

KARTTAPALVELIMEN PERUSTAMINEN

Ilmaiset karttapalvelinohjelmistot Linux-käyttöjärjestelmässä

Juho Tarikka

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka

Tekijä	Juho Tarikka	Vuosi	2015
Ohjaaja	Sami Porsanger		
Työn nimi	Karttapalvelimen perustaminen: Ilmaiset karttapalvelin-ohjelmistot Linux-käyttöjärjestelmässä		
Sivu- ja liitemäärä	60 + 4		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä ilmaisia karttapalvelinohjelmistoja Linux-käyttöjärjestelmällä. Lisäksi työssä esitellään karttapalvelimen perustamisprosessia Apache Tomcat -, PostGIS- ja GeoServer-ohjelmistoilla. Perustamisprosessin yhteydessä työssä tutustuttiin paikkatietojärjestelmiin ja tietokantoihin.

Opinnäytteen tausta-ajatuksena oli selvittää ohjelmistojen ajantasaisuutta, tiedostoformaattitukea sekä yhteensopivuutta protokollien osalta. Työ on tehty opinnäytteen tekijän harrastuneisuuden pohjalta ja toimii hyvänä yleiskatsauksena saatavilla oleville ilmaisohjelmistoille. Karttapalvelimen perustamisen yhteydessä suoritettiin GPS-mittauksia testiaineiston luomiseksi. Testiaineistoilla havainnollistettiin aineistojen tuontia karttapalvelimeen ja luotiin karttakuvia karttapalvelimen avulla.

Työssä havaittiin, että GeoServer on ajantasainen, yhteensopiva, helppokäyttöinen ja hyvin dokumentoitu karttapalvelinohjelmisto. Java-pohjaisena sovelluksena se on kuitenkin hidas etenkin rasteriaineistoja käsiteltäessä. Opinnäytteen perustettu tietokantaa käyttävä järjestelmä soveltuu parhaiten hallinto- ja yrityskäyttöön.

Avainsanat

GeoServer, GPS, Linux, paikkatieto, PostGIS

Technology, Communication and Transport
Degree Programme in Land Surveying

Author	Juho Tarikka	Year	2015
Supervisor(s)	Sami Porsanger		
Subject of thesis	Creating a Map Server: Free Map Server Software in Linux		
Number of pages	60 + 4		

The purpose of this thesis was to present free map server software in Linux operating system. Apache Tomcat, PostGIS and GeoServer were utilized to create a map server system with a dedicated spatial database. The thesis introduced the detailed creation process. Various database systems and GIS programs were studied during the process.

The author's interest in computer science and mapping affected the decision to pursue examining the current state of the map server software, data format support and interoperability. The thesis also gave a general review of the free GIS software on the market. Sufficient amount of GPS data was surveyed within the creation process to record usable test material for the server system, and to create map images with the system.

This study showed that GeoServer is user-friendly, supports number of data formats, has good interoperability and up to date features with excellent documentation. On the other hand, GeoServer appears slow in processing raster data with default configuration. The system described in the thesis is more suitable for administration and enterprise purposes than individual use.

Key words spatial data, Linux, GeoServer, PostGIS, GPS

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄT JA ILMAISOHJELMISTOT	10
2.1	Yleistä paikkatiedosta ja paikkatietojärjestelmästä	10
2.1.1	Paikkatieto	10
2.1.2	Paikkatietojärjestelmät	12
2.1.3	Tietokannat	16
2.1.4	Spatiaalisen datan tiedostoformaatit	20
2.2	Taustaa	22
2.2.1	Open GeoSpatial Consortium	22
2.2.2	GeoWeb	23
2.2.3	INSPIRE	24
2.3	Yleistä ilmaisohjelmistoista ja avoimesta lähdekoodista	26
2.3.1	Sovellusten julkaisutavat ja lisensoinnit	26
2.3.2	Käyttöjärjestelmät ja ohjelmistot	27
3	KARTTAPALVELINOHJELMISTOT	30
3.1	Yleistä palvelinohjelmistoista ja karttapalvelimista	30
3.2	MapServer	30
3.3	GeoServer	31
3.4	Mapnik	32
3.5	Oskari	34
4	PALVELIMEN PERUSTAMINEN	36
4.1	Palvelimen valinta ja arkkitehtuuri	36
4.2	GeoServerin käyttöönotto	37
4.2.1	Asennustavat	37
4.2.2	Alustariippumaton asennus	37
4.2.3	Asennus Apache Tomcatin kautta	38
4.3	GeoServerin konfigurointi	40
4.3.1	Selainpohjainen hallintasovellus	40
4.3.2	Salasanojen ja palvelimen nimen vaihtaminen	41
4.4	GeoServerin ylläpito	42
5	KARTTA-AINESTOT JA TESTIDATA	45
5.1	Pohjakartta-aineistot	45

5.1.1	Maanmittauslaitoksen rasterikuvat	45
5.1.2	OpenStreetMap	47
5.1.3	Esri Shapefile	49
5.2	GPS-Mittaukset.....	51
5.2.1	Laitteisto ja ohjelmisto	51
5.2.2	Mittauskohteet ja mittaustulosten analysointi	52
5.3	Datan tuonti GeoServeriin.....	52
5.4	Visualisointi.....	53
6	POHDINTA	55
	LÄHTEET	57
	LIITTEET	60

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Asiakas-Palvelin-verkko	15
Kuvio 2. Keskitetty Server GIS -järjestelmä	16
Kuvio 3. Paikkatietoaineistoissa käytettyjä yksinkertaisia geometrisia muotoja	18
Kuvio 4. PostGIS-aineiston lisääminen QGIS-ohjelmaan	19
Kuvio 5. Opinnäytteen PostGIS-testitietokantoja pgAdmin III:ssa	20
Kuvio 6. Apache Tomcatin selainpohjainen hallintasovellus	39
Kuvio 7. GeoServerin selainpohjaisen hallintasovelluksen pääsivu	42
Kuvio 8. MML:n maastokartta GeoServerissä	46
Kuvio 9. OSM-aineistoa Tampereen alueelta GeoServerissä	49
Kuvio 10. Esrin Shape-tiedostojen lisääminen PostGIS-tietokantaan shp2pgsql- gui-ohjelman avulla	50
Kuvio 11. Yhdistelmäkarttakuva Rovaniemen keskusta-alueelta	54

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

EPSG	Koodijärjestelmä koordinaatistojen tunnistamiseen paikkatieto-ohjelmistoissa ja rajapintapalveluissa.
ETRS-TM35FIN	Suomessa ETRS89-järjestelmän mukainen UTM-projektioon perustuva karttaprojektio ja -koordinaatisto.
GLONASS	Venäjän puolustusministeriön ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä.
OGR	GDAL-projektin osa, joka vastaa vektoridatan käsittelystä.
OSGeo	Avoimen lähdekoodin ja ilmaisten paikkatieto-ohjelmistojen kehitystä ohjaava organisaatio.
Renderöidä	Luoda kuva digitaalisesta mallista tietokoneella eli kuvantaa.
SRID	Koordinaattijärjestelmien luokitteluun käytetty koodijärjestelmä. Käytetään EPSG-koodien tavoin.
WGS84	GPS-satelliittipaikannusjärjestelmän käyttämä koordinaattijärjestelmä.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty tutkielmana Lapin ammattikorkeakoulussa vuoden 2015 aikana. Työn päätarkoituksena on demonstroida karttapalvelimen perustamista ilmaisohjelmistoilla ja selventää paikkatietopalvelimen toimintaa Linux-käyttöjärjestelmällä. Lisäksi työssä selvitetään yhteensopivuutta karttapalvelinohjelmistojen käyttämien tiedostoformaattien ja protokollien osalta.

Työn aihe on kehitetty tekijän harrastuneisuuden kautta, ja toteutettu tekijän omalla laitteistolla. Projektin resurssit huomioon ottaen, tarkoituksena työssä ei ole luoda julkista palvelua vaan luoda katsaus yksityiskäyttöön sopivasta järjestelmästä. Aihe on kuitenkin laajennettavissa muuhunkin käyttöön resursseja lisäämällä.

Palvelimessa käytetyt kartta-aineistot ovat vapaasti saatavissa olevia ilmaisia aineistoja ja havainnollistava GPS-mittausdata on kerätty Rovaniemen ympäristössä kevään 2015 aikana. Mittauslaitteena käytettiin tekijän omaa älypuhelinta, jossa on GPS/GLONASS-laite ja ilmainen kartta- ja satelliittisignaalien seuranta-sovellus. Palvelintietokoneessa käytettiin ilmaista Ubuntu-käyttöjärjestelmää, jonka on tunnettu laajasta käyttäjäkunnasta ja ohjelmistovalikoimastaan, hyvästä saatavuudesta sekä helppokäyttöisyydestään.

Opinnäytteessä on tutustuttu muun muassa MapServer-, GeoServer- ja Mapnik-ohjelmistoihin, joista yksi valittiin karttapalvelimen perustamisosion esimerkkisovellukseksi. Perustamisosiossa havainnollistetaan palvelimen perustamista, palvelinarkkitehtuuria, käyttöönottoa, konfigurointia sekä ylläpitoa. Ohjelmiston valinta tehtiin vertailemalla ohjelmistojen ominaisuuksia, helppokäyttöisyyttä ja ajantasaisuutta. Erilaisista karttapalvelinohjelmistoista on kerrottu tarkemmin opinnäytteen luvussa 3. Opinnäytetyön loppuosa keskittyy palvelimessa käytettäviin kartta-aineistoihin, GPS-mittaustietojen tuontiin ja datan visualisointiin.

Koska työn tarkoituksena ei ole esitellä varsinaisesti itse käyttöjärjestelmän toimintaa ja käyttöä, oletetaan lukijan omaavan riittävät tietotekniikkataidot. Työssä

käytetään käyttöjärjestelmän valmiita pakettilähteitä mahdollisuuksien mukaan, ja kun ajantasaisuuden vuoksi on järkevää. Ohjelmistojen kääntämistä ja asentamista suoraan lähdekoodista pyritään välttämään, sillä tämä on usein aikaa vievää ja saattaa aiheuttaa odottamattomia ongelmia asennusprosessissa. Erillisiä komentoja ja komentokehotteen käyttöä näytetään vain, jos tämä selventää tilannetta oleellisesti. Samoin itse palvelinohjelmistoa esitellään vain siten kuin opinäytteen työvaiheiden kannalta on tarpeellista. Työn tarkoitus ei myöskään ole toimia palvelinohjelmiston käyttöohjeena, vaan sen painopiste on palvelimen perustamisprosessin esittelyssä.

2 PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄT JA ILMAISOHJELMISTOT

2.1 Yleistä paikkatiedosta ja paikkatietojärjestelmistä

2.1.1 Paikkatieto

Paikkatiedosta ja -järjestelmistä puhuttaessa on hyvä erotella tiedon eri osa-alueet: data, informaatio ja tietämys. Data on esitystapa tiedolle, jolla itsessään ei ole merkitystä. Dataa ovat numerot, kirjaimet ja muut symbolit kuten tietokoneissa bitit. Bitit ovat binäärijärjestelmän mukaista digitaalista informaatiota, jossa käytetään vain kahta numeroa. Yksi bitti voi saada arvon 1 tai 0, ja nämä ovat toisensa poissulkevia. Dataa käsiteltäessä sille muodostetaan merkityksiä, jolloin voi syntyä informaatiota. Informaatio on tiedon käsittelijälle hyödyllistä tietoa eli dataa, jota voidaan tulkita. Tietämys puolestaan muodostuu informaation käsittelijän valinnasta, jolloin tieto saa merkityksen. Tämä työ käsittelee paikkatietoa lähinnä datamuodossa. (Longley, Goodchild, Maguire & Rhind 2011, 12–13.)

Paikkatiedon yhteydessä näkee usein käytettävän erilaisia, mutta hyvin samankaltaisia termejä. Puhutaan geoinformatiikasta ja -matematiikasta, spatiaalisesta informaatiosta ja geospatiaalisesta datasta osana maantiedettä. Geoinformatiikka on tieteenala, joka tutkii paikkatietoa ja paikkatietojärjestelmiä. Spatiaalinen itsessään tarkoittaa tilaa eli avaruudellista ominaisuutta. (Longley ym. 2011, 30; Sanastokeskus TSK ry 2014, 22, 55.)

Paikkatiedolle on olemassa erilaisia määritelmiä asiayhteydestä ja käytetystä lähteestä riippuen. Yksinkertaistettuna paikkatieto liittyy kohteen, tiedon tallennusajankohdan ja kuvauksen kohteesta toisiinsa. Laajemmin määriteltynä paikkatieto sisältää kohteen sijaintitiedon tai maantieteellisen ilmiön kuvauksen, ja sillä voidaan luokitella ympäristön ominaisuuksia. Tällaista tietoa esimerkiksi ympäristöä kuvaavat tiedot, kuten vesistöjen tai rakennusten sijainnit. Paikkaan liitettyä kuvailevaa tietoa kutsutaan metadatakksi eli tiedoksi tiedosta. Metadataa ovat esimerkiksi ajantasaisuustiedot tai tiedot fyysisistä ominaisuuksista, kuten kohteen muodosta. Metadataa voidaan luoda automaattisesti paikkatietojärjestelmän

avulla, mutta osa tiedoista, kuten omistajuus- ja laatuarviointitiedot on kerättävä erikseen. OLM (*Object Level Metadata*) kuvaa puolestaan tietyn tietoaaineiston sisältöä kokonaisuutena. (Longley ym. 2011, 280.)

Sijaintitieto puolestaan sisältää kohteen koordinaatit. Usein pelkkä sijaintitietokin on käyttökelpoista informaatiota, mutta siihen liitetyn ominaisuustiedon avulla voidaan paikkatiedolle määrittää tarkempi käyttötarkoitus. Ominaisuustiedoista puhutaan myös nimellä attribuutti. Useimmiten paikkatiedon avulla halutaan selvittää yksinkertaisesti kohteen tarkka sijainti. Toisaalta yleinen käytötapa on kahden tai useamman kohteen välisien etäisyyksien mittaaminen. (Hämäläinen 2011, 3; Longley ym. 2011, 81, 247; Sanastokeskus TSK ry 2014, 54.)

Käytetyin paikkatiedon esitystapa on graafinen kartta, josta voidaan havaita koordinaatti-, geometria- ja topologiatiedot. Lisäksi kartalta voidaan tulkita kohteiden ominaisuuksia, eli onko kyseessä esimerkiksi rautatie tai urheilukenttä. Paikkatiedosta voidaan kuitenkin myös käyttää vain sijaintitieto, jolloin koordinaatit voidaan esittää esimerkiksi pelkistettynä tekstinä. Sijainti- ja ominaisuustietoja yhdistelemällä voidaan luoda erilaisia graafisia esityksiä, kuten teemakarttoja. Erilaisia paikkatietoaaineistoja yhdistellään usein tietokannoiksi ja niiden käsittelyä varten on luotu erilaisia tietojärjestelmiä. (Hämäläinen 2011, 4.)

Hyödyllisen informaation tuottaminen on usein kallista ja aikaa vievää. Kun informaatio muunnetaan digitaaliseen muotoon, on sitä kuitenkin helppo jakaa ja tuottaa uudestaan. Paikkatietoaaineistot ovat hyvä esimerkki tällaisesta informaatiosta, sillä ne voivat olla kalliita kerätä ja koota, mutta halpoja kopioida ja jakaa. Digitaalista tietoa käsiteltäessä datan varsinaiset bitit ovat merkityksettömiä, ja dataa voidaan käsitellä niiden alkuperäisen tiedon tarkoituksesta ja sijainnista riippumatta esimerkiksi internetin välityksellä.

Verrattuna perinteisiin medioihin, kuten paperikarttoihin, samaa digitaalista aineistoa voidaan käyttää myös useilla eri päätelaitteilla. Digitaalista esitystä käytettäessä säästetään näin esimerkiksi lopputuotteen paino- ja toimituskustannuksissa. Lisäksi digitaalinen aineisto voidaan varastoida pieneen fyysiseen tilaan,

eikä sillä ole hajautettuina tallenteina yhtä suurta riskiä tuhoutua kuin perinteisillä medioilla. Digitaalisen aineiston tärkein ominaisuus on kuitenkin sen käsittelyn monipuolisuus, sillä sitä voidaan helposti prosessoida, analysoida ja muuntaa toiseen muotoon. Verrattuna paperikarttaan, digitaalisesta paikkatietoaineistosta voidaan myös nopeasti mitata tarkasti, vaihtaa helposti kartan skaalaa sekä muodostaa päällekkäisiä karttatasoja ja karttojen yhdistelmiä.

