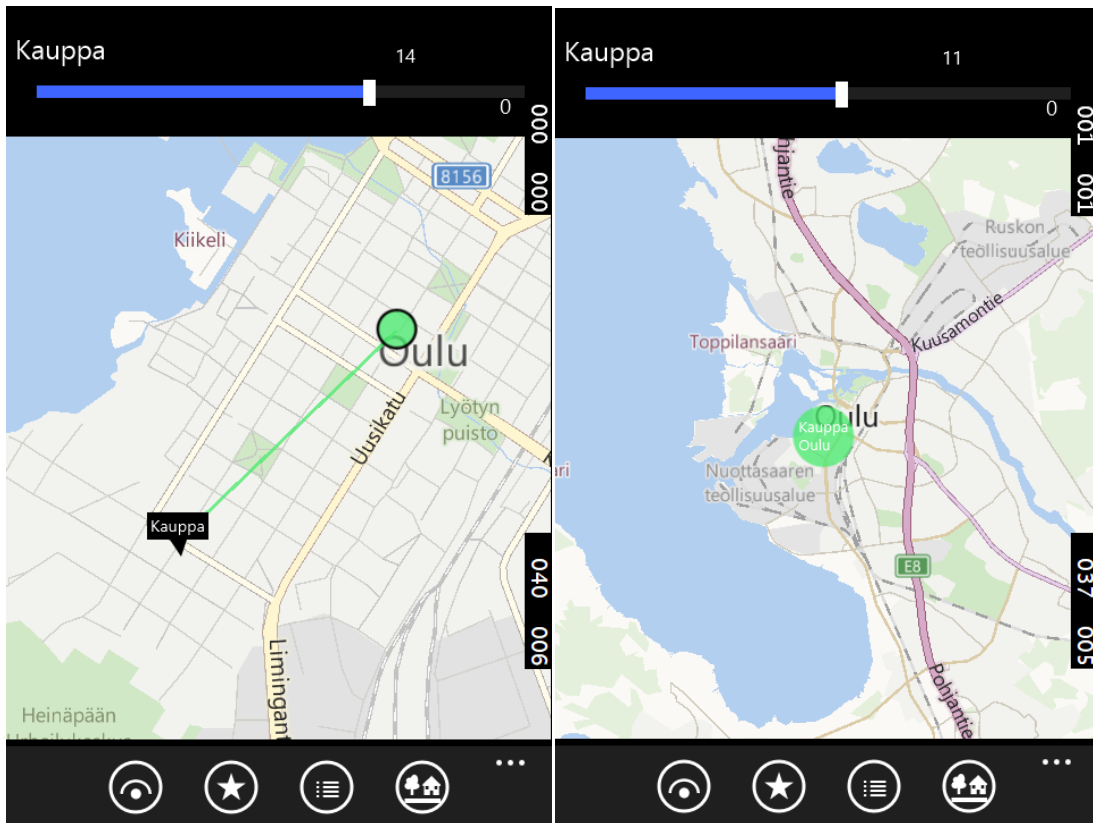
Tietokannasta tuodaan haluttujen karttapisteiden paikkatiedot, jotka piirretään karttakuvakeina karttanäkymään. Windows Phone 8.1 -karttasovelluksissa on mahdollista käyttää MapIcon-luokan karttakuvakkeita (kuva 6).



KUVA 6. MapIcon-luokan karttakuvake (25)

Microsoft toteaa, että MapIcon-luokan karttakuvakkeita ei voida taata näkyvän kaikilla kartan zoomaustasoilla, jos se peittää kartalla olevia muita elementtejä tai merkintöjä. (25.) Tämä ominaisuus havaittiin myös sovelluksen kehitysvaiheessa, joten työssä päädyttiin käyttämään PushPin-luokan karttakuvakkeita. PushPin-karttakuvake mahdollistaa myös Pushpin-kuvakkeisiin liittyvien tapahtumankäsittelijöiden käyttämistä. Pushpin-luokkaa käyttämällä karttapisteiden esitys eri kartan zoomaustasoilla oli mahdollista toteuttaa erilaisina karttakuvakeina. Näin karttanäkymä oli mahdollista pitää selkeänä kun karttapistejoukkojen karttapisteitä oli paljon (kuva 7).