Paperikartat ovat kuitenkin säilyneet monipuolisessa käytössä etenkin niiden kuljetettavuuden, luotettavuuden ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Paperikartat eivät tosin mahdollista kolmiulotteista mallinnusta yhtä tehokkaasti kuin digitaalinen aineisto. Lisäksi useimman paperikartat esittävät maailmaa staattisessa tilassa, kun taas digitaalinen aineisto mahdollistaa ympäristön dynamiikan esittämisen esimerkiksi animointitekniikoita käyttäen. Paperikartta on myös aina kartan tuottajan näkemys ympäristöstä, kun taas digitaalinen paikkatietoaineisto mahdollistaa käyttäjäkohtaisten karttojen luomisen. (Longley ym. 2011, 12–13, 78–79, 301, 304, 306.)

2.1.2 Paikkatietojärjestelmät

Paikkatietojärjestelmät mahdollistavat informaation käyttämisen erilaisista lähteistä, jolloin tietojen yhdistämisestä voidaan saada lisähyötyä. Ne lisäksi mahdollistavat useiden erilaisten esitystapojen luomisen samasta yksittäisestä tietolähteestä. Paikkatietojärjestelmä on järjestelmä, jonka avulla voidaan tallentaa, hallita, analysoida tai esittää paikkatietoa. Paikkatietojärjestelmä koostuu laitteistoista, ohjelmistoista, paikkatietoaineistoista, käyttäjistä ja käytänteistä. Paikkatietojärjestelmän sisältämä tieto puolestaan koostuu kartoista, paikka- ja metatiedoista sekä erilaisista tietomalleista. Näissä järjestelmissä tiedon tallennus ja esitys ovat erillisiä prosesseja, jolloin käyttäjä voi vaikuttaa tiedon esitystapaan ja lopulliseen informaation käyttötarkoitukseen. (Sanastokeskus TSK ry 2014, 22.)

Paikkatietojärjestelmät voidaan jakaa käyttötarkoituksen perusteella tapahtuma- ja tiedonhallintapainotteisiin tietojärjestelmiin sekä analyysipainotteisiin päätöksenteon tukijärjestelmiin. Paikkatietojärjestelmiä käytetään moniin eri käyttötarkoituksiin, ja yhä useammin päätöksen teon apuna. Niitä käytetään esimerkiksi alueellisessa suunnittelussa, ympäristön seurannassa, kuljetusten logistiikassa sekä myynnin ja markkinoinnin tilastollisessa analysoinnissa. Paikkatietojärjestelmiä kutsutaan usein lyhenteellä GIS (*Geographical Information System*). (Sanastokeskus TSK ry 2014, 22.)

GIS-järjestelmien kehityshistoria on ollut monivaiheinen. Ensimmäinen varsinainen paikkatietojärjestelmä kehitettiin 1960-luvun puolivälissä Kanadassa. CGIS:n tarkoituksena oli tietokoneohjattu karttamittausjärjestelmä. Monia teknologisia kehitysaskeleita otettiin kylmän sodan aikana, mutta nykyaikaiset GIS-järjestelmät pohjautuvat 1980-luvulle. Tällöin tehokkaiden tietokoneiden saatavuus parani huomattavasti hintatason pudotessa, ja muun muassa ensimmäinen suuri kaupallinen GIS-ohjelmisto ArcInfo julkaistiin 1981. Avoimen lähdekoodin GRASS GIS-ohjelmiston ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1984. Kymmenen vuotta myöhemmin perustettiin OpenGIS Consortium parantamaan yhteentoimivuutta eri ohjelmistotuottajien, hallitusten, toimijoiden ja käyttäjien välillä. Ensimmäinen maininta karttojen käytöstä World Wide Webissä on vuodelta 1993. Tämän jälkeen internetin kehitys on mahdollistanut kartta-aineistojen helpon jakamisen, ja etenkin mobiililaitteiden lisääntyminen on luonut tarpeen GIS-järjestelmien ja internetin monipuoliselle käytölle. (Longley ym. 2011, 17–23.)

Alun perin GIS-ohjelmat olivat vain kokoelmia erilaisista tietokonerutiineja, joiden avulla ohjelmoija pystyi rakentamaan toimivan paikkatietojärjestelmän. Jokainen järjestelmä oli omanlaisensa, ja niillä oli myös omat toimintonsa ja ominaisuutensa. Kun ohjelmistonkehitystekniikat kehittyivät 1970- ja 1980-luvun aikana, huomattiin tarve yhtenäiselle standardoidulle käyttöliittymälle. Tällöin kehitettiin ajatus, että GIS-ohjelmisto on erillinen työkalukokoelma, jolla voitiin käsitellä spatioaalista dataa. Tämän jälkeen 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun aikana ohjelmistoista tuli entistä yleiskäyttöisempiä, ja graafinen valikkorakenteinen käyttöliit-

tymä syrjäytti monessa käyttökohteessa komentokehoitepohjaiset ratkaisut. Nykyään GIS-ohjelmia voidaan räätälöidä moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen, ja joissain tapauksissa myös komentokehoitepohjaiset työkalut ovat edelleen käyttökelpoisia. Tällaisia käyttökohteita ovat esimerkiksi spatiaalisen datan formaattimuunnokset. (Longley ym. 2011, 182–183.)

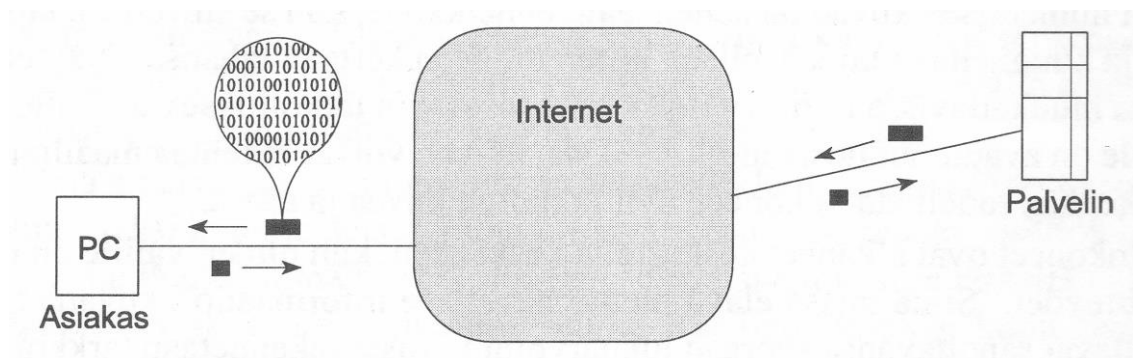
Paikkatietojärjestelmät voidaan jakaa niiden rakenteen mukaan kolmeen eri luokkaan eli Mainframe-, Desktop- ja Distributed GIS -järjestelmiin. Mainframe GIS -järjestelmässä käytetään keskustietokonetta, jonka ohjelmiin ja tiedostoihin otetaan yhteys erillisillä päätelaitteilla. Desktop GIS vastaa tavallista pöytätietokonetta siten, että siinä koko järjestelmä on koottu yhdelle yksittäiselle tietokoneelle ohjelmistoihin ja lisälaitteisiin. Se on kuitenkin usein suunnattu ammattilaiskäyttöön, eikä tavallisia tietokoneen käyttäjiä varten. Tämän opinnäytteen käytännön osiossa perustettu karttapalvelin vastaa siltä osin Desktop GIS -järjestelmää, että sitä voidaan käyttää työpöytäsovelluksen tavoin ilman tietoverkkoyhteyksiä. Palvelin on kuitenkin laajennettavissa Internet GIS -palveluksi tai Mainframe GIS -järjestelmän keskustietokoneeksi resursseja lisäämällä. (Hämäläinen 2011, 7; Longley ym. 2011, 188, 276–277.)

Distributed GIS voidaan jakaa yhteystavasta riippuen edelleen Internet GIS - ja Mobile GIS -teknologioihin. Siinä paikkatietojärjestelmän eri osat eli ohjelmisto, tietokone, data, tuottajat, käyttäjät ja tietoverkko voivat sijaita toisistaan fyysisesti eri paikoissa. Distributed GIS:ssä käyttäjän paikka voi myös olla sama kuin kohteen paikka, kun esimerkiksi päätelaite paikkatietojärjestelmään kulkevat käyttäjän mukana. Mobile GIS:ssä on kuitenkin otettava huomioon joitakin asioita. Siinä käyttäjän sijaintitieto on tärkeää ja liittyy suoraan suoritettavaan tehtävään. Tällöin on yleensä hyödyllistä keskittää käytettävä kartta käyttäjän sijainnin ja kuluun mukaisesti. (Hämäläinen 2011, 7; Longley ym. 2011, 290.)

Tunnettu helppokäyttöinen Internet GIS -palvelu on esimerkiksi Google Maps. Internetpalvelut eivät kuitenkaan yleensä ole täydellisiä paikkatietojärjestelmiä, sillä niistä puuttuu mahdollisuus tuoda uutta spatiaalista dataa käyttäjän toimesta. Erilaisten mobiililaitteiden lisääntynyt käyttö hämärtää kuitenkin perinteistä jakoa

Internet GIS:n ja Mobile GIS:n välillä. Lisäksi uutena trendinä ovat tulleet virtuaali- ja lisätyn todellisuuden tuomat mahdollisuudet sekä esimerkiksi älyvaatteet ja ihmisruumiin sisälle liitettävät mikrosirutekniikat. (Hämäläinen 2011, 7–8; Longley ym. 2011, 276–277, 284–285.)

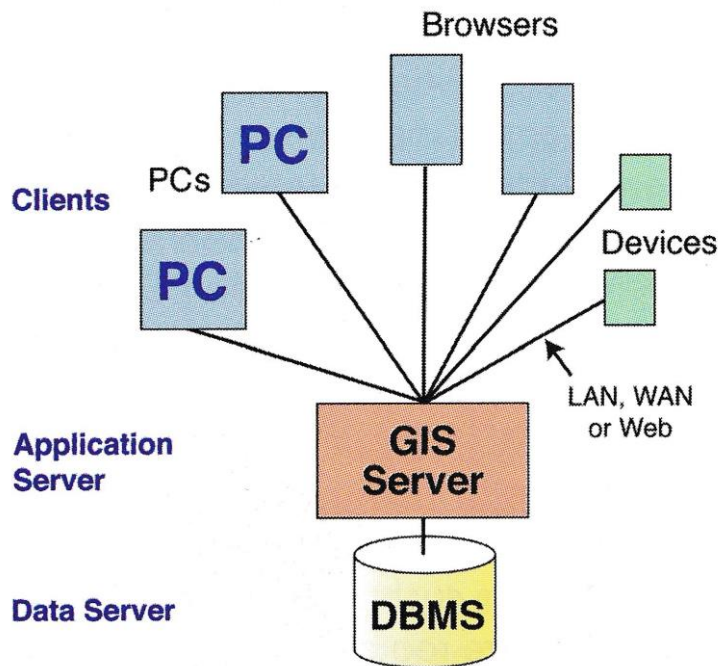
Usein tiedonsiirron yhteydessä tietokoneiden välillä puhutaan **client-server**-hierarkiasta. Tässä asiakaskone (*client*) on yhteydessä tietoverkon välityksellä palvelinkoneeseen (*server*). Yhteysverkon rajat ovat kuitenkin monessa tapauksessa epämääräisiä, ja verkkoa kuvataan usein eräänlaisena pilvenä (Kuvio 1). Tällöin tiedonsiirtoväylänä toimii esimerkiksi Internet. Perinteistä keskitetyn client-server-ajattelumallin lisäksi on olemassa monia muita verkkomalleja, kuten vertaisverkot. (Uotila 2000, 10.)



Kuvio 1. Asiakas-Palvelin-verkko (Uotila 2000, 10.)

Yksinkertaistettuna Server GIS on paikkatietojärjestelmä, joka on asennettu palvelintietokoneelle. Tämä palvelintietokone käsittelee pyyntöjä usealta tietoverkon kautta yhteydessä olevalta asiakaskoneelta. Palvelinlähtöiset ratkaisut tarjoavat suuremman valikoiman paikkatiedon käsittelyyn liittyviä toimintoja kuin Internet-GIS -palvelut. Tietokoneiden ja -verkkojen teknologisen kehityksen myötä GIS-ohjelmistojen toimittajat ovat olleet nopeita julkaisemaan internetistä saatavilla olevia palvelinpohjaisia tuotteita, niin maksullisia kuin ilmaisia ohjelmistoja. Erilaisista ilmaisohjelmistoista on kerrottu tarkemmin opinnäytetyön kappaleessa 2.2 ja palvelinohjelmistoista luvussa 3. (Longley ym. 2011, 198.)

Server GIS -järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi hallinto- tai yrityskäytössä. Tällöin palvelintietokoneessa on asennettuna karttapalvelin, jonka kautta useat käyttäjät, laitteet ja asiakasohjelmistot ovat yhteydessä tietokantaohjelmiston (DBMS) tarjoamiin aineistoihin (Kuvio 2).



Kuvio 2. Keskitetty Server GIS -järjestelmä (Longley ym. 2011, 186.)

2.1.3 Tietokannat

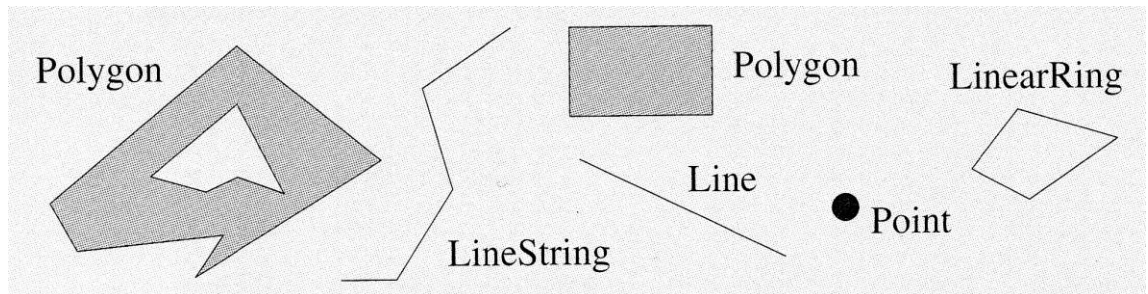
Paikkatietoja yhdistellään käsittelyä varten erilaisiksi varastoiksi, joita kutsutaan tietokannoiksi. Paikkatietoaineistoa sisältävän tietokannan koko vaihtelee paljon käyttötarkoituksesta ja datamäärästä riippuen. Tietokanta voi olla kooltaan muutamasta megatavusta petatavuihin. Esimerkiksi OpenStreetMap-projektin maailmanlaajuisen aineiston sisältävä planet.osm-tiedoston koko on tätä työtä kirjoittaessa pakkaamattomana yli 500 GB, ja pakattunakin noin 30-40 GB käytetystä tiedostoformaattista riippuen. (Longley ym. 2011, 25; OpenstreetMap 2015a)

Nykyään lähes kaikki GIS-ohjelmistot säilyttävät käsittelemänsä datan tietokantajärjestelmissä (engl. *DBMS, Database Management System*). DBMS on erillinen ohjelmisto, jonka tarkoituksena on sallia monen käyttäjän yhtäaikainen pääsy tietokannan aineistoihin. Tietokanta voidaan myös luoda fyysisellä tiedostojen tallennusrakenteella ilman erillistä ohjelmistoa. Paikkatiedon käsittelyyn suunnitellulla tietokantaohjelmistolla ei varsinaisesti ole eroa muihin tietokantoihin, erona on vain että käsiteltävä tieto on spatiaalista dataa. Usein puhutaankin paikkatiedon yhteydessä spatiaalisista tietokannoista. DBMS-järjestelmiä käytetään erityisesti, kun on tarvetta sallia usean samanaikaisen käyttäjän pääsy laajamittaiseen aineistoon. Spatiaalinen tietokanta on tästä erityisen hyvä esimerkki.