KUVA 7. PushPin-karttakuvakkeita Windows Phone -sovelluksessa

#### 4.1.7 Geofencing

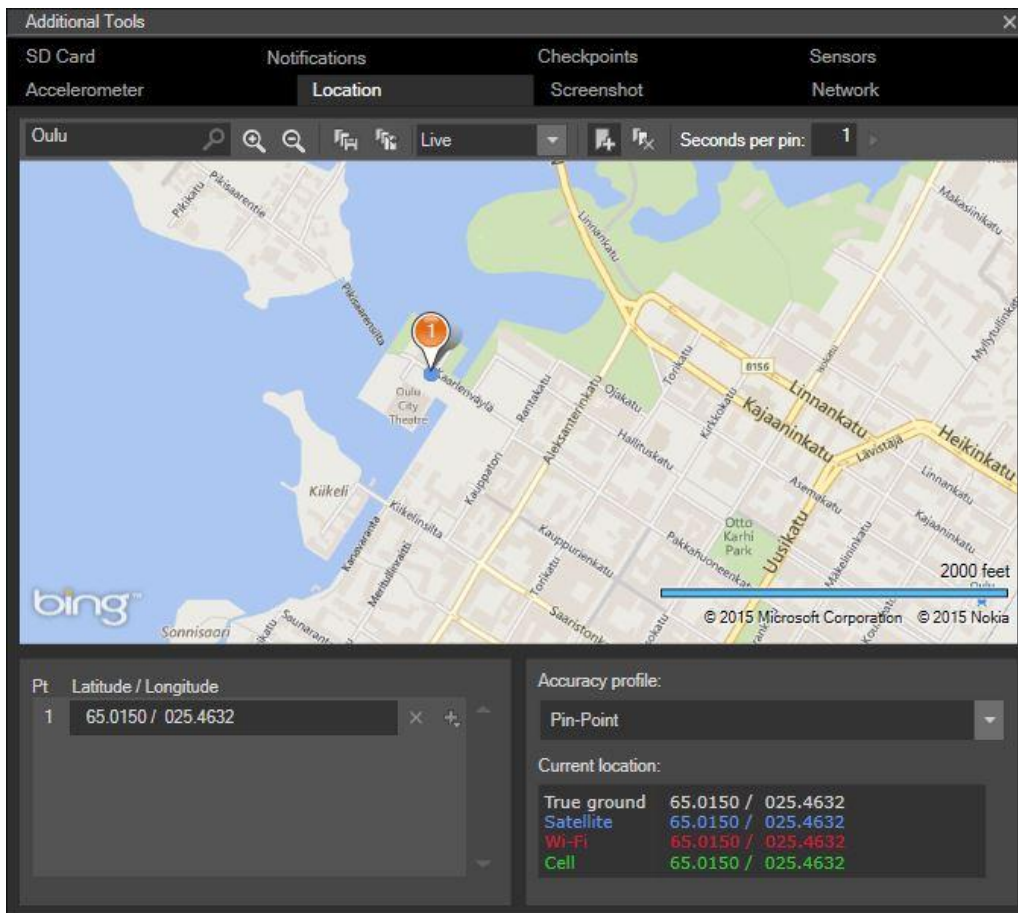
Windows Phone 8.1:n uutena ominaisuutena on mahdollisuus käyttää paikkatietoon perustuvaa geofence-ohjelmistorajapintaa. Geofence on virtuaalinen alue, joka luodaan paikkatietoon perustuvaan sijaintiin. Geofence-toiminnolla luodaan alueita, joihin saapuessa tai poistuessa voidaan sovelluksessa laukaista haluttuja toimintoja. (26.)

Tätä toimintoa suunniteltiin käytettäväksi tässä sovelluksessa, kun toteutetaan ilmoitus lähimmästä karttapisteestä. Microsoft suosittelee sovelluksessa käytettyjen virtuaalisten alueiden maksimimääräksi 1000 kpl. Android-alustalla virtuaalisten alueiden määrän rajoitus on 100 kpl/sovellus. (27.)

Kaupallisessa sovelluksessa karttapistejoukkoihin liittyviä karttapisteitä ja niihin tehtäviä virtuaalisia alueita tulisi voida luoda enemmän kuin 100 kpl. Tästä syystä geofence-toimintoa ei käytetty tässä sovelluksessa.

#### 4.1.8 Sovelluksen testaus

Sovelluksen kehitys- ja testausvaiheessa käytettiin Windows Phone 8.1 -emulaattoria Windows 8.1 -käyttöjärjestelmässä. Emulaattorissa on mahdollista simuloida laitteen paikkatietoa osoittamalla emulaattorin karttanäkymästä haluttua paikkaa kartalta (kuva 8).



KUVA 8. Windows Phone -emulaattorin paikkatiedon simulointi

Tämä toiminto oli käytännöllinen, kun testattiin karttapisteiden hakua tietokannasta ja lähimmän pisteen ilmoituksen luontia halutulla etäisyydellä. Emulaattorin käyttö mahdollisti sovelluksesta löytyvien virheiden paikantamisen ja korjaamisen. Testausvaiheessa käytettiin myös oikeaa Windows Phone 8.1 -älypuhelinia. Näin varmistettiin, että sovellus toimii oikeassa käyttöympäristössä. Sovellukseen jouduttiin tekemään pieniä muutoksia, jotka havaittiin vasta, kun sovellusta testattiin oikeassa puhelimessa.

## 4.2 Android

Sovellus toteutettiin Android 4.0.3 -käyttöjärjestelmä versiolle. Ohjelmointikielenä käytettiin Java-ohjelmointikieltä.