Tietokannan käytöstä on useita hyötyjä. Datan kerääminen ja säilyttäminen yhdessä paikassa vähentää tietojen päällekkäisyyttä, jolloin ylläpitokustannukset vähenevät kun tieto on paremmin organisoitu. Tietokantaa käytettäessä eri ohjelmistot voivat käyttää saman tietokannan aineistoja, eivätkä vain ohjelmistoille suoraan suunniteltuja tietolähteitä. Koska tietokanta säilyy erillisenä ohjelmistoista, voidaan käyttäjien tietoa siirtää eri ohjelmien välillä helpommin. Lisäksi aineiston käyttöoikeuksia ja tietostandardeja voidaan hallinnoida paremmin tietokantaohjelmiston avulla. DBMS-järjestelmän hankkiminen ja ylläpitäminen voi olla kuitenkin kallista. Etenkin pienimuotoisissa projekteissa tietokantajärjestelmä lisää tarpeetonta monimutkaisuutta datan hallintaan. (Longley ym. 2011, 251–252.)

DBMS-järjestelmät on luokiteltavissa kolmeen päätyyppiin eli relaatio- ja oliotietokantaan, sekä näiden yhdistelmiin. Yleisimmin käytetyssä relaatiotietokannassa tieto tallennetaan aiheen mukaan tauluina, joka on joustava ja monikäyttöinen tallennustapa. Vaikka relaatiokannoilla on valta-asema, monet DBMS-toimittajat ovat lisänneet oliotoiminnallisuuksia järjestelmiinsä. Relaatiotietokantaa ei kuitenkaan suunniteltu sisältörikkaiden aineistojen, kuten äänien, videoiden ja monimutkaisten paikkatietoaineistojen tallentamiseen. Siitä poiketen oliotietokannassa tieto voidaan tallentaa tietokantaan kokonaisina erillisinä objekteina, joka lisää aineistojen käsittelyn nopeutta. Nykyään objekti- ja yhdistelmä tietokannat toimivat pohjana paikkatietoaineistojen datatyypeille ja toiminnallisuuksille.

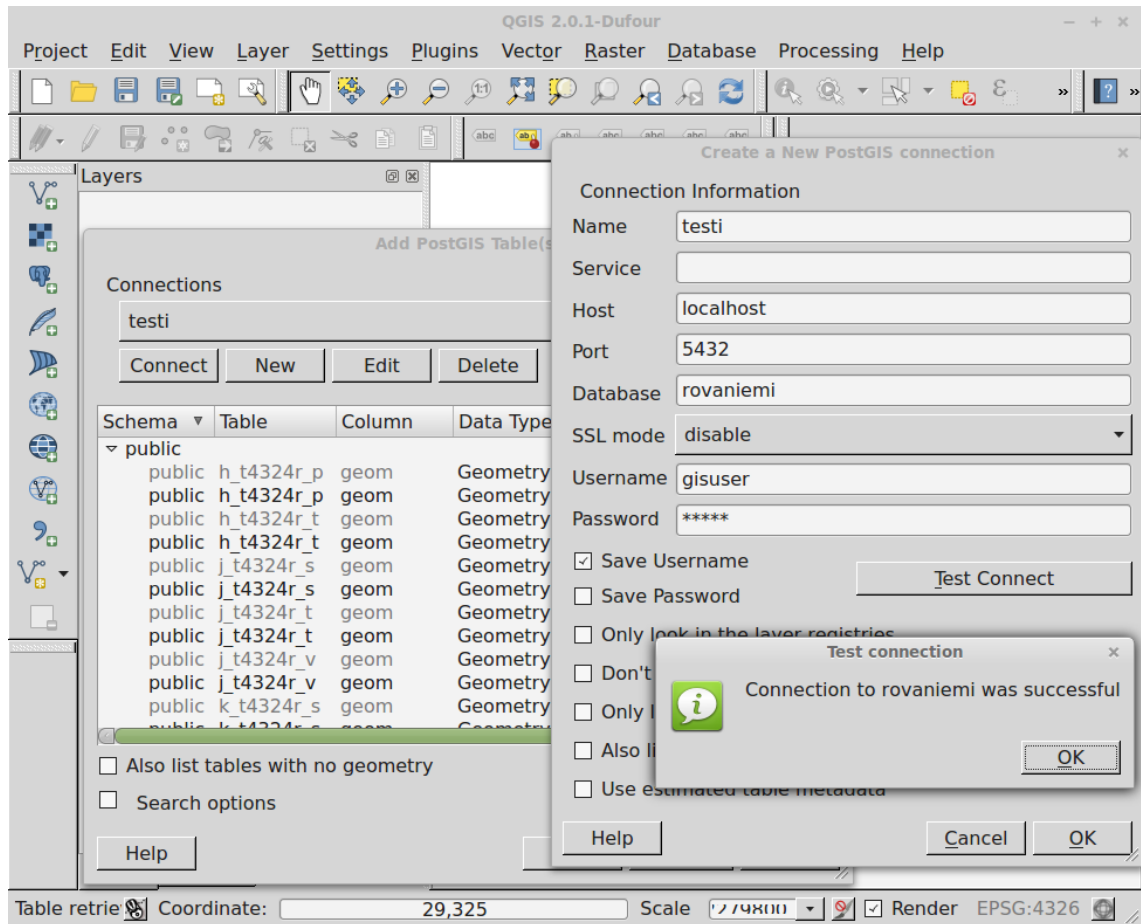
Kokonaisuutena ohjelmistot kykenevät käsittelemään yksinkertaisia geometrisiä muotoja, kuten viivoja, pisteitä, alueita sekä rasterikuvia ja näiden suhteita toisiinsa (Kuvio 3). (Longley ym. 2011, 253–254, 263; Kresse & Danko 2012, 80.)



Kuvio 3. Paikkatietoaineistoissa käytettyjä yksinkertaisia geometrisiä muotoja (Kresse & Danko 2012, 80.)

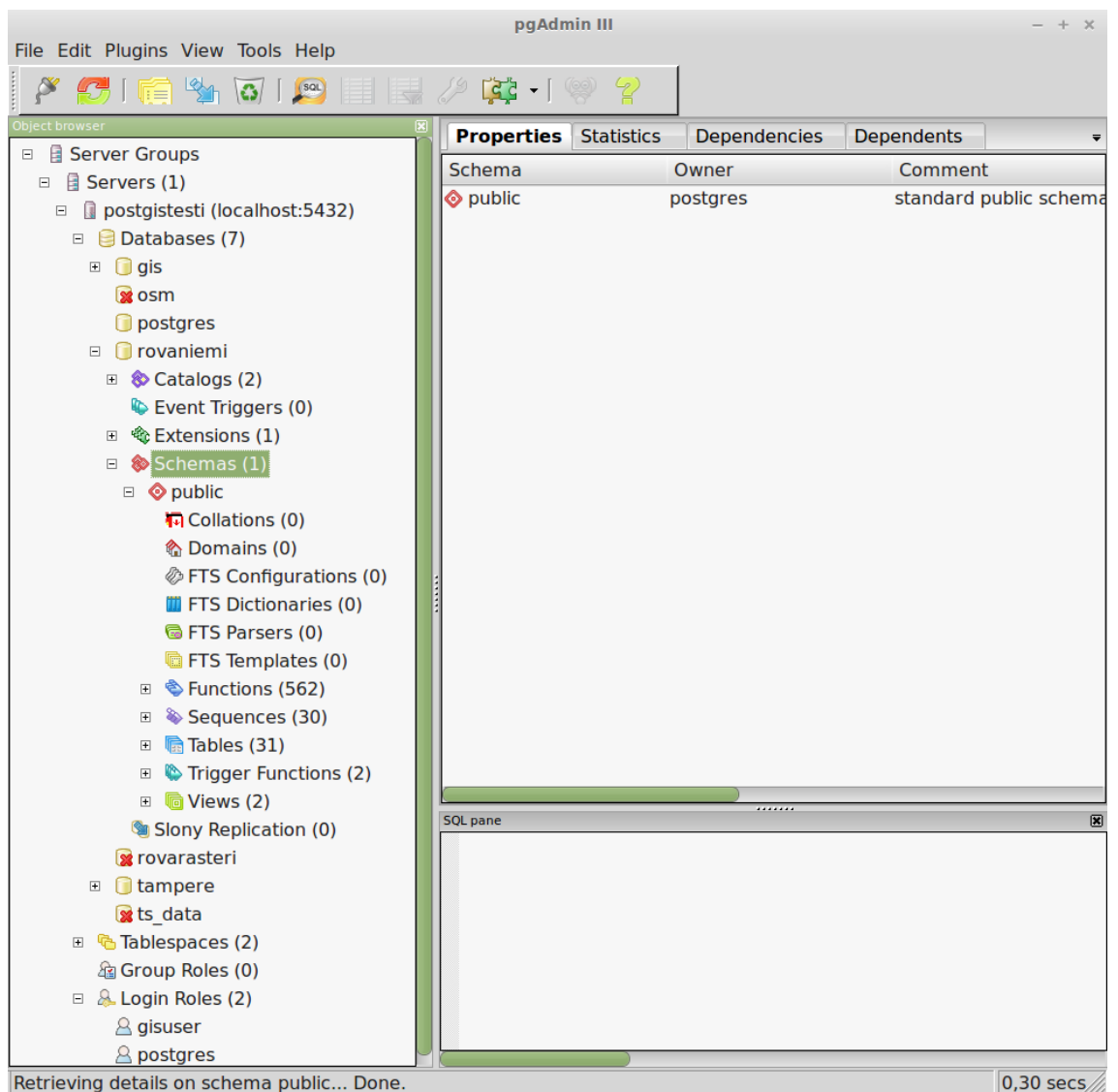
Paikkatiedon käsittelyyn kehitettyjä DBMS-järjestelmiä on useita. Useimmiten nämä on rakennettu liittämällä olemassa olevaan tietokantaohjelmistoon tuki spatiaaliselle datalle. Näistä tunnetuimpia maksullisia ohjelmistoja ovat Oracle Spatial and Graph ja IBM DB2 Spatial Extender. Lisäksi Microsoft SQL Server - ja MySQL-ohjelmistoihin on saatavilla tuki spatiaaliselle datalle. MySQL-tietokantaohjelmisto on saatavissa sekä kaupallisella että vapaalla GNU GPL -lisenssillä. Avoimen lähdekoodin ohjelmistoista PostGIS-laajennos lisää spatiaalisen datan tuen PostgreSQL-tietokantaan. Vastaava laajennus ilmaiselle relaatiotietokantaohjelmisto SQLite:lle on nimeltään Spatialite. PostGIS/PostgreSQL-tietokantajärjestelmää käytetään opinnäytteen karttapalvelimen yhtenä osana. (Longley ym. 2011, 254; Kresse & Danko 2012, 950.)

Lähes aina karttapalvelinta perustaessa tarvitaan PostgreSQL-tietokantaohjelmistoa. Poikkeuksen muodostaa vektoritiilien käyttö (Karich 2013). PostgreSQL-tietokantaa käytettäessä on suositeltavaa asentaa ohjelmistosta vähintään versio 9.0. PostgreSQL on PostGIS-laajennoksineen asennettavissa Ubuntu 14.04 LTS-versioon suoraan järjestelmän pakettienhallinnan kautta, ja sen asentaminen on esitelty tarkemmin opinnäytetyön liitteessä 1. Tietokannan luomisen ja alustamisen jälkeen siihen voidaan ottaa yhteys esimerkiksi QGIS- tai PgAdmin III-ohjelmistoilla (Kuviot 4 ja 5).



Kuvio 4. PostGIS-aineiston lisääminen QGIS-ohjelmaan

Edellä oleva kuvio on kuvakaappaus yhteyden muodostamisesta PostGIS-tietokantaan ja aineiston lisäämisestä QGIS-ohjelman versiossa 2.0.1-Dufour. Uuden yhteyden muodostamisen yhteydessä on syötettävä tarvittavat tiedot, kuten käyttäjänimi, salasana ja yhdistettävän tietokannan nimi. Kuviossa 5 puolestaan on esitelty vastaavia testitietokantoja pgAdmin III:ssa.



Kuvio 5. Opinnäytteen PostGIS-testitietokantoja pgAdmin III:ssa

2.1.4 Spatiaalisen datan tiedostoformaattit

Kaksi paikkatiedon esitysmuotoa ovat vektori- ja rasteripohjaiset menetelmät. Rasteriesityksessä kuva-ala on jaettu ruudukon avulla, jossa solun väri tai tummuusaste vastaa datan vaihteluarvoa. Tietotekniikassa rasterikuvista puhutaan usein bittikarttakuvina, joka muodostuu soluja vastaavista kuva-alkioista eli pikseleistä. Kuville ja valokuville kehitettyjä rasteriformaatteja ovat esimerkiksi GIF, JPEG, PNG ja TIFF. GeoTIFF on TIFF-kuvaformaatin laajennos, joka sisältää spatiaalista dataa metatietoina. JPEG on häviöllinen rasterikuvaformaatti, joka

soveltuu erityisesti valokuvien esittämiseen. PNG on puolestaan häviötöntä pakkausta käyttävä formaatti, joka tukee myös kuvien läpinäkyvyyttä. Rasterikuvat eivät kuitenkaan sovi kaikkiin käyttökohteisiin, sillä niiden visuaalinen laatu kärsii, mitä lähempää kuvaa tutkitaan. Tätä ongelmaa ei ole vektorikuvilla. Rasterikuviin pohjautuvaa paikkatietoaineistoa voidaan luoda esimerkiksi satelliitti- tai ilmakuvauksen avulla.

Vektorimuotoista paikkatietoaineistoa voidaan luoda esimerkiksi maasto- tai GPS-mittauksien avulla. Vektoriaineistoon pohjautuva kartta muodostuu digitaalisista, alkiona käsiteltävistä pisteistä, viivoista ja alueista. Vektoritiedostomuotoja ovat muun muassa Esrin kehittämä Shapefile (.shp) ja SVG. Shapefile koostuu indeksitiedostosta (.shx) ja attribuuttitiedostosta (.dbf), jonka lisäksi usein käytetään aineiston projektio- ja koordinaattijärjestelmän sisältävää .prj-tiedostoa. Attribuuttitiedosto määrittelee aineiston objektien ominaisuudet ja indeksitiedostoa käytetään datan löytämiseen sitä vastaavasta varsinaisen geometriatiedon sisältävästä .shp-tiedostosta. SVG on XML-pohjainen vektorikuvaformaatti, jolla voidaan esittää sekä vektori- että rasteriaineistoa ja tekstiä samalla yksittäisellä tiedostolla. SVG:tä käytetään muun muassa lopullisen karttatuotteen julkaisuformaattina PDF:n tavoin. OSM on XML-muotoinen OpenStreetMap-projektin käyttämä tiedostomuoto paikkatiedon esittämiseksi. OSM-tiedostoja jaetaan usein pakattuina versioina (*.osm.pbf), jotta tiedostokokoo olisi pienempi. (Hämäläinen 2011, 14–15.)

Vektoridataa on mahdollista muuttaa rasteriaineistoksi erilaisilla algoritmeilla, eli rasteroida. Kun puolestaan esimerkiksi paperikarttoja muunnetaan rasterikuvien pohjalta vektoripohjaisiksi aineistoiksi, puhutaan digitoinnista. Tiilitystä tarvitaan käytännön datan hallintaan, esimerkiksi laaja-alaisten karttakuvien jakamiseen pienempiin osiin, esimerkiksi 256x256 pikselin ruudukkoon. Aineiston pienempiin osiin jakaminen on suositeltavaa, sillä se nopeuttaa tietojen käsittelyä. Tiilitystä tukeva karttapalvelu voidaan toteuttaa esimerkiksi OGC:n WMTS-standardia tukevalla ohjelmistolla. (Sanastokeskus TSK ry 2014, 98; OpenStreetMap 2015b)

2.2 Taustaa

2.2.1 Open GeoSpatial Consortium

Jotta laitteet, niiden käyttämä data ja prosessit voisivat toimia yhteen, on luotu erilaisia standardeja. Universaaleja standardeja, kuten ASCII ja XML käytetään laajasti esimerkiksi internetpalveluissa. Paikkatietoon liittyviä standardeja kehittämään perustettiin vuonna 1994 erillinen toimielin, Open GeoSpatial Consortium (OGC). OGC:llä on noin 500 aktiivista jäsentä maailmanlaajuisesti, ja se on onnistuneimpia paikkatietoalan yhteistyöorganisaatioita. Se toimii maailmanlaajuisena foorumina käyttäjien ja ohjelmistokehittäjien välillä. OGC:tä ei pidä sekoittaa vuonna 2006 muodostettuun Open Source Geospatial Foundationiin (OSGeo), joka toimii voittoa tavoittelemattomana organisaationa avoimen lähdekoodin paikkatietoteknologioiden kehittämiseksi. (Open GeoSpatial Consortium 2015)

Open GeoSpatial Consortiumin päätarkoitus on paikkatiedon avoimuus ja yhteentoimivuus. Se pyrkii luomaan ilmaisia, vapaasti saatavilla olevia standardeja ja tuonut markkinoille monia spatiaalisen datan standardeja, kuten KML ja GML-merkkaukielet ja verkkopalveluformaatit WFS, WMS, WCS, WMTS. OGC on luonut monia muitakin standardeja, mutta niitä ei käsitellä tässä tutkielmassa tarkemmin. GML on versio XML:stä, joka mahdollistaa paikkatiedolle avoimen formaatin mukaisen viestinnän. Monia OGC:n standardeja on otettu käyttöön ilmais-ohjelmien lisäksi myös kaupallisissa sovelluksissa. (Longley ym. 2011, 277, 478–479.)

OGC:n verkkopalvelut mahdollistavat paikkatietojärjestelmien automaattiset datapyynnöt etäpalvelimilta. WFS- eli Web Feature Service-rajapinta toimii maantieteellisten aineistojen kutsuja välittävänä alustariippumattomana palveluna. WFS-standardissa kuvia ei toimiteta valmiiksi renderöitynä, vaan jokainen karttakuvan renderöintiin käytettävä objekti palautetaan pyynnön lähettäjälle erikseen. Tällöin kuva on käyttäjän muokattavissa ja analysoitavissa työkalupohjaisesti. WFS-formaatin mukaisen internet-aineistolähteen käyttämisestä karttapalvelimessa on esitelty opinnäytteen loppupuolella.

Web Map Service (WMS) määrittää toisaalta HTTP-rajapinnan karttakuvien pyytämiseen tietokannasta. Se määrittää käytettävät kartta-alueet, karttatasot ja spatiaalisen datan pohjalta renderöityjen kuvien läpinäkyvyysominaisuudet. WMS-kutsun vastaus toimitetaan verkkoselaimessa näytettävässä kuvaformaattissa, jotka ovat useimmiten rasterikuvia kuten PNG- tai JPG-formaatit. Web Coverage Service puolestaan mahdollistaa alustariippumattomat pyynnöt maantieteellisistä peittoalueista. WCS:n peittoalueet ovat WFS-standardia vastaavia kuvia tai objekteja, joten ne ovat käyttäjän analysoitavissa ja muokattavissa. WCS:n välittämä spatiaalinen data voi olla esimerkiksi satelliitti- ja ilmakuvia tai maaston korkeusmalli. (Hämäläinen 2011, 11.)

2.2.2 GeoWeb

Aiemmin ainoa käytännöllinen tapa GIS-ohjelmistojen käyttöön oli koota järjestelmän osat käyttäjän työpöydälle. Nykyään kuitenkin sekä ohjelmistoihin ja niissä käytettyyn dataan on mahdollista päästä käsiksi tietoverkkojen avulla paikasta riippumatta. Internet on kehittynyt ajan kuluessa WWW:stä Web 2.0:ksi, joka mahdollistaa nykyään kaksisuuntaisen yhteistyön käyttäjien ja sivustojen välillä. Näiden ideoiden maantieteellisen aineiston sovellutuksista käytetään nimeä Geospatial Web eli GeoWeb. Esimerkiksi karttapalvelinohjelmisto GeoServerin kehittäjät visioivat projektin perustamisvaiheessa 2000-luvun alussa GeoWebistä, joka olisi verrattavissa tekstimuotoiseen WWW-standardiin.

Semanttisen Webin, eli Web 3.0:n myötä myös tietokoneet pystyvät ymmärtämään verkkosivujen tekstiä ja dataa, ja esimerkiksi opastamaan käyttäjää tiedonhaussa. Sen keskeisenä toiminta-ajatuksena on liittää lopullisen toimitettavan dokumentin mukaan metatietoa asioiden keskinäisestä suhteista. Tällöin WWW muuntautuu dokumenttipohjaisesta verkosta data- ja informaatioväyläksi. (Kresse & Danko 2012, 387.)

Uudet ohjelmistoteknologiat ovat mahdollistaneet internetsovellusten käyttökoke-
muksen ja ulkonäön kehittämisen varsinaisia työpöytäsovelluksia muistuttaviksi.
Tämä on helpottanut merkittävästi kartta-aineistojen käsittelyä internetin välityk-
sellä, sillä käyttäjän suorat datan muokkaukset ja toiminnot näytetään ruudulla
välittömästi. Eräs GeoWebin visio on reaaliaikaisen datan tuominen erilaisista
sensoreista ja näiden yhdistäminen muun datan kanssa. Palveluiden linkittämi-
nen ja erityyppisten tietolähteiden liittäminen toisiinsa onkin GeoWebin keskeisiä
ajatuksia. (Longley ym. 2011, 24, 275, 279.)

GeoWeb-palveluista on tullut merkittävä kasvava tekijä, etenkin elektronisessa
kaupankäynnissä. Se on mahdollistanut paikkatietoanalyysien, kuten reittiohjei-
den tai etäisyyksien mittaamisen ilman tietokoneelle asennettavaa erillistä mak-
sullista paikkatieto-ohjelmistoa. Käyttäjän ei myöskään tarvitse ostaa paikkatie-
toaineistoa, ja tieto pysyy ajantasaisena internetiin päivitettynä. Verkottuneet yh-
teisöt mahdollistavat tietojenkäsittelyssä myös joukkouttamisen, jolloin tehtäviä
voidaan jakaa ennalta määrittelemättömälle joukolle käyttäjiä. Tällaisia Web 2.0:n
mahdollistamia projekteja ovat esimerkiksi OpenStreetMap ja Wikimapia. Nyky-
ään Wikimapia sisältää muun muassa enemmän tietoa maantieteellisten paikko-
jen nimistä, kuin mikään erillinen virallinen paikannimilista. OpenStreetMapin
pohjana puolestaan ovat vapaaehtoisien käyttäjien GPS-reittitallenteiden ja digi-
taalisien satelliittikuvien yhdistäminen vapaasti käytettäväksi maailmanlaa-
juiseksi kartta-aineistoksi. (Longley ym. 2011, 28, 36.)

2.2.3 INSPIRE

INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) on tärkein yksittäinen
EU:n luoma direktiivi, joka koskee paikkatietoaineistoja ja -palveluita. Se on maa-
ilmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä paikkatietoinfrastruktuurin kehittämiseen
annetuista toimeksiannoista. Inspire-direktiivin tarkoitus on parantaa paikkatieto-
jen yhteentoimivuutta, lisätä niiden käyttöä ympäristön tilan seurannassa ja viran-
omaistoiminnassa. Tarkoituksena on luoda kaikille EU:n jäsenmaille yhteinen,

helposti hyödynnettävä paikkatietoinfrastruktuuri ja luoda Inspiren kautta monipuolisia palveluja EU:n kansalaisille. Inspire-direktiivi annettiin vuonna 2007, jonka pohjalta säädettiin Suomessa laki paikkatietoinfrastruktuurista vuoden 2009 aikana. Lakia täydentävä asetus (725/2009) tuli voimaan 12.10.2009. (Maanmittauslaitos 2015a)

Inspire-direktiivin mukainen paikkatietoinfrastruktuuri on suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain vuoteen 2020 mennessä. Infrastruktuurin eri osa-alueille on määriteltä omat aikataulunsa. Infrastruktuurin eri osia ovat metatiedot, paikkatietoaineistot, -tuotteet ja -palvelut sekä verkkopalvelut (haku-, katselu-, lataus- ja muunnospalvelut). Lisäksi se pitää sisällään määräyksiä tietojen yhteiskäyttöä, saatavuutta ja käyttöä koskeviin sopimuksiin. Inspiren tarkoitus on myös kehittää raportointia ja seurantaa. Viimeisenä toteutetaan haku- ja katselupalvelut sekä lataus- ja muunnospalvelut. Direktiivin mukaisen katselupalvelun toteutuksesta on annettu ohjeistus JHS 180 -suosituksessa. (Maanmittauslaitos 2015b)

Inspiren luomiseen oli alun perin monia syitä. Eurooppalainen spatiaalinen data on ollut usein puutteellista tai keskeneräistä, ja toisaalta samaa dataa on kerätty eri organisaatioiden toimesta useampaan kertaan. Lisäksi kerätyn datan kuvaukset ja niihin liittyvät dokumentoinnit ovat olleet puutteellisia, eivätkä erilaiset tietokokonaisuudet ole olleet yhteensopivia. Myös kulttuurilliset, taloudelliset ja lainopilliset ongelmat ovat hankaloittaneet olemassa olevien paikkatietoaineistojen käyttöä. Pääasioita Inspireä luotaessa olikin, että virallista paikkatietoaineistoa kerättäisiin vain kertaalleen riittävällä tehokkuudella. Lisäksi ajatuksena oli, että eri EU:n alueelta kerättyä dataa voidaan yhdistellä saumattomasti ja jakaa eri käyttäjille ja moniin eri käyttökohteisiin. Lisäksi yhdellä hallintotasolla kerättyä paikkatietoaineistoa voidaan käyttää kaikilla hallinnon tasoilla. Kerätyt aineistot on oltava myös helposti saatavilla, ja niiden laatua ja käyttötarkoitusta täytyy pystyä arvioimaan. (Longley ym. 2011, 486–487.)

2.3 Yleistä ilmaisohjelmistoista ja avoimesta lähdekoodista

2.3.1 Sovellusten julkaisutavat ja lisensoinnit

Tietokoneohjelmat jaetaan käyttöön erilaisilla lisensseillä ja medioilla. Perinteisenä levitystapana ovat toimineet fyysiset kopiot, kuten levykkeet, CD- ja DVD-mediat ja muistitikut. Yhä useammin myös maksullisia ohjelmistojakin toimitetaan kuitenkin internetin välityksellä. Ohjelmistot voidaan jakaa **shareware**-, **liteware**- ja **freeware**-ohjelmiin. Shareware-ohjelma on asennettavissa ja käytettävissä ilmaiseksi, mutta yleensä niiden toiminnallisuutta rajoitetaan tietyn ajan jälkeen. Kyseessä on siis markkinointitarkoituksissa julkaistu maksullisen ohjelmiston kokeiluversio. Liteware vastaa shareware-ohjelmaa, mutta siitä on jo kokeiluversiossa poistettu käytöstä maksullisen version ominaisuuksia. Freeware-ohjelmisto on puolestaan täysin ilmainen ja toiminnallinen ilmaisohjelmisto, mutta sen tekijänoikeuksia on mahdollisesti rajoitettu. Tällöin esimerkiksi ohjelman jälleenvyynti on kielletty ja korvaukseton kopiointi on mahdollista vain suoraan ohjelmiston tekijältä. (Longley ym. 2011, 182.)

Abandonware on ohjelmisto, joka on poistunut myynnistä useita vuosia sitten, mutta niitä hankitaan ja käytetään esimerkiksi nostalgiasyistä. Osaan abandonware-ohjelmistoista ei voida enää määrittää tekijänoikeuksia, sillä tekijänoikeuden omistanut yritys on saattanut lopettaa toimintansa kokonaan siirtämättä ohjelmiston oikeuksia muualle. Muita ohjelmistotyyppejä ovat **adware** ja **nagware**, jotka vaativat käyttäjää rekisteröitymään tai häiritsevät käyttöä mainoksien avulla.

Ilmaisohjelmistoissa on erotettavissa myös kaksi muuta julkaisutapaa, jotka ovat vapaat ohjelmistot ja avoimen lähdekoodin ohjelmat. Vapaata ohjelmistoa ei ole rajoitettu millään tavalla, joten sitä saa kopioida, muokata, käyttää ja edelleenjaka-
kaa luvallisesti. Kaikkia avoimen lähdekoodin ohjelmistoja ei voi kuitenkaan käyttää mihin tarkoitukseen tahansa. Avoimen lähdekoodin ohjelmistoissa käyttäjälle on taattava pääsy ohjelmiston lähdekoodiin, mutta pelkkä lähdekoodin jakaminen ei erottele vapaita ja avoimen lähdekoodin ohjelmia, vaan tarkempi jako tehdään

erilaisilla lisensseillä. Yhdessä näistä puhuttaessa voidaan käyttää lyhennettä FOSS (*Free and Opensource Software*). (Kresse & Danko 2012, 967.)

Digitaalisia aineistoja suojataan erilaisin keinoin. Tärkeimpiä vapaiden ohjelmistojen **copyleft**-lisenssejä ovat GNU GPL, MPL ja BD. Copyleft-lisensseihin sisältyy vaatimus, että ohjelmiston edelleen levitys on tehtävä samalla lisenssillä kuin alkuperäinen teos. Tunnetuin näistä lisensseistä GPL eli GNU General Public License, jota käyttää esimerkiksi Linux-käyttöjärjestelmä. MIT ja BSD ovat puolestaan esimerkkejä vapaiden ohjelmistojen lisensseistä, joilla ei ole copyleft-ominaisuutta. MIT-lisenssi on avoimen lähdekoodin lisenssi, joka sallii ohjelmiston käyttämisen myös suljetun lähdekoodin kaupallisissa tarkoituksissa. Berkeley Software Distribution -lisenssi ei vaadi lähdekoodin julkaisua, kuten GPL, ja sillä julkaistun ohjelmiston voi myös julkaista uudelleen millä tahansa muulla lisenssillä kuin BSD. GNU Lesser General Public License on kompromissi yksinkertaisempien MIT- ja BSD-lisenssien sekä copyleft-lisenssien välillä, jolloin suljetun koodin ohjelmistoja voidaan käyttää LGPL-ohjelmistokirjastojen kanssa.

Creative Commons on voittoa tavoittelematon organisaatio, joka tarjoaa useita erilaisia lisenssejä tekijänoikeudellisten materiaalien suojaamiseksi. Organisaation tarkoituksena on edistää luovassa työssä syntyneiden aineistojen levittämistä laillisesti. Creative Commons-lisensseillä suojataan usein esimerkiksi internetissä levitettäviä valokuvia, kuvioita ja piirustuksia, eikä niiden suojaama materiaali ole rajoittunut vain avoimen lähdekoodin tuotteisiin. (Kresse & Danko 2012, 964.)

2.3.2 Käyttöjärjestelmät ja ohjelmistot

Opinnäytettä kirjoitettaessa edelleen käytössä olevia tunnettuja käyttöjärjestelmiä ovat Microsoft Windows-, Apple OSX-, Unix- ja Unixin kaltaiset järjestelmät, kuten Linux ja BSD. Suosittuja Linux-jakeluja ovat esimerkiksi Debian, Ubuntu, Linux Mint, OpenSUSE, Arch Linux, Fedora, Red Hat, Mandriva ja Gentoo. (Dis-

troWatch 2015). Tämän työn käytännön osuuden karttapalvelimen käyttöjärjestelmänä on käytetty ilmaista Canonical Ltd.:n kehittämää Ubuntu 14.04 LTS -järjestelmää, koodinimeltään "Trusty Tahr". LTS (*Long Term Support*) tarkoittaa Ubuntun jakeluversiota, jota tuetaan viisi vuotta uusilla ohjelmistopäivityksillä ja tietoturvakorjauksilla. "Trusty Tahr" on julkaistu 17.4.2014, ja sen tuki jatkuu vuoden 2019 kevääseen saakka.

Ubuntuun on Debian-pohjaisena Linux-jakeluna saatavilla laaja valikoima ohjelmistoja, sillä se käyttää ohjelmistojen asentamiseen se käyttää **dpkg**-paketoitua ja **apt**-päivitysjärjestelmää. Lisäksi järjestelmään asentaa ohjelmistoja manuaalisesti kääntämällä ne suoraan lähdekoodista. Ubuntun mukana tulevien ohjelmistolähteiden eli repositorioiden lisäksi järjestelmään voidaan lisätä monia kolmannen osapuolen pakettilähteitä, esimerkiksi PPA-lähteitä. Pakettilähteiden lisääminen ei ole kuitenkaan suositeltavaa, ellei käyttäjä tiedä mitä on tekemässä. Niistä asennetut ohjelmat voivat luoda joissain tapauksissa yhteensopivuusongelmia järjestelmässä käytettyjen ohjelmistokirjastojen kanssa.