### 4.2.1 Sovelluskehitystyökalut

Android tarjoaa ilmaiset työkalut Android-sovelluskehitykseen. Sovelluksen toteutuksessa käytettiin työkaluna Android Studio 1.1.0 -ohjelmistokehitysympäristöä. (28.)

Android-sovelluskehitysympäristössä on mahdollista käyttää emulaattoria sovelluksen kehitys- ja testaustyökaluna. Emulaattori luodaan Android Virtual Device Manager -ohjelmiston avulla. Tässä työssä käytettävissä ollut laitteisto ei vastannut täysin emulaattorin vaatimuksia laitteistolta. Työssä kehitys- ja testaustyökaluna käytettiin oikeaa Android-älypuhelinia.

### 4.2.2 Tietokanta

Sovelluksen tietokantana käytettiin SQLite-tietokantajärjestelmää. Tähän päädyttiin, kun määriteltiin molempien sovellusalustojen tietokantaa. SQLite-tietokanta on käytettävissä valmiina kirjastona alkaen Android 1.0 -käyttöjärjestelmästä. (23.)

### 4.2.3 Karttakontrolli

Sovelluksessa aktiviteetin layoutiin lisättiin karttafragmentti (kuva 9), joka käyttää Google Maps -karttapalvelua.

```
<fragment
  class="com.google.android.gms.maps.MapFragment"
  android:layout_width="match_parent"
  android:layout_height="match_parent"/>
```

*KUVA 9. Karttafragmentti aktiviteetin layoutin osana (29)*

Google Map -ohjelmistorajapinta vaatii sovelluskehittäjän rekisteröitymisen Google-tilillä kehittäjäkonsoliin. Kehittäjäkonsolissa luodaan projekti. Projektiin generoidaan avain Android-

sovelluksiin. Generoitu API-avain täytyy lisätä sovelluksessa google\_maps\_api.xml -tiedostoon (kuva 10). Generoitu avain mahdollistaa MapFragment käytön Android-sovelluksessa. (30.)

```
<meta-data
    android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
    android:value="API_KEY"/>
```

KUVA 10. API-avaimen lisäys google\_maps\_api.xml -tiedostoon (30)

#### 4.2.4 Paikannus

Mobiililaitteen paikannukseen käytettiin **android.location**-ohjelmistorajapintaa. **LocationManager**-luokka toteuttaa pääsyn Android-paikannuspalveluun. **LocationProvider**-luokka välittää informaation mobiililaitteen paikkatiedosta. **LocationProvider**-luokka hakee paikkatiedon Wi-Fi- ja matkapuhelinverkosta. Tarkin mahdollinen paikkatieto on käytettävissä, jos mobiililaitteessa on GPS-vastaanotin. (31.)

#### 4.2.5 Geokoodaus

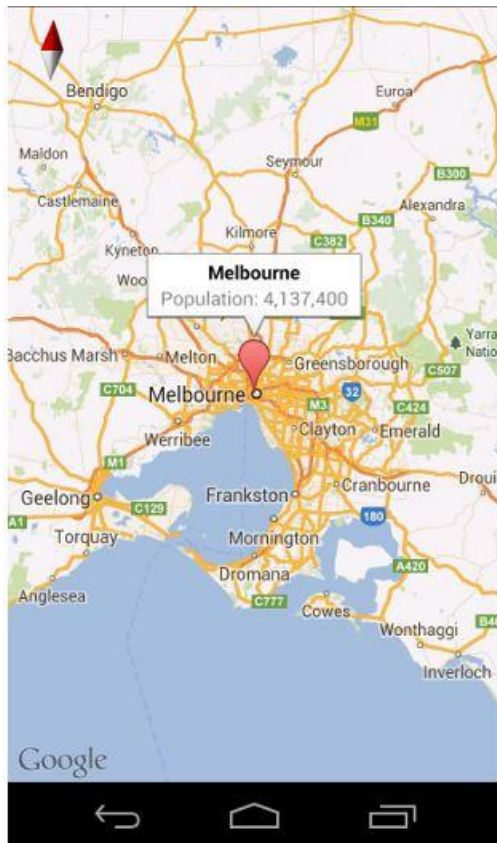
Sovelluksessa geokoodaus- ja käänteisgeokoodauspalvelun toteuttaa **Geocoder**-luokka. **Geocoder**-luokka käyttää Google online -palvelua. (31.)

#### 4.2.6 Karttakuvake

Karttakuvakeena Android-sovelluksessa käytettiin Google Maps Android API v2 -ohjelmistorajapinnassa toimivaa **Marker**-luokkaa. (32.) **Marker**-luokkaa käyttämällä karttakuvakeeseen on mahdollista lisätä tekstimuotoista informaatiota (kuva 11). Tämä informaatio näkyy lisätietona osoitettaessa kyseistä karttakuvaketta (kuva 12).

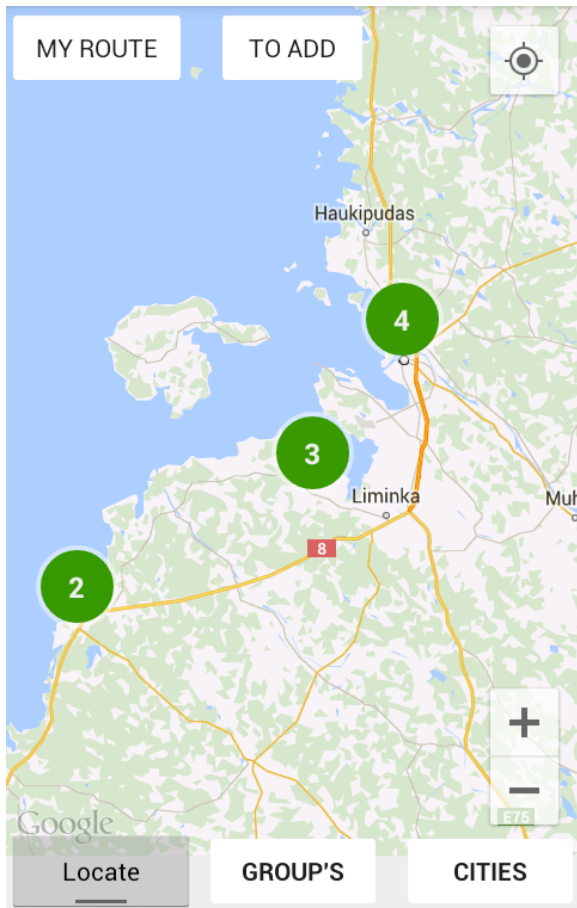
```
static final LatLng MELBOURNE = new LatLng(-37.81319, 144.96298);
Marker melbourne = mMap.addMarker(new MarkerOptions()
    .position(MELBOURNE)
    .title("Melbourne")
    .snippet("Population: 4,137,400"));
```

KUVA 11. Karttakuvakkeen luonti Marker-luokkaa käyttäen (33)



KUVA 12. Karttakuvakkeen informaatiotieto (33)

Tässä sovelluksessa otettiin huomioon tilanne, kun karttapisteitä karttanäkymässä on paljon. Google Maps Android API v2 tarjoaa ratkaisun karttapisteiden esittämisen klusterien muodossa. (34.) Käytännössä klusterointi tarkoittaa Marker-luokan karttakuvakkeiden yhdistämistä samaan ryhmään, joka muodostaa yhden klusterin. Klusteri esitetään karttanäkymässä karttakuvakkeena, joka sisältää klusterissa olevien karttapisteiden lukumäärän (kuva 13). Näin sovelluksen karttanäkymän eri zoomaustasoilla karttapisteet näkyvät yksitellen tai yhdistyen klusteriin. Tämä toiminto mahdollistaa karttapisteiden käytettävyyden silloinkin, kun karttapistejoukkojen karttapisteitä on paljon karttanäkymässä.



KUVA 13. Karttanäkymässä karttapisteet klustereiden sisällä

#### 4.2.7 Sovelluksen testaus

Sovelluksen kehitys- ja testausvaiheessa käytettiin vain Android-älypuhelinta. Tämä toi oman haasteensa virheiden etsinnässä ja korjauksessa, koska sisätiloissa laite ei aina onnistunut löytämään tarkkaa paikkatietoa. Lisäksi laitteen paikkatietoa ei ollut mahdollista vaihtaa tai syöttää, niin kuin emulaattorilla. Toisaalta oikean älypuhelimien käyttö mahdollisti testauksen suoraan oikeassa toimintaympäristössä.

## **5 SOVELLUKSEN TOIMINNAN KUVAUS**

### **5.1 Sovelluksen toiminta**

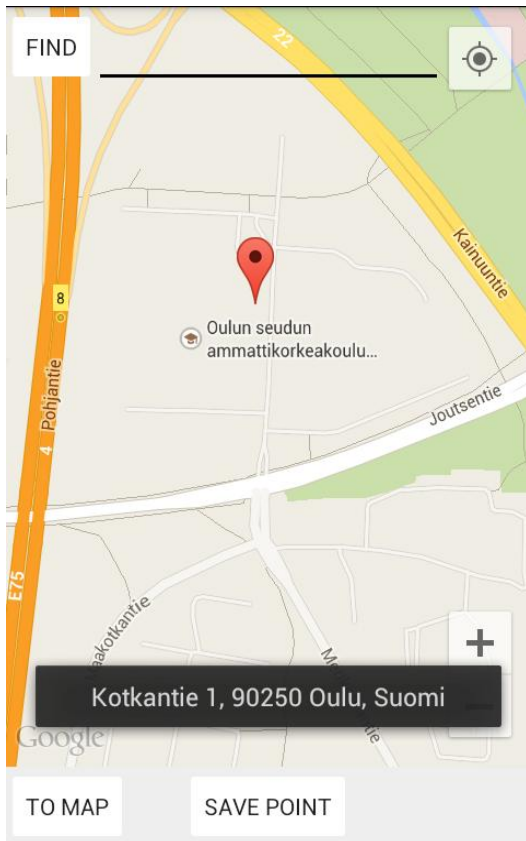
Sovelluksessa syötetään karttapisteitä kartalta ja tallennetaan tietokantaan. Syötettyjä karttapisteitä haetaan tietokannasta ja esitetään karttasivulla valitun karttapistejoukon tai kaupunkien perusteella. Karttapisteitä osoittamalla karttapisteestä esitetään tietokantaan tallennetut tiedot kohdetietoikkunassa. Mobiililaitteen GPS-toiminto määrittää sovelluksen käyttäjän oman paikan kartalle. Käyttäjän liikuessa sovellus ilmoittaa lähimmästä karttapisteestä ja esittää käyttäjän halutessa kohteesta lisätietoja.