Tunnettuja ilmaisohjelmia ovat esimerkiksi verkkoselaimet Mozilla Firefox ja Opera, PDF-katsomisohjelma Adobe Reader, kuvienkatseluohjelma IrfanView, viestintäsovellus Skype sekä mediatoistin VLC Media Player. Monia ilmaisia GIS-ohjelmia on olemassa, joita ovat esimerkiksi OSGeon työpöytäsovellukset GrassGIS ja QGIS, sekä kanadalainen uDig ja MapBoxin Tilemill. Portable GIS on puolestaan projekti, johon on koottu monia yleisesti käytettyjä ilmaisia työkaluja ja ohjelmistoja valmiiksi asennettuna käytettäväksi suoraan USB-tikulta (Archaeogeek 2015). Opinnäytetyön mittausosiossa on käytetty Android-käyttöjärjestelmälle kehitettyä ilmaista OruxMaps-mobiilikarttasovellusta, jota on tarkemmin esitelty opinnäytetyön luvussa 5.

Suurin osa paikkatietoaineistojen käsittelyyn kehitetyistä ohjelmistokirjastoista on kirjoitettu C- tai C++-ohjelmointikielillä. Syynä tähän on nopeus, ja se että kirjastojen kehityksen aloitusaikaan kyseiset kielet olivat vallitsevassa asemassa. Erillisistä paikkatiedon käsittelyyn suunnitelluista avoimen lähdekoodin ohjelmakirjastoista on hyvä mainita GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*), OGR

(*OpenGIS Simple Features Reference Implementation*) ja GeoTools. GDAL/OGR on kuvaformaattien paikkatietoaineistojen ja kuvaformaattien käsittely- ja muunnoskirjasto, jossa GDAL suorittaa rasteridatan ja OGR vektoridatan käsittelyn. Ohjelmisto tukee useita eri tiedostoformaatteja, ja se on käytössä monissa tunnetuissa paikkatietojärjestelmissä, kuten Grass GIS ja MapServer-ohjelmistoissa. GeoTools puolestaan on ilmainen ohjelmistokokoelma, joka sisältää Java-pohjaisia työkaluja spatiaalisen datan hallintaan. GeoTools on käytössä esimerkiksi GeoServer- ja uDig-ohjelmistoissa. (Kresse & Danko 2012, 974.)

3 KARTTAPALVELINOHJELMISTOT

3.1 Yleistä palvelinohjelmistoista ja karttapalvelimista

Karttapalvelinohjelmistot on syytä erottaa tavanomaisista WWW-palvelimista, kuten Apache HTTP Server, IIS ja nginx. Karttapalvelimiin suunnatuista ilmaisista ohjelmistoista tämä tutkielma esittelee tarkemmin GeoServerin, MapServerin, Mapnikin ja Maanmittauslaitoksen koordinoiman Oskari-ohjelmiston. Näistä neljästä GeoServer valittiin opinnäytetyön käytännön osuuden esimerkkisovellukseksi. Työn ohjelmistot on saatavissa Linuxiin joko suoraan jakelun omista paketoitilähteistä tai kääntämällä lähdekoodista. Edellisen neljän ilmaisohjelmiston lisäksi on olemassa muitakin ohjelmistoja, joita voidaan käyttää omana palvelimenaan tai apuna karttapalvelimen luomisessa. Tällaisia ohjelmistoja ovat esimerkiksi, GLG Map Server, ncWMS, QGIS Server, NASA World Wind Server sekä OSGeon projektit degree, MapGuide Open Source ja Geomajas. (Open Source Geospatial Foundation 2015)

Lisäksi muun muassa Boundless kehittää OpenGeo Suite -ohjelmistosarjaa, johon kuuluu PostGIS, GeoServer, GeoWebCache, OpenLayers ja QGIS plugin. Muita maksullisia GIS-palvelinohjelmistoja ovat esimerkiksi Esri ArcGIS Server, Pitney Bowes MapInfo MapXtreme, Autodesk Infrastructure Map Server, Intergraph GeoMedia Webmap, Bentley Geospatial Server ja ERDAS Apollo. (Longley ym. 2011, 198; Boundless 2015)

3.2 MapServer

MapServer on MIT-lisenssin omaava, avoimeen lähdekoodiin perustuva paikkatietojärjestelmäohjelmisto. MapServer on julkaistu ensimmäisen kerran 1990-luvun puolivälissä. Ohjelmisto kehitettiin alun perin Minnesotan yliopistossa Linux-ympäristöön yhteistyössä NASA:n kanssa, joka tarvitsi keinon satelliittikuvien julkaisemiseen. Ohjelmistolla on ollut myös tärkeä rooli Internet-karttapalveluiden kehityksessä. Nykyään ohjelmiston kehityksestä vastaa erillinen komitea, jonka

toimintaa OSGeo seuraa. MapServer on ollut käytössä ympäri maailman esimerkiksi erilaisilla sää- ja luonnonvara-aineistoa tarjoavilla organisaatioilla. (Kresse & Danko 2012, 939–947; MapServer 2015)

Uusin MapServerin ohjelmistoversio (6.4.1.) on julkaistu vuoden 2014 alussa. Ubuntu 14.04 LTS -käyttöjärjestelmän MapServer-versio on 6.4.1-2, joka löytyy jakelun omista pakettilähteistä. Pitkän kehityshistorian omaavana MapServerin kanssa käytettäviä valmiita sovelluksia on julkaistu useita. Näitä ovat esimerkiksi GeoMoose, Chameleon ja MapBender. Lisäksi uudemmissa kehitysversioissa MapServeriin on lisätty mahdollisuus INSPIRE:n mukaisien aineistojen käyttöön. (Hämäläinen 2011, 37–38; MapServer 2015)

MapServer on saatavilla muun muassa Linux-, Solaris-, Mac OS X - ja Windows-käyttöjärjestelmille, ja se on koodattu C- ja C++-ohjelmointikielillä. Lisäksi se tukee esimerkiksi C#-, PHP-, Python- ja Java-kieliä skriptausta ja mukauttamista varten. Ohjelmisto tukee ESRI:n Shape-tiedostoja, laajaa valikoimaa vektor- ja rasteridataformaatteja sekä muun muassa OGC:n WMS- ja WFS-standardeja. Tiedostoformaattimuunnoksiin MapServer käyttää OGR- ja GDAL-kirjastoja. MapServeriä voidaan käyttää PostgreSQL- ja PostGIS-liitännäisillä, ja siihen voidaan tuoda esimerkiksi OpenStreetMap-aineistoa. (MapServer 2015).

3.3 GeoServer

GeoServer on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, joka on suunniteltu etenkin yhteensopivuuteen eri järjestelmien kanssa. Se on Java-pohjainen vaihtoehto MapServerille ja tukee kaikkia tunnetuimpia käyttöjärjestelmiä (GNU/Linux, MS-Windows, Mac OS X, POSIX). GeoServer käyttää avoimia standardeja datan julkaisemiseen. Paikkatiedon käsittelyyn kehitettyä GeoServeriä voidaan verrata ilmaiseen Apache HTTP -palvelimeen, joka on tarkoitettu HTML-dokumenttien julkaisemiseen. GeoServeriä käyttäviä organisaatioita ovat muun muassa Maailmanpankki, YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö sekä Maanmittauslaitos.

Ohjelmiston kehitys on aloitettu Yhdysvalloissa vuonna 2001 ja sen uusin vakaa versio 2.7.0 on julkaistu vuoden 2015 talvella. Kehitys aloitettiin voittoa tavoittelemattoman The Open Planning Project (TOPP) toimesta, jonka tarkoituksena oli luoda työkaluja avoimen demokratian edistämiseen ja hallinnon läpinäkyvyyden lisäämiseen. GeoServerin tausta-ajatus oli se, että kaupunkisuunnittelu tehostuu ja asukkaiden yhteistyö hallinnon kanssa helpottuu, kun paikkatietoa voidaan jakaa. Nykyinen ohjelmistokehitys on nopeaa ja uusi versio GeoServeristä julkaistaan puolen vuoden välein. Jokainen julkaisuversio on lisäksi tuettu ohjelmistokorjauspäivityksillä vuoden ajan. Ohjelmiston kehittäjät tekevät yhteistyötä muun muassa Googlen kanssa, jotta GeoServerin dataa voitaisiin tulevaisuudessa etsiä Google Mapsin kautta. (GeoServer 2015k; GeoServer 2015l)

GeoServer tukee useita dataformaatteja, joista tärkeimpinä voidaan mainita PostGIS, MySQL, Esri Shapefile, GeoTIFF ja JPEG2000. Standardoitujen protokollien avulla sillä voidaan tuottaa muun muassa KML, GML, Shapefile, PDF, GeoJSON, SVG ja monia muita tietformaatteja. Palvelimeen on lisäksi yhdistetty OpenLayers-asiakasohjelma, jolla voidaan esikatsella karttatasoja, ja käyttäjä voi editoida dataa OGC:n WFS-T-rajapinnan kautta. Koska GeoServer tukee KML-formaattia, voidaan sillä myös tehokkaasti julkaista paikkatietoaineistoa esimerkiksi Google Earth-ohjelmaan. Toisaalta se on riippuvainen OGC:n GeoTools-kirjastosta, jota käytetään paikkatieto-ohjelmassa uDig ja monissa suljetun lähdekoodin projekteissa. GeoServerin käyttöönnotosta, toiminnasta, ominaisuuksista ja laajennoksista kerrotaan tarkemmin opinnäytetyön käytännön osuudessa, luvussa 4.

3.4 Mapnik

Mapnik on avoimen lähdekoodin ohjelmistokirjasto, joka tukee rasterikuvia, True Type -fontteja, RGBA-värejä, SVG-muunnoksia sekä kuvioita. Mapnik on suunniteltu työpöytä- ja serverikäyttöisiin karttojen renderöintiin. Sen alkuperäinen päämäärä oli keskittyä erityisesti tuottamaan silmiä miellyttäviä karttoja käyttämällä alipikseleiden reunojen pehmennystä AGG-kirjaston (*Anti-Grain Geometry*)

avulla. Tavanomaisiin tehtäviin, kuten muistinhallintaan, tiedostojärjestelmän käyttöön ja XML-parserointiin, Mapnik käyttää Boost C++ -kirjastoa. (Mapnik 2015)

Mapnik ei ole itsessään varsinainen palvelinohjelmisto, mutta sitä voidaan käyttää yhtenä osana karttapalvelimen luomisprosessissa. Mapnikilla on useita käyttäjiä, kuten OpenStreetMap-projekti, MapQuest, CloudMade ja Tilemill. Tilemill on erillinen karttojen ulkoasun suunnitteluun painottunut ohjelma, joka toimii käyttöliittymänä Mapnikille. TileMillistä on olemassa myös selainpohjainen käyttöliittymä. OSM käyttää Mapnikia yhdessä Apache HTTP -palvelimen kanssa, jotta se voi muodostaa ohjelmiston ”Slippy Map”-karttatason. Tällä karttatasolla tarkoitetaan nykyaikaisissa selainpohjaisissa karttatoteutuksissa tasoa, jolla voidaan karttaa zoomata ja vierittää eri suuntiin.

Mapnik on kirjoitettu C++-ohjelmointikielellä, ja uusin versio (2.2.0) ohjelmistosta on julkaistu kesällä 2013. Mapnik on tukenut 0.4 ohjelmistoversion jälkeen kaikkia tunnetuimpia käyttöjärjestelmiä (Windows, Mac, Linux, Solaris) ja on julkaistu LGPL-lisenssillä. Mapnikin voi asentaa Ubuntu 14.04. LTS -käyttöjärjestelmään esimerkiksi MapBoxin PPA-pakettilähteen kautta tai kääntämällä lähdekoodista. Kyseinen pakettilähde sisältää myös ajantasaisen TileMill-version, jonka asentamalla koneelle asentuu myös Mapnik. (MapBox ”Development Seed” team 2015)

Mapnikin ominaisuuksia voidaan laajentaa liitännäisillä. Tällä hetkellä Mapnikin tukemat tietoformaatit ovat ESRI:n Shape-tiedostot (*.shp), rasterimuotoinen TIFF, OSM XML, Kismet, CSV ja PostGIS. Lisäksi se tukee kaikkia OGR/GDAL tuottamia formaatteja. Mapnikin laajennosarkkitehtuuri sallii myös omien liitännäisien kirjoittamisen, joten tulevaisuudessa tietotuki voi laajentua. (Mapnik 2015; OpenStreetMap 2015c)

Mapnikissä karttakohteet voidaan muodostaa ohjelmoimalla C++, Python, Node.js-kielillä tai siinä voidaan käyttää myös XML-tiedostoa kartan ulkonäön määrittämiseen. Esimerkiksi OSM-aineistoa Mapnikiin voidaan tuoda PostGIS:n

kautta osm2pgsql- tai Imposm-työkalujen avulla. Imposm-ohjelman käyttöä esitellään tarkemmin opinnäytetyön käytännön osiossa. OpenStreetMap-aineistoa voidaan renderöidä Mapnikilla myös ilman PostgreSQL-tietokantaa, jolloin data luetaan suoraan *.osm XML-tiedostosta. Kartan ulkonäkötyylin voi määrittellä XML-tiedoston avulla itse. Tämä ei ole kuitenkaan suositeltava menetelmä. (OpenStreetMap 2015d)

Mapnikin toimiessa vain osana palvelimen käyttöönotossa, ei sen avulla kartta-palvelun perustaminen ole helppoa palvelinarkkitehtuureihin ja tietokantoihin perehtymättömälle käyttäjälle. Lisäksi Mapnikin omia dokumentointeja lukuun ottamatta, osa internetissä olevista ohjeista on selkeästi vanhentuneita tai kesken-eräisiä. OSM Bright on sopiva aloituspiste karttojen luomiseen OpenStreetMap-tietokannasta Mapnikilla. Sillä luotu aineisto voidaan avata myös projektina Tile-Millissä. (MapBox OSM Bright 2015)

3.5 Oskari

Oskari on suomalainen avoimen lähdekoodin ohjelmisto, jolla voidaan toteuttaa oma karttapalvelu. Ohjelmistoa kehittää Oskari-verkosto, jonka tavoitteena on luoda yleiskäyttöinen, käyttäjäystävällinen ja monipuolinen paikkatieto-ohjelmisto. Oskari-verkoston jäseniä ovat muun muassa Liikennevirasto, Maanmittauslaitos, Helsingin ja Tampereen kaupungit sekä Ympäristöministeriö. Esimerkiksi Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunan karttaikkuna on toteutettu Oskarilla. Muita Oskaria käyttäviä palveluita ovat muun muassa Ympäristöministeriön Lupapiste ja Tampereen kaupungin paikkatietopalvelu. (Maanmittauslaitos 2015d)

Oskari-ohjelmistoa käytettäessä voidaan mukaan ottaa sekä palvelualusta että karttakäyttöliittymä. Oskariin on myös suunnitteilla erillinen palveluväylä. Toisaalta, jos karttapalvelua perustettaessa käytetään omaa palvelualustaa, voidaan Oskarista hyödyntää pelkkä käyttöliittymä. Kun Oskarista käytetään sekä

käyttöliittymä- että palvelualustaosaa, karttapalvelulla onnistuu kaikki Paikkatie-toikkunaa vastaavat toiminnot. Valmiista karttapalvelusta voidaan myös julkaista upotettu kartta omalla verkkosivulla, joka sisältää vain osan koko Oskarin kartta-käyttöliittymän ja -näkömön toiminnoista. (Maanmittauslaitos 2015e)

4 PALVELIMEN PERUSTAMINEN

4.1 Palvelimen valinta ja arkkitehtuuri

Karttapalvelimen perustamista varten ohjelmistoksi valittiin esiselvitysten jälkeen GeoServer. GeoServerin valintaan palvelinohjelmistoksi vaikutti useita syitä. MapServeristä oli muun muassa tehty opinnäytetyö Windows-käyttöjärjestelmässä. Pitkän kehityshistorian omaavana ja C-kielellä kirjoitettuna MapServer on kuitenkin kevyt ja vakaa ohjelmisto, ja sillä on olemassa kattava dokumentointi. Toisaalta Mapnikin käyttöönotto oli vaikeaa, eikä se ole itsessään puhdas karttapalvelinohjelmisto, vaan sitä voidaan käyttää osana palvelimen rakentamisessa.

Palvelinohjelmiston valintaan vaikutti etenkin asentamisen ja käyttöönoton helppous sekä ohjelmiston ajantasaisuus. Lisäksi valintaan vaikutti etenkin se, että GeoServer on suunniteltu yhteensopivaksi eri formaattien välillä ja Java-pohjaisena se tukee useita käyttöjärjestelmiä. GeoServer on myös Open Geospatial Consortiumin WFS-standardin viitetoteutus. Esimerkiksi Maanmittauslaitos käyttää GeoServeriä avoimien aineistojen jakamiseen (Maanmittauslaitos 2015c). GeoServerillä on myös kohtuullisen pitkä kehityshistoria ja se päivittyy nopeasti ja säännöllisellä aikavälillä, joten ohjelmiston voi olettaa pysyvän ajantasaisena. Siihen on myös saatavilla useita laajennuksia ja hyvä dokumentointi. Tässä työssä käytetään GeoServerin Stable-julkaisuhaaran versiota 2.7.0., joka on julkaistu 21.3.2015.