### **5.2 Käyttöliittymä**

Käyttöliittymä sisältää neljä näkymää, joissa sovelluksen tapahtumat suoritetaan.

#### **5.2.1 Syöttösivu**

Syöttösivulla käyttäjä valitsee karttapohjasta halutun paikan. Karttapisteen valinta tapahtuu osoittamalla haluttu positio kartalta tai syöttämällä osoitetieto. Valitusta karttapisteestä esitetään näytöllä kohteen osoitetieto (kuva 14). Syötetyn osoitteen perusteella geokoodauspalvelu hakee palvelusta paikkatiedon. Saadun paikkatiedon avulla karttapohja kohdistetaan näytölle halutun osoitteen sijaintiin. Valittu karttapiste voidaan tallentaa tietokantaan tai hakea uusi kohde kartalta. Karttapisteen tallennuksen yhteydessä karttapisteelle valitaan joukko. Joukko valitaan tietokannassa jo olevista tai luodaan uusi joukko. Uudelle joukolle annetaan nimi ja valitaan joukkoa kuvaava väri. Kun joukko on valittu, syötetään karttapisteelle otsikko ja kuvausteksti tarkentamaan tallennettavaa kohdetta.

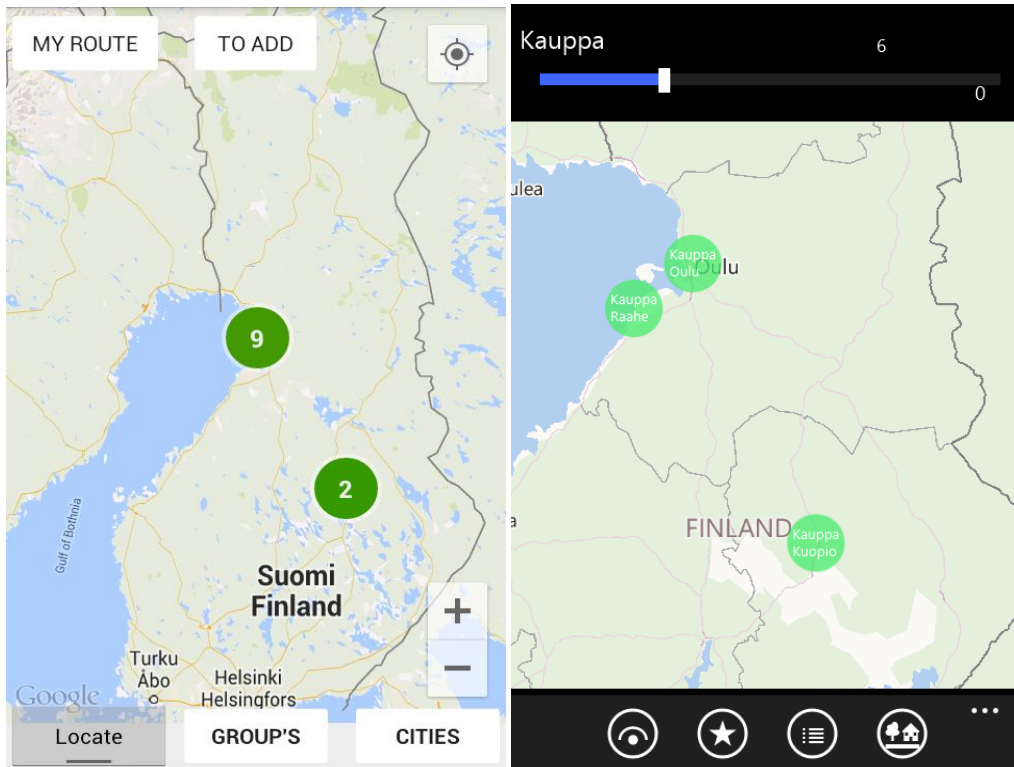


KUVA 14. Karttapisteen valinta tapahtuma Android-sovelluksessa

## 5.2.2 Karttasivu

Karttapisteitä haetaan karttanäkymään valitsemalla joukko tai kaupunki. Valinta listaa näkymään tietokantaan tallennettujen joukkojen nimet tai vastaavasti kaikki kaupungit, joihin karttapisteitä on luotu. Tietokannasta hakuperusteiden mukaan haetut karttapisteet esitetään kartalla kuvakkeina. Samaan joukkoon kuuluvat kuvakkeet yhdistetään toisiinsa viivalla. Karttapistekuvakkeiden