Tässä tutkielmassa tarkoituksena on tuoda GeoServeriin PostgreSQL/PostGIS-tietokannan kautta kartta-aineistoja ja GPS-mittausdataa. GeoServeriin voidaan kuitenkin tuoda tietoa myös suoraan ilman erillistä tietokantaohjelmistoa. Opinnyttelyn pääpaino on kuitenkin karttapalvelimen perustamisprosessissa, eikä varsinaisen palvelinohjelmiston kattavasta käytön esittelystä. Lisäksi, koska työn tehtävänä on vain demonstroida palvelimen toimintaa eikä laajemmin luoda palvelu tiettyyn käyttöön, tiedon tuonti, analysointi ja visualisointi pidetään suoraviivaisena prosessina. Tietojen käsittelystä on kerrottu tarkemmin työn luvussa 5.

Opinnäytteessä käytetyssä tietokoneessa GeoServer toimii karttapalvelinohjelmistona PostGIS-tietokannan tarjoamille aineistoille kuvion 2 mukaisesti. Työ on tehty vain yhdellä tietokoneella, ilman että tavoitteena on palvelimelle pääsy ulkoisesta tietoverkosta, kuten lähiverkosta tai Internetistä käsin.

4.2 GeoServerin käyttöönotto

4.2.1 Asennustavat

Java-pohjaisena ohjelmistona GeoServer vaatii ennen asennusta käyttöjärjestelmään asennetun Javan ajoympäristön. Nykyinen versio vaatii toimiakseen Javan seitsemännen version. Ohjelmiston kehittäjät suosittelevat käyttämään virallista Oraclen JRE:tä, mutta myös OpenJDK on todettu toimivaksi. Opinnäytettä kirjoitettaessa GeoServer ei tue Javan kahdeksatta versiota. Ubuntu 14.04. LTS-versiossa Java 7 -ajoympäristö voidaan asentaa käyttöjärjestelmän omien virallisten pakettilähteiden kautta. (GeoServer 2015a)

GeoServeriä voidaan käyttää joko yhteistyössä Java-ohjelmistopalvelimen, kuten Apache Tomcatin kanssa, tai siitä voidaan käyttää alustariippumatonta suoritustiedostoa. Tässä opinnäytetyössä on esitelty kummatkin käyttötavat. Työn GeoServer-asennuksessa on käytetty apuna Internet-lähteitä ja soveltuvien osien GeoServer Beginner's Guide -kirjaa. Kirjassa kuitenkin on otettu lähtökohdaksi kääntää ja asentaa suurin osa tarvittavista ohjelmista manuaalisesti. Osa tämän kirjan ohjeista on lisäksi soveltuvia vain Windowsille ja vanhemmalle Ubuntu-versiolle. (Iacovella & Youngblood 2013)

4.2.2 Alustariippumaton asennus

Alustariippumaton asennus mahdollistaa samankaltaisen toiminnan erilaisilla käyttöjärjestelmillä, sillä siinä on mukana oma kevyt ja siirrettävä Java-pohjainen HTTP-palvelin, Jetty. Alustariippumaton asennus on myös helppo tapa tutustua

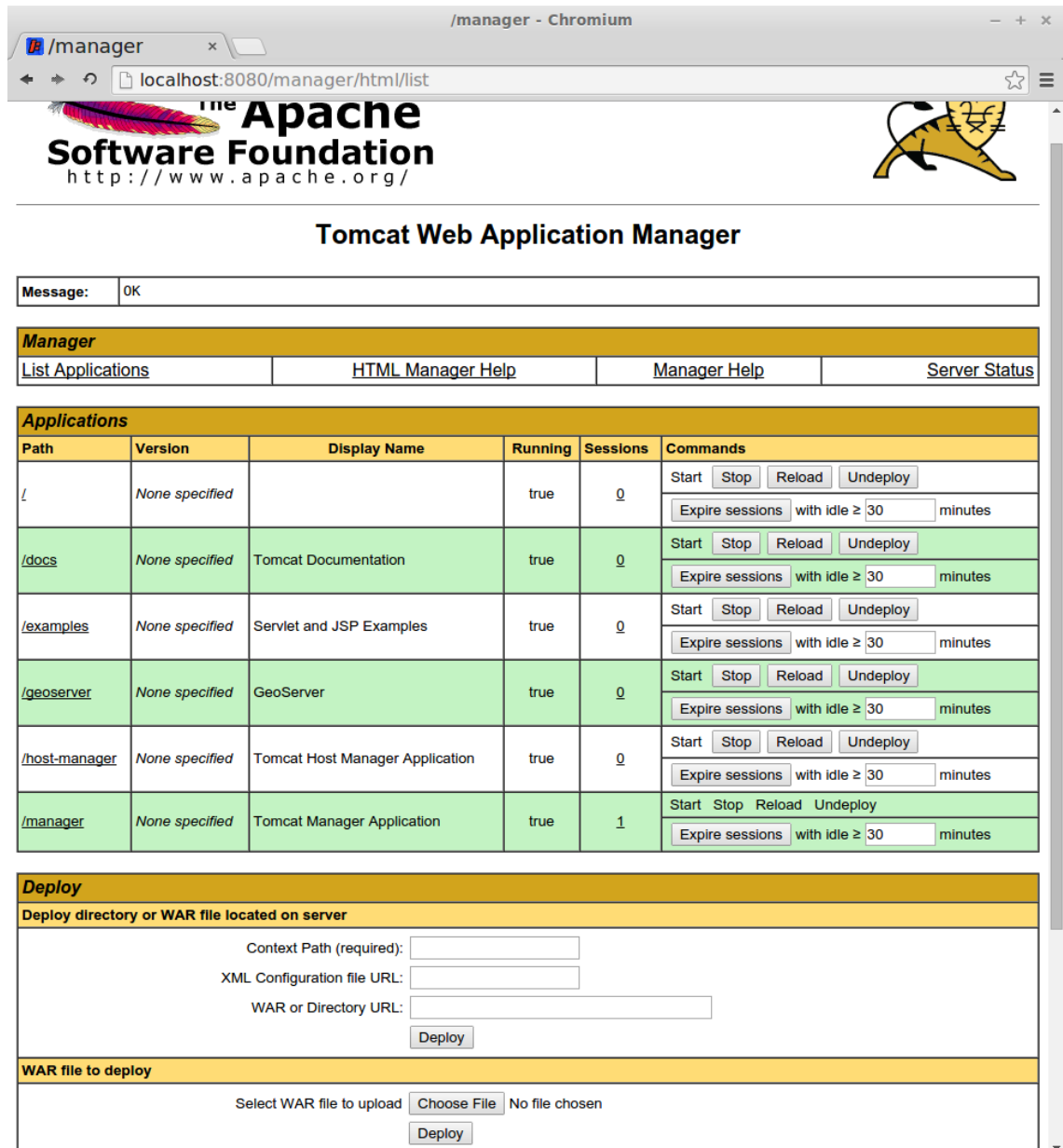
GeoServerin rakenteeseen ja toimintaan oletuskäyttäjätunnuksilla, ilman erillisen tietokannan tai web-palvelimen asennusta. (GeoServer 2015a)

Alustariippumatonta asennusprosessia on esitelty opinnäytteen liitteessä 2. Tässä työssä on tarkoitus kuitenkin käyttää GeoServeriä yhdessä paikkatietotietokannan (PostgreSQL/PostGIS) ja ohjelmistopalvelimen (Apache Tomcat) kanssa, jotta yleinen hierarkia palvelinohjelmistojen välillä tulee paremmin selville.

4.2.3 Asennus Apache Tomcatin kautta

Koska ohjelmiston kehittäjät ovat testanneet GeoServeriä lähinnä Apache Tomcatin kanssa, on sen valinta ohjelmistopalvelimeksi suositeltavaa. Muitakin ohjelmistopalvelimia tiedetään yhteensopivaksi, mutta niiden toimintaa ei voida taata. Apache Tomcatin kanssa GeoServeristä on käytettävä Web Archive-asennustiedostoa (*.war), joka on ladattavissa GeoServerin Internet-sivuilta. Tomcat on asennettava ennen GeoServeriä, sillä GeoServer asennetaan Tomcatin kautta. Myös tämä asennusvaihtoehto vaatii toimivan Java 7 -ympäristön käyttöjärjestelmästä. (GeoServer 2015b). Apache Tomcat voidaan asentaa Ubuntu 14.04 LTS-versioon suoraan käyttöjärjestelmän omista pakettilähteistä. Apache Tomcatin asentamisesta on kerrottu tarkemmin opinnäytetyön liitteessä 3.

Käyttäjätunnuksen luomisen, roolituksen ja tiedostokokorajoituksen muuttamisen jälkeen Apache Tomcat 7 -ohjelmistopalvelin on käynnistettävä uudestaan. Uudelleenkäynnistämisen jälkeen kirjautuminen tapahtuu tutkielmassa aiemmin luoduilla tunnuksilla verkkoselaimesta aiemmin määritellyn `localhost:8080`-osoitteen kautta ja valitsemalla **tomcat7-admin**-linkki tai suoralla osoitteella `localhost:8080/manager/`. Tästä Tomcat Web Application Manager -hallintasovelluksesta siirrytään ”*War file to deploy*”-osioon, etsimään GeoServerin *.war-tiedosto ja painetaan ”*Deploy*”. Tiedoston lataamisen jälkeen GeoServer on lisätty Tomcatin ohjelmistolistaukseen, ja sen hallintasivulle voidaan kirjautua osoitteesta `localhost:8080/geoserver/` (Kuvio 6).



Tomcat Web Application Manager

Message: OK

Manager

[List Applications](#) [HTML Manager Help](#) [Manager Help](#) [Server Status](#)

Applications

Path	Version	Display Name	Running	Sessions	Commands
/	None specified		true	0	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes
/docs	None specified	Tomcat Documentation	true	0	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes
/examples	None specified	Servlet and JSP Examples	true	0	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes
/geoserver	None specified	GeoServer	true	0	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes
/host-manager	None specified	Tomcat Host Manager Application	true	0	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes
/manager	None specified	Tomcat Manager Application	true	1	Start Stop Reload Undeploy Expire sessions with idle ≥ 30 minutes

Deploy

Deploy directory or WAR file located on server

Context Path (required):

XML Configuration file URL:

WAR or Directory URL:

WAR file to deploy

Select WAR file to upload No file chosen

Kuvio 6. Apache Tomcatin selainpohjainen hallintasovellus

Apache Tomcat -asennuksessa GeoServerin oletuskäyttäjätunnukset selainkäyttöliittymään ovat samat kuin alustariippumattomassa asennuksessa, eli Username: admin ja Password: geoserver. (Iacovella & Youngblood 2013, 51; Gengeç 2014). Oletustunnukset kannattaa kuitenkin vaihtaa, varsinkin jos tarkoituksena on tehdä julkinen palvelu.

Lisäksi, jos palvelinohjelmistoja ei aktiivisesti käytetä, on ne luontevaa pitää poissa päältä viemästä turhaan käyttöjärjestelmän resursseja. GeoServerin ylläpidosta on kerrottu lisää luvussa 4.4. Tässä työssä ei käydä läpi kaikkia GeoServerin ominaisuuksia läpi yksityiskohtaisesti, vaan siten kun on yksittäisen tiedonkäsittelyvaiheen kannalta järkevää.

4.3 GeoServerin konfigurointi

4.3.1 Selainpohjainen hallintasovellus

Selainpohjaisen hallintasovelluksen pääsivulla voidaan katsoa esimerkiksi GeoServerin ja sen ohjelmistokirjastojen versiotietoja. Lisäksi pääsivu sisältää lyhyen kuvauksen GeoServer-ohjelmasta ja sen selainpohjaisesta käyttöliittymästä, sekä muista lisätietoja. Kirjautumalla selainkäyttöliittymään voidaan ohjelmistoon ja sen rakenteeseen tutustua tarkemmin (Kuvio 7).

Ensimmäisenä GeoServerin selainpohjaiseen hallintasovellukseen kirjautuessa esiin tulee pääsivu, eli ”Welcome”-sivu, joka näyttää tiivistelmän palvelimen tiedoista, kuten omistajatiedot, ohjelmistoversion sekä karttatasojen ja työtilojen lukumäärän. Hallintasovellus on jaettu versiossa 2.7.0 kuuteen päävalikkoon:

About & Status	Tietoa GeoServerin tilasta
Data	Palvelimeen lisätyt tietoaaineistot
Services	Palvelimen tarjoamat palvelut
Settings	Erilaisia palvelinasetuksia
Tile Caching	Tile (ruutujen eli tiilien) välimuisti
Security	Palvelimen tietoturva-asetukset

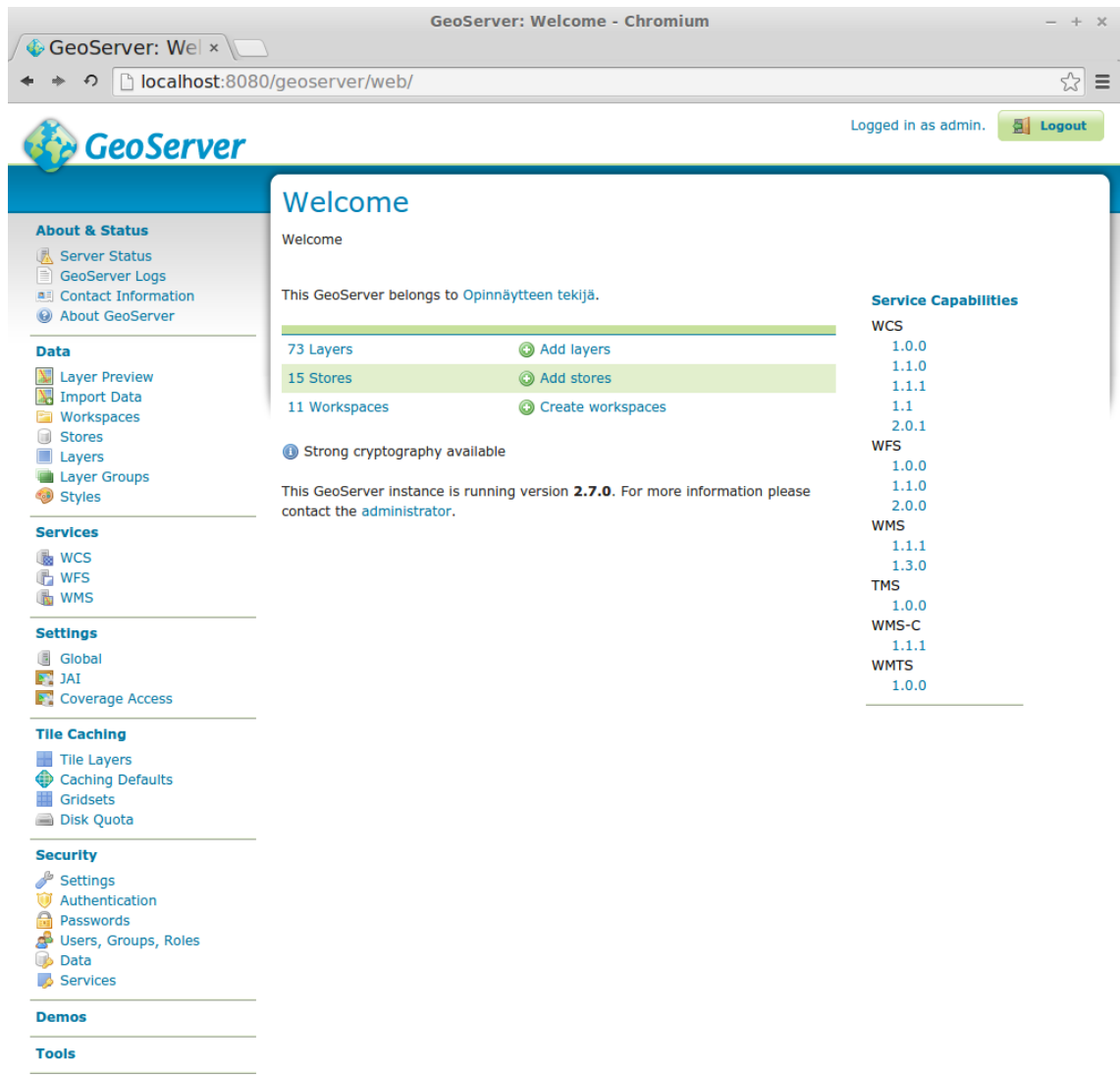
Lisäksi hallintasovelluksessa on omat osiot demo-ohjelmille ja erilaisille työkaluille. Demo-osiossa on esimerkiksi listaus kaikista SRS-koodeista, joita GeoServer tukee. Data-osio on hallintaohjelmiston tärkein osa, sillä sisältää palvelimen työtilat, tietovarastolinkitykset, karttatasot sekä aineistojen tyylimäärittelyt. Secu-

rity-osioista hallitaan palvelimen käyttäjiä, salasanoja ja tunnistusmenetelmiä. Lisäksi tässä osiossa voidaan määrittää erilaisia sääntöjä palvelimeen tuotujen aineistojen ja palvelujen saatavuuteen liittyen. GeoServeriin tietoa tuotaessa on aina määriteltävä Data-osion työtila (*Workspace*), tallennuspaikka (*Store*) ja karttataso (*Layer*), jolle aineistot tuodaan.