yhdistävänä tekijänä on myös joukon väri, jolla kaikki saman joukon kuvakkeet esitetään. Kun karttaa zoomaustoiminnolla loitonnetaan, esitetään karttapisteet yhtenä karttakuvakkeena. Karttanäkymä säilyy selkeänä tilanteessa, kun karttapisteitä on paljon (kuva 15).

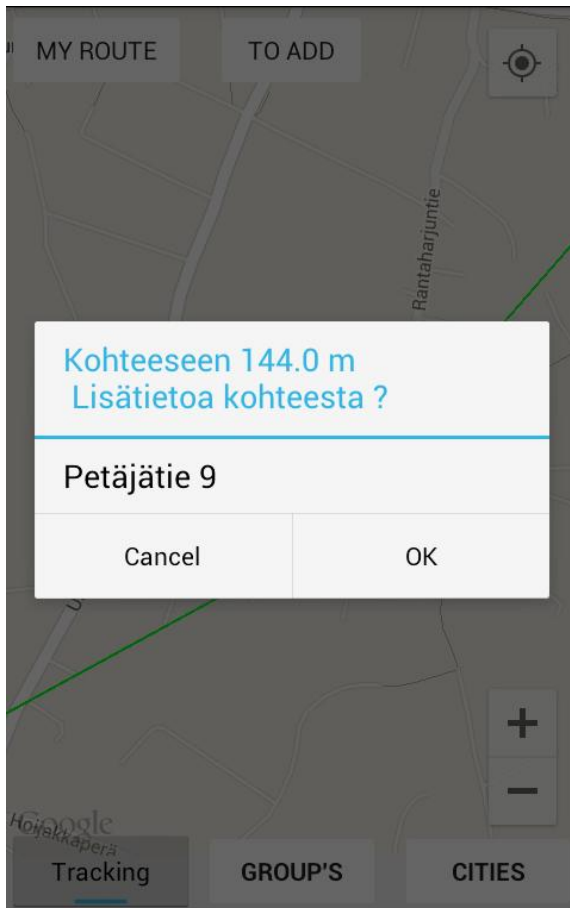




KUVA 15. Karttapisteiden esitys joukoittain

Karttanäkymässä olevia karttapisteitä osoittamalla näytölle avautuu kohdetietoikkuna, jossa esitetään tietokantaan tallennettua tietoa karttapisteestä. Käyttäjä voi sulkea kohdetietoikkunan tai avata esityssivun, jossa kohteesta esitetään osoitetiedot, kohteen otsikko- ja kuvausteksti.

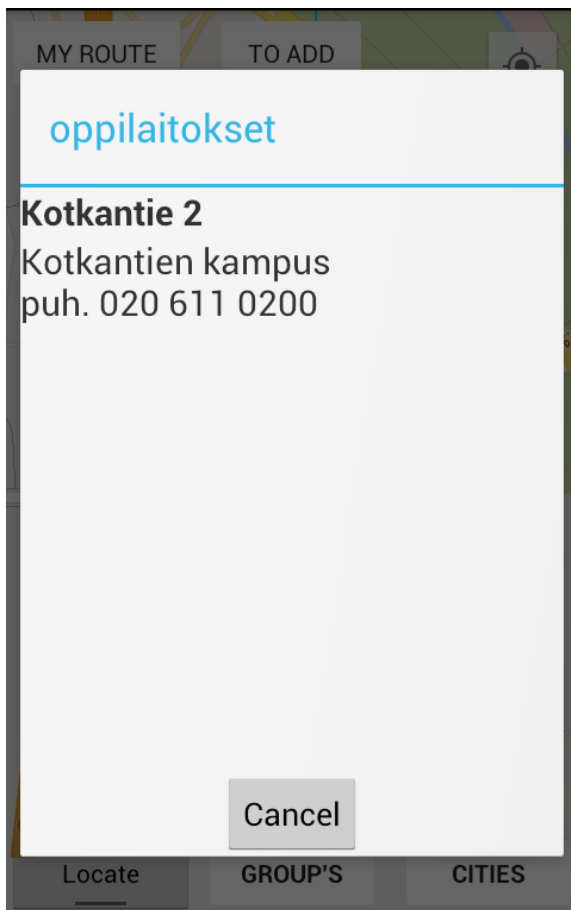
Kun käyttäjä on valinnut halutun joukon, sovelluksessa tulee mahdolliseksi asettaa oman sijainnin seuranta päälle. Toiminto kohdistaa käyttäjän sijainnin karttanäkymän keskelle. Sovellus seuraa käyttäjän sijainnin muutosta ja etenemisnopeutta. Sovellus hakee käyttäjän sijainnin perusteella lähintä karttapistettä tietokannasta. Hakuetaisyys vaihtelee käyttäjän etenemisnopeuden mukaan. Kävelyvauhtia edetessä hakuetaisyys on 400 metriä. Hakuetaisyys kasvaa suhteellisesti etenemisnopeuden kasvaessa. Karttapisteestä, joka löytyy määritellyn hakuetaisyyden alueelta, tehdään käyttäjälle ilmoitus lähimmästä kohteesta (kuva 16). Kohdetietoikkunassa esitetään kohteen otsikko ja mahdollisuus katsoa lisätietoja kohteesta tai palata takaisin karttanäkymään.