4.3.2 Salasanojen ja palvelimen nimen vaihtaminen

Oletustunnuksilla kirjautuessa GeoServerin pääsivu huomauttaa oletussalasanojen vaihtamisesta sekä palvelimen **'admin'**- että **'master'**-käyttäjätunnuksille. Nämä voi vaihtaa huomautustekstin linkistä "*Change it*". Tunnus **'master'** on GeoServer-ohjelmistossa UNIX-tyylinen pääkäyttäjä, joka on aina aktiivinen riippumatta palvelimen tietoturva-asetuksista. **'master'**-tunnuksen nimeä ei voi vaihtaa ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi uuden **'admin'**-hallintatunnuksen luontiin, jos sen salasana on unohtunut. (GeoServer 2015c)

GeoServerin hallintasovelluksen pääsivua esittelevässä kuviossa 7 on oletusasennukseen verrattuna oletussalasanat jo vaihdettu, Importer-laajennus on asennettu, palvelimen omistajan nimeä on muokattu, ja palvelimeen on tuotu paikkatietoaineistoja. Hallintasovellukseen on tässä kirjauduttu GeoServerin **'admin'**-käyttäjätunnuksella.



Kuvio 7. GeoServerin selainpohjaisen hallintasovelluksen pääsivu

4.4 GeoServerin ylläpito

Koska tässä työssä GeoServeriä ei ole asennettu käyttöjärjestelmän pakettienhallinnan kautta, on käyttäjän asennettava ohjelmistopäivitykset itse. Palvelimen pakettienhallinnan kautta asennetut osat, kuten Apache Tomcat ja PostgreSQL, päivittyvät kuitenkin automaattisesti. On huomioitavaa, että osaa GeoServerin päivityksistä ei voida perua, sillä ohjelmiston hakemistorakenne saattaa muuttua versioiden välillä. Tällöin yhteensopivuutta vanhempien versioiden kanssa ei voida taata. Käyttämällä kuitenkin erillistä tietokantaohjelmistoa, kuten PostGIS:ä voidaan vanhentunut GeoServer-versio huoletta poistaa ja päivittää uuteen, sillä

tiedot säilyvät erillisessä tietokannassa turvassa. Jos kuitenkin GeoServeriin tuodaan suoraan aineistoa hallintasivun kautta, on huolehdittava näiden tietojen säilyttämisestä erikseen. Uuden GeoServer-version asentamisen yhteydessä on myös asennettava mahdolliset laajennokset uudestaan. (GeoServer 2015d)

GeoServeriin on olemassa useita laajennoksia erilaisiin tarkoituksiin, joista osa esitellään tässä työssä. Laajennoksilla muun muassa lisätään sellaisia toimintoja tai ominaisuuksia, joita oletusasennuksessa ei ole valmiiksi. GeoServeriin on saatavilla laajennoksia, jotka esimerkiksi lisäävät ohjelmiston tukemia tiedostotformaatteja tai mahdollistavat tyylien muokkauksen. GeoServer-laajennoksia ovat esimerkiksi INSPIRE, Importer, GeoSearch, GeoExt Styler ja Cross-layer filtering. (GeoServer 2015e)

Importer on GeoServerin virallinen laajennus, joka lisää ohjelmistoon vaihtoehdoisen, suoraviivaisemman tavan karttatasojen luontiin ja muokkaamiseen. Se mahdollistaa useamman paikkatietoaineiston tai tietokantataulun lataamisen yhdellä operaatiolla. Lisäksi sillä voidaan luoda jokaiselle karttatasolle oma tyylinsä, toisin kuin tason liittäminen samoihin olemassa oleviin tyylihin (GeoServer 2015f). Importerin asennustiedostot on ladattavissa GeoServerin lataussivulta ja laajennosta on käytetty tässä työssä paikkatietoaineistojen tuontiin luvussa 5. Importer asennetaan purkamalla ja kopioimalla asennustiedostot GeoServerin `WEB-INF/lib` -kansioon, joka sijaitsee Apache Tomcat -asennuksessa hakemistossa `/var/lib/tomcat7/webapps/`.

Tiedostojen kopioinnin jälkeen GeoServer on käynnistettävä uudestaan. Seuraavalla kirjautumiskerralla havaitaan, että GeoServerin Data-valikkoon on ilmestynyt 'Import Data'-valinta, jonka kautta laajennosta voidaan käyttää. On huomattava, että oletuksena GeoServerillä ei ole luku- tai kirjoitusoikeuksia Tomcat-asennushakemiston ulkopuolella, vaikka tiedostojärjestelmän hakemistorakenne näytetään ohjelmistolle. GeoServeriin on siis tuotava aineistoa joko tietokantaohjelmiston kautta, tai kopioimalla aineistot oikeudet omaavaan GeoServerin Data-kansioon. Apache Tomcat -asennuksessa GeoServerin Data-kansio sijaitsee hakemistossa `/var/lib/tomcat7/webapps/geoserver/data/`.

Data-kansion paikkaa voidaan kuitenkin haluttaessa muuttaa. Tästä varsinaisesta palvelimesta erillisestä Data-kansiosta on hyötyä etenkin tuotantokäytössä, sillä se mahdollistaa muun muassa helpomman ohjelmistopäivitysprosessin. Tiedostoja käsiteltäessä GeoServerillä on oltava luku- ja kirjoitusoikeudet työskentelykansion lisäksi myös yksittäisiin tiedostoihin. Tomcat-asennuksessa onkin Linux-käyttöjärjestelmässä varmistettava, että tomcat-käyttäjällä on tiedostoihin riittävät oikeudet. Tällöin myös GeoServer pystyy Tomcatin kautta käsittelemään tiedostoja. (GeoServer 2015g)

Kuten kuviosta 6 voidaan havaita, GeoServer-palvelinohjelmisto voidaan sammuttaa, käynnistää uudelleen ja poistaa Apache Tomcatin hallintasivun kautta. Koska GeoServer on asennettu Apache Tomcat -palvelimeen, riittää myös Tomcatin sammuttaminen GeoServerin sammuttamiseksi. Toisaalta tällöin muutkaan mahdolliset Apache Tomcatin kautta asennetut ohjelmistot eivät ole käytettävissä.

5 KARTTA-AINESTOT JA TESTIDATA

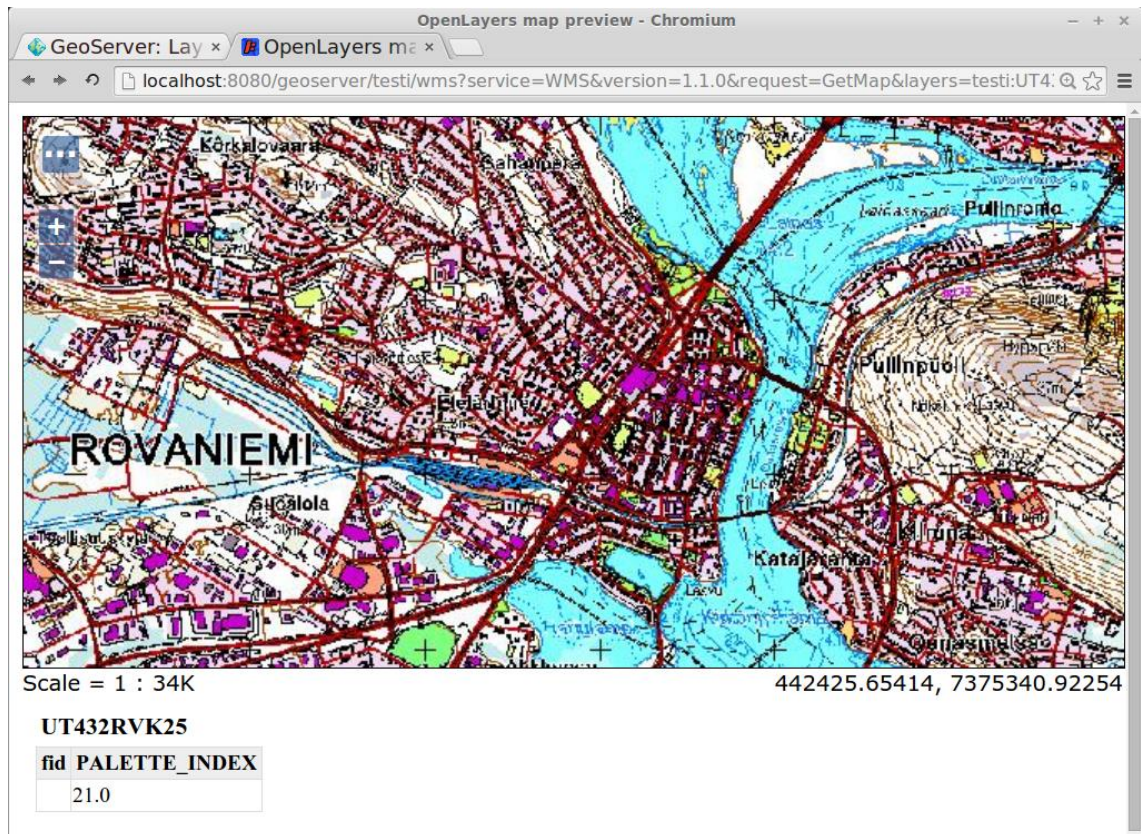
5.1 Pohjakartta-aineistot

5.1.1 Maanmittauslaitoksen rasterikuvat

GeoServeriin voidaan tuoda rasteriaineistoa joko suoraan hallintasivun tai tietokantaohjelmiston kautta (Kuvio 8). Tuki GeoServerin 2.7. versiossa rasteriaineistoille on oletusasennuksessa rajoittunut ArcGrid-, GeoTIFF-, GTOPO30- ja WorldImage-formaatteihin. Lisäksi se tukee rasterikuvien tuontia ImageMosaic-laajennoksen kautta, joka luo kahdesta tai useammasta kuvatiedostosta yhden mosaiikkikuvan. Rasteriaineistotukea voidaan kuitenkin lisätä erilaisilla laajennoksilla. Tärkeimpinä näistä voidaan mainita GeoServerin GDAL-laajennos, joka lisää muun muassa tuen JPEG2000-tiedostoille. GeoServer ei myöskään tue oletuksena rasteriaineistoa PostGIS:n tai Oraclen tietokannoista, vaan näille on asennettava erikseen Image Mosaic JDBC-laajennos. (GeoServer 2015h)

Java-pohjaisena ohjelmistona GeoServer on kuitenkin hitaanpuoleinen käsittelemään rasteriaineistoja, etenkin jos tiedostokoot ovat suuria. Java-suoritusympäristö itsessään vie kohtuullisen keskusmuistia, joten on suositeltavaa että sitä on GeoServer-tietokoneessa vähintään 2 GB. PostGIS – Apache Tomcat – GeoServer -asennuksessa GeoServer on järjestelmän hitain osa. GeoServerin oletusasennusta on kuitenkin mahdollista nopeuttaa erilaisilla tavoilla. Näitä nopeutuskeinoja ei kuitenkaan esitellä tämän työn yhteydessä. (GeoServer 2015i)

Kuvion 8 karttakuva Rovaniemen keskustan alueelta on muodostettu GeoServeriin suoraan tuodusta GeoTIFF-tiedostosta. Tiedosto on renderöity palvelimeen integroidun OpenLayers-kirjaston läpi aineiston tuonnin jälkeen.



Kuvio 8. MML:n maastokartta GeoServerissä

PostGIS-tietokantaan voidaan tuoda rasteriaineistoa raster2pgsql-ohjelman avulla. Rasteritiedosto voidaan tallentaa tietokantaan yhtenä kokonaisuutena, tai se voidaan pilkkoa pienempiin osiin. Tällöin jokainen kuvatiedoston osio, eli ruutu, tallennetaan erikseen omana tietueenaan, jolloin alkuperäinen muunneltu rasteritiedostoformaatti on käsiteltävissä PostGIS:n funktioilla. Rasteriaineiston tallentaminen tietokantaan on hyödyllistä, sillä datan lukunopeus on parempi kuin suoraan tiedostosta luettaessa. Lisäksi aineisto säilyy tietokannassa tallessa, vaikka alkuperäiset rasteritiedostot poistettaisiin. Tällä menetelmällä rasteriaineistosta voidaan myös muodostaa vektoriaineistoa. Verrattuna vektoriaineistoihin rasteritiedostot ovat usein suuria tiedostokooltaan. Kun rasteritiedosto tallennetaan yksittäisinä ruutuina, kuvan käsittely on nopeampaa varsinkin jos on tarvetta käsitellä vain osaa alkuperäisestä kuva-alasta. (Obe & Hsu 2011, 371.)

Spatiaalisesta rasteriaineistosta voidaan tallentaa tietokantaan myös vain pelkkä paikkatieto, jolloin varsinaiset rasteritiedostot sijaitsevat tietokannan ulkopuolella tiedostojärjestelmään tallennettuina. Tällä menetelmällä rasteritiedostoja on

helppo luokitella sekä indeksoida ja niitä voidaan käyttää myös ohjelmilla, jotka eivät osaa lukea tietokanta-aineistoja. Kun tietokantaan tallennetaan vain tiedostojen metadata, pysyy tietokannan koko pienempänä ja helpompana käsitellä. Toisaalta, jos rasteritiedostot poistetaan tiedostojärjestelmästä, jäävät vastaavat tietokannan viitteet käyttökelvottomiksi. (Obe & Hsu 2011, 377–378.)

GeoServer tukee myös ulkoisten WMS-palvelimien tarjoamien aineistojen liittämistä osaksi ohjelmiston karttatasoja. Tällöin tietokoneen, johon GeoServer on asennettu, on oltava Internet-yhteydessä. Yhteys ulkoiseen WMS-aineistoon lisätään kuten muutkin aineistot GeoServerin 'Stores'-valikon kautta, ja valitsemalla 'Other Data Sources'-kohdalta WMS-linkki. Protokollan mukaisia tietolähteitä on olemassa useita ilmaisia, esimerkiksi Liikennevirasto ja Maanmittauslaitos ylläpitävät omia WMS-rajapintapalveluitaan. Eräs mainitsemisen arvoinen lähde on myös Tieteen tietotekniikan keskuksen ylläpitämä ja Opetus- ja kulttuuriministeriön tarjoama AVAA-palvelu, joka tarjoaa Suomen alueen OpenStreetMap-aineistoa ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa. (AVAA 2015)

5.1.2 OpenStreetMap

GeoServeriin voidaan tuoda OpenStreetMap-projektin aineistoa PostgreSQL-tietokannan kautta. OpenStreetMapin aineiston viemiseksi tietokantaan on kehitetty useita työkaluja, joista tärkeimpinä voidaan mainita Osmosis, Osm2psql, Osm2postgresql ja Imposm. Sekä Imposm että Osm2psql ovat asennettavissa Ubuntu 14.04. LTS-versiossa suoraan pakettienhallinnan kautta. (OpenStreetMap 2015e)

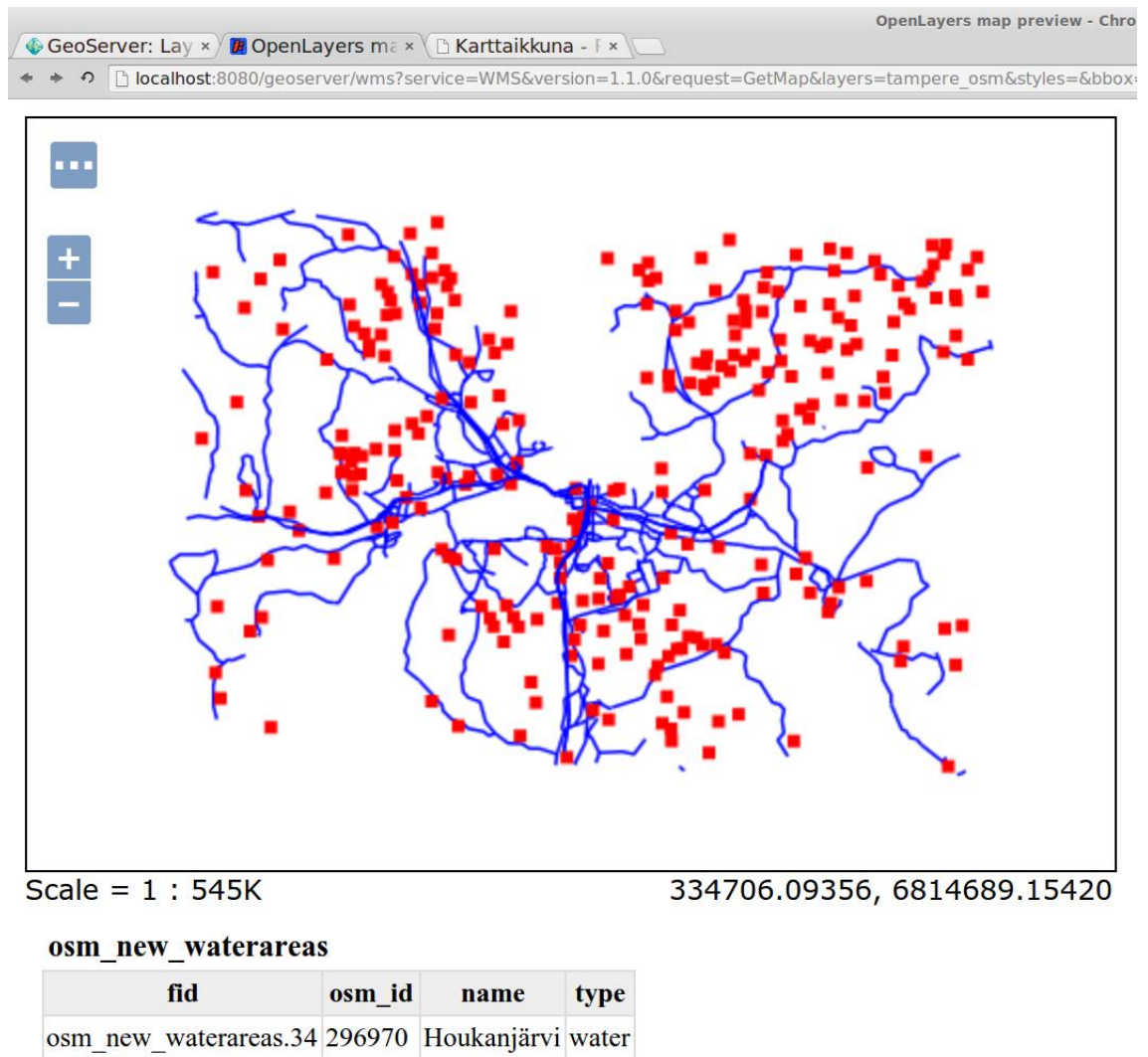
Tässä työssä käytetään komentokehotteessa suoritettavan Imposm-ohjelman versiota 2.5.0, jonka avulla GeoServeriin lisätään OSM-aineistoa Tampereen alueelta. Käytettävä esimerkkiaineisto (tampere_finland.osm.pbf) on saatavilla ilmaiseksi Mapzen-latauspalvelusta, jonka tarkoituksena on jakaa ajantasaista OSM-dataa suurkaupungeista ja niiden lähialueista. (Mapzen 2015)

Ennen kuin Imposm-ohjelmalla voidaan tuoda aineistoa, on luotava sille uusi tietokanta, esimerkiksi nimellä 'tampere'. Tämä tapahtuu opinnäytetyön luvussa 2 olevan esimerkin mukaisesti. Alla on esitelty Imposm-ohjelma käyttöä:

```
imposm --read tampere.osm.pbf          lukee tiedoston välimuistiin
imposm --write --database tampere --host localhost --user gisuser --port 5432
```

Alemmassa komennossa Imposm ottaa yhteyden postgres-tietokantaohjelmistoon käyttäjänä *gisuser* ja kirjoittaa välimuistin tiedot tietokantaan *tampere*. Koska komennossa ei ole annettu valmiiksi salasanaa, kysyy Imposm käyttäjän *gisuser* salasanaa ennen kuin aineiston kirjoitusprosessi voi alkaa. Imposmin luomat välimuistitiedostot (*.cache) voidaan haluttaessa poistaa prosessin päätyttyä. Imposm-ohjelmalla voidaan myös suorittaa tietokantaan optimointeja, mutta tämä ei ole pakollista. Koska opinnäytteessä on tarkoitus vain esitellä ohjelmistojen perustoimintaa, ei optimointeja suoriteta. (Imposm 2015)

Kun Imposm on kirjoittanut OSM-aineiston tietokantaan, voidaan se tuoda GeoServeriin. Tämä tapahtuu lisäämällä luotu PostGIS-tietokanta GeoServerin tietolähteeksi. Tietokannan yhdistämisen jälkeen valitaan tietokannan aineistosta halutut ominaisuudet, ja julkaistaan ne GeoServerissä karttatasoina (GeoServer 2015j). Tuotu aineisto on esitetty kuviossa 9, joka sisältää Imposm-ohjelman avulla tietokantaan kirjoitettua Tampereen alueen OSM-aineistoa GeoServerin kautta julkaistuna. Karttakuvassa siniset viivastot ovat tieverkkoa ja punaiset pisteet pieniä vesialueita, kuten järviä ja lampia.

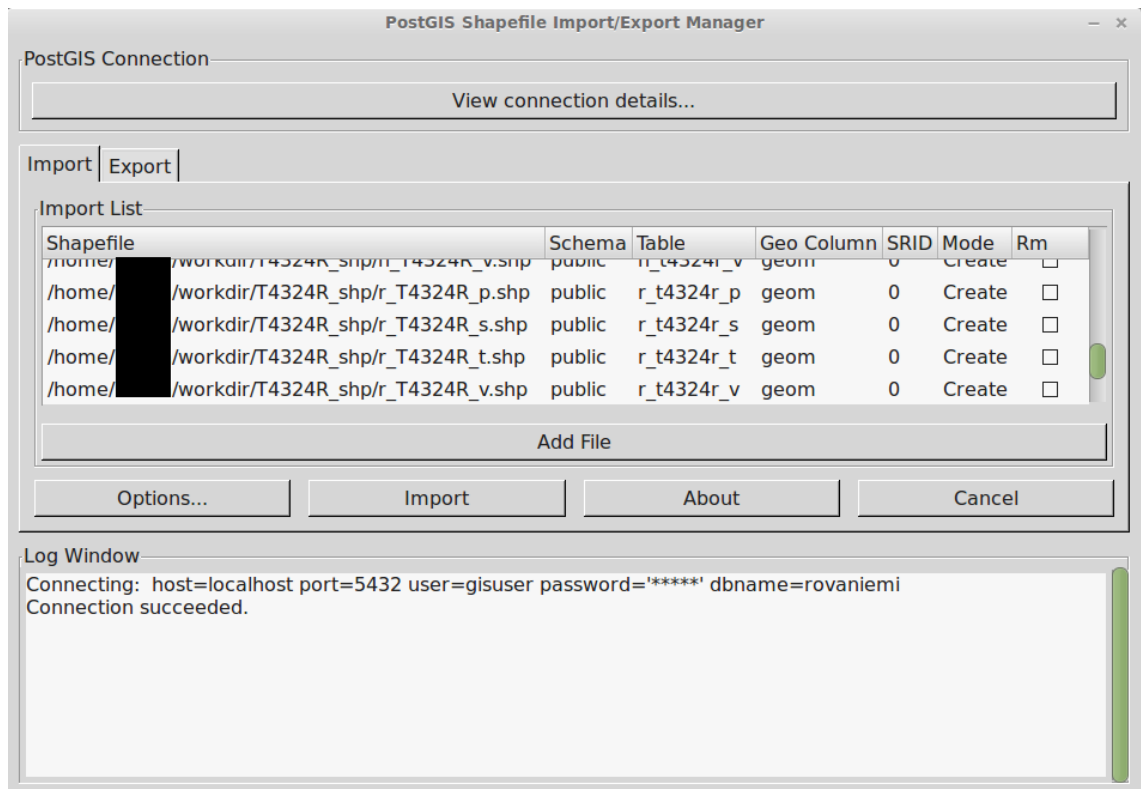


Kuvio 9. OSM-aineistoa Tampereen alueelta GeoServerissä

5.1.3 Esri Shapefile

GeoServeriin voidaan tuoda Esrin Shapefile-tiedostoja (*.shp) suoraan tai lisäämällä ne PostGIS/PostgreSQL-tietokannan kautta. Shape-tiedoston kirjoittaminen tietokantaan tapahtuu käyttämällä shp2pgsql-ohjelmaa, joka on osa PostgreSQL-asennusta. shp2pgsql-ohjelmaa siis ei tarvitse erikseen asentaa. Tämän työn esimerkissä käytetään ohjelman graafista käyttöliittymää shp2pgsql-gui, jolla tietokantaan tuodaan aineistoa Rovaniemen alueelta. Ensin ohjelmalla otetaan yhteys tietokantaan, ja sillä on mahdollista kirjoittaa tietokantaan useita tiedostoja samanaikaisesti (Kuvio 10). Uuden tietokannan luonti ja alustus tapahtuu

samoin kuin opinnäytteen aiemmin käsitellyissä tietokantaesimerkeissä. (Obe & Hsu 2011, 186.)



Kuvio 10. Esrin Shape-tiedostojen lisääminen PostGIS-tietokantaan shp2pgsql-gui-ohjelman avulla

Shape-tiedoston tietokantaan kirjoittamisen jälkeen tapahtuu aineiston tuonti GeoServeriin 'Import Data'-valikon kautta. Tämä tehdään kuten aikaisemman OSM-aineiston kanssa lisäämällä PostGIS-lähde, ja ottamalla yhteys haluttuun tietokantaan. Lisättäessä voidaan valita edelleen halutut aineistot, jotka tietokantaan halutaan julkaista GeoServerissä. On huomattava, että tiedostoja tuotaessa GeoServeriin, niille on asetettava oikea SRS-koodi, eli aineiston käyttämä koordinaattijärjestelmä. Suomessa tämä on EPSG:3067, joka on ETRS-TM35FIN vastaava koodi. (Butler, Schmidt, Springmeyer & Livni 2007)

PostGIS/PostgreSQL-tietokantaan voidaan tuoda monia muitakin tiedostomuotoja kuin OSM- ja Shapefile-aineistot. Käyttämällä esimerkiksi ogr2ogr-ohjelmaa, voidaan tietokantaan tuoda muun muassa MapInfo-, GPX-, ODBC-,

MySQL-, SQL Server -, ESRI Personal GeoDatabase - tai AutoCAD-tiedostoja. ogr2ogr on osa GDAL-ohjelmistokirjastoa, joka on asennettavissa Ubuntu 14.04. LTS-versioon suoraan käyttöjärjestelmän pakettienhallinnasta. Lukuun ottamatta mittausosion GPS-dataa näiden tietformaattien käyttöä ei kuitenkaan tässä työssä tarkemmin esitellä. (Obe & Hsu 2011, 187.)

5.2 GPS-Mittaukset

5.2.1 Laitteisto ja ohjelmisto

Osana opinnäytetyötä tehtiin GPS-mittauksia Rovaniemen ympäristössä kevään 2015 aikana. Mittauksien tavoitteena oli kerätä ja tallentaa paikkatietoa, jota voitaisiin tuoda luvussa 4 perustettuun karttapalvelimeen. Mittauslaitteena käytettiin Android-käyttöjärjestelmällistä Motorola Moto E-älypuhelinta, joka tukee GPS-, A-GPS- ja GLONASS-paikannustapoja.

Mittaukset suoritettiin käyttämällä laitteeseen asennettua OruxMaps-ohjelmaa. OruxMaps on Jose Vazquezin kehittämä ilmainen Java-pohjainen Android-mobiilisovellus, joka on tarkoitettu etenkin karttojen katsomiseen mutta siinä on myös laajat navigointiominaisuudet. Sovelluksessa on mahdollista käyttää karttapohjia monesta eri internetlähteestä, ja se tukee myös paikkatietojen ja taustakarttojen lukemista suoraan puhelimen muistista. Ohjelma tukee lisäksi WMS-protokollan mukaisia verkkolähteitä, ja lähteiden tallentamista välimuistiin. OruxMaps on asennettavissa Android-puhelimen digitaalisen sisältöpalvelun, Google Playn kautta. Toimiakseen kunnolla on laitteen käyttöjärjestelmä oltava Android 2.2-versiota uudempi. Mittaukset tehtiin käyttämällä OruxMaps-sovellusversiota 6.0.7.

Sovelluksella on mahdollista merkitä GPS:n avulla yksittäisiä pistemäisiä kohteita sekä esimerkiksi tallentaa kuljettu reitti. Tiedot voidaan ladata suoraan puhelimesta internet-palveluihin, mutta OruxMaps tukee myös reittien ja pistemäisten

kohteiden viemistä puhelimen muistiin .gpx-, .kml- ja .kmz-muodoissa. Ohjelmaan on lisäksi mahdollista tuoda maaston korkeusmalli DEM-tiedostoina (*Digital Elevation Model*), joka mahdollistaa rinnevarjostuksen lisäämisen ja kartan näyttämisen kolmiulotteisena. Ohjelmistoon on myös saatavilla suomenkielinen ohjekirja OruxMaps:n virallisilta kotisivuilta. (OruxMaps 2015)

5.2.2 Mittauskohteet ja mittaustulosten analysointi

Paikkatietoaineiston luomista varten valittiin satunnaisia kohteita Rovaniemen ympäristöstä. Näitä kohteita olivat esimerkiksi erilaiset ilmoitustaulut, puistot, tienristeykset, alikulkutunnelit ja parkkipaikat. Lisäksi tallennettiin GPS:n seuraamaa viivamaista reittitietoa. Mittaukset suoritettiin suppealla alueella, jotta ne olivat nopeasti suoritettavissa ja tarpeen tullen helposti toistettavissa. Koska pinta-ala, jolla mittauskohteet sijaitsivat, ei ollut laaja, mahdollisti tämä myös pienemmän alueen taustakartalle. Pienempialueinen pohjakartta tarkoitti samalla pienempää tiedostokokoa ja nopeampaa käsittelyaikaa aineistoja GeoServeriin liittäessä.

Mittausten päätyttyä mitatut kohteet tallennettiin .gpx- ja .kml-formaateissa mittauslaitteen muistiin, jonka jälkeen ne siirrettiin palvelintietokoneelle jatkokäsittelyä varten. Opinäytetyön liitteessä 4 on esitetty GPS-mittausdataa sisältävän KML-tiedoston sisältöä. Koordinaatit tarkistettiin ennen datan tuomista palvelimeen Google Maps-karttapalvelun avulla, ja todettiin mittauksen onnistuneen.

5.3 Datan tuonti GeoServeriin

Koska KML ja GPX ovat XML-pohjaisia, ne eivät ole sopivimpia tiedostomuotoja paikkatietoaineiston käsittelyssä. XML-pohjaisia formaatteja ei voi indeksoida ja ne ovat hitaita lukea verrattuna Esrin Shape-tiedostoihin ja paikkatietoa sisältäviin tietokantoihin. Siksi niitä ei käsitellä suoraan palvelinohjelmistosta.

Opinnäytteessä aiemmin mitatut kohteet tuodaan GeoServeriin PostGIS-tietokannan kautta ogr2ogr-työkalun avulla. KML-tiedoston sisältämä aineisto voidaan kirjoittaa suoraan tietokantaan seuraavan komennon avulla:

```
ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=localhost user=gisuser
dbname=[tietokannannimi] password=[salasana]"
'~/workdir/gpsdata/*.kml'
```

Tässä komentokehoitteessa ajettavassa käskyssä ogr2ogr-ohjelmalle kerrotaan ottamaan yhteys tietokantaan ja kirjoittamaan siihen *.kml-tiedosto PostgreSQL-formaatissa. Komennossa