KUVA 16. Ilmoitus käyttäjälle lähimmästä kohteesta

### 5.2.3 Esityssivu

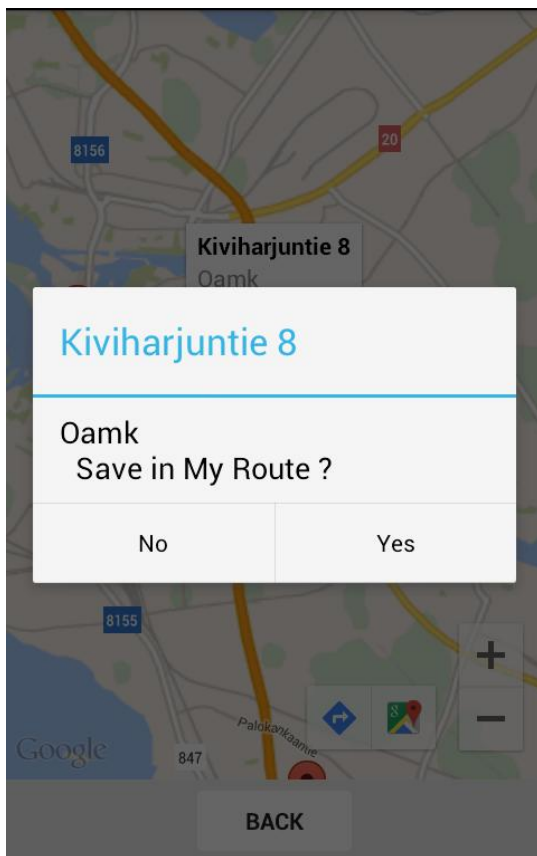
Sovelluksessa esityssivunäkymää esitetään käyttäjälle, kun kohteesta halutaan nähdä lisätietoja (kuva 17).



KUVA 17. Kohteen esityssivu

#### 5.2.4 Oma reittisivu

Sovelluksessa tässä näkymässä käyttäjä voi luoda oman reitin. Karttanäkymään luetaan tietokannasta kaikki tallennetut karttapisteet. Karttakuvaketta osoittamalla karttapisteen voi tallentaa omaan reittijoukkoon (kuva 18).



KUVA 18. Kohteen tallennus omaan reittijoukkoon

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön karttapalvelut-osassa oli tarkoitus selvittää palvelujen saatavuus ja palvelujen rajoitteet sekä saada tietoa palvelujen hintarakenteesta. Selvitystyössä muodostui kokonaiskuva tällä hetkellä saatavista palveluista. Kolmen tässä työssä käydyn karttapalveluja tuottavan yrityksen hintarakennetta ei ole mahdollista esittää kokonaisuudessaan opinnäytetyössä. Palvelujen tarjoajat vaativat salassapitosopimuksien avulla, että yrityspalvelujen hintarakenne pysyy tuottajan ja tilaajan välisenä tietona.

Opinnäytetyön sovellusosassa luotiin esittelyohjelmat tilaajan määrittelemien lähtötietojen perusteella. Työssä tutustuin sovelluskehitykseen molempien alustojen avulla. Sovelluksen kehitys aloitettiin tutummalle Windows Phone -alustalle. Määrittelynä karttajoukkojen ja karttapisteiden esitys karttanäkymässä osoittautui laajemmaksi ohjelmistoksi, kuin etukäteen osasi kuvitella. Oman haasteensa toivat myös Windows Phone 8.1 -käyttöjärjestelmän uudet ohjelmistorajapinnat, joista oli saatavilla hyvin vähän kirjallista materiaalia. Työn haasteet olivat ohjelmistokehityksessä ja testauksessa, kun käytetyn laitteiston vaatimukset eivät täyttäneet vaadittuja ominaisuuksia Android-sovelluskehitysympäristössä. Itse opinnäytetyön kirjoittaminen osoittautui myös paljon aikaa vieväksi. Sovelluksen ohjelmoinnissa käytettyjen englanninkielisten termien suomentaminen toi omat haasteensa.

Aihe oli mielestäni mielenkiintoinen ja kokonaisuus aikatauluun nähden aika suuri. Esittelyohjelmiin tehdyistä ratkaisuista osa voi olla hyödynnettävissä kaupallista sovellusta toteutettaessa.

## LÄHTEET

1. Paikkatieto. 2015. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Paikkatieto>. Hakupäivä 12.4.2015.
2. Ohjelmointirajapinta. 2015. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmointirajapinta>. Hakupäivä 12.4.2015.
3. APIs. 2015. ArcGIS for Developers. Saatavissa: <https://developers.arcgis.com/en/>. Hakupäivä 17.4.2015
4. Karttatasojen kuva. Paikkatietoikkuna.fi. Saatavissa: <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/en/user-guide>. Hakupäivä 17.4.2015.
5. The Google Directions API. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/>. Hakupäivä 17.4.2015.
6. Google Places API for Android. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/places/android/>. Hakupäivä 17.4.2015.
7. The Google Geocoding API. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/>. Hakupäivä 17.4.2015.
8. The Google Distance Matrix API. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/distancematrix/>. Hakupäivä 17.4.2015.
9. The Google Elevation API. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/>. Hakupäivä 17.4.2015.
10. The Google Maps Roads API. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/roads/>. Hakupäivä 17.4.2015.

11. Bing Maps Licensing Options. 2014. Microsoft.com. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/maps/Licensing/licensing.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
12. Microsoft Bing Maps Platform APIs Terms Of Use. 2014. Microsoft.com. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/maps/product/terms.html>. Hakupäivä 17.4.2015.
13. Siltala, Tapio. 2015. Myyntipäällikkö, Karttakeskus Oy. Puhelinhaastattelu 8.4.2015.
14. Choose your Bing Maps API. 2014. Microsoft.com. Saatavissa: <https://www.microsoft.com/maps/choose-your-bing-maps-API.aspx#mapsOperatorBenefits3>. Hakupäivä 17.4.2015.
15. Google Maps API licencing. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/licensing>. Hakupäivä 17.4.2015.
16. Google Maps/Google Earth APIs terms of Service. 2014. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/terms>. Hakupäivä 17.4.2015.
17. Google Maps. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/>. Hakupäivä 17.4.2015.
18. HERE FAQs. 2015. HERE Developer Portal. Saatavissa: <https://developer.here.com/faqs>. Hakupäivä 17.4.2015.
19. API Documentation Overview. 2015. HERE Developer Portal. Saatavissa: <https://developer.here.com/documentation>. Hakupäivä 17.4.2015.
20. Development tools for Windows Phone apps. 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/dn629632.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
21. How to enable Hyper-v for the emulator for Windows Phone 8. 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: [https://msdn.microsoft.com/fi-fi/en%20us/library/windows/apps/jj863509\(v=vs.105\).aspx#coreinfo](https://msdn.microsoft.com/fi-fi/en%20us/library/windows/apps/jj863509(v=vs.105).aspx#coreinfo). Hakupäivä 17.4.2015.

22. Register your Windows Phone device for development. 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/dn614128.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
23. SQLite. 2014. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/SQLite>. Hakupäivä 17.4.2015.
24. Windows.Devices.Geolocation namespace. 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/windows.devices.geolocation.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
25. How to display pushpins, shapes, and controls on a map. 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/xaml/dn792121.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
26. Geofencing, start to finish (XAML). 2015. Microsoft Developer Network. Saatavissa: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/xaml/dn342943.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
27. Creating and Monitoring Geofences. Android Developers. Saatavissa: <http://developer.android.com/training/location/geofencing.html>. Hakupäivä 17.4.2015.
28. Android Studio. Android Developers. Saatavissa: <https://developer.android.com/sdk/index.html>. Hakupäivä 17.4.2015.
29. MapFragment. 2015. Android Developers. Saatavissa: <https://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/maps/MapFragment.html>. Hakupäivä 17.4.2015.
30. Add the API key to your application. 2015. Google Developers. Saatavissa: <https://developers.google.com/maps/documentation/android/start>. Hakupäivä 17.4.2015.



31. Android Location API - Tuorial. 2012. vogella.com. Saatavissa:  
<http://www.vogella.com/tutorials/AndroidLocationAPI/article.html>. Hakupäivä 17.4.2015
32. Markers. 2015. Google Developers. Saatavilla:  
<https://developers.google.com/maps/documentation/android/marker>. Hakupäivä 17.4.2015.
33. Google Maps Android API v2 / Info Windows. 2015. Google Developers. Saatavissa:  
<https://developers.google.com/maps/documentation/android/infowindows>. Hakupäivä 17.4.2015.
34. Google Maps Android Marker Clustering Utility. 2015. Google Developers. Saatavissa:  
<https://developers.google.com/maps/documentation/android/utility/marker-clustering>. Hakupäivä 17.4.2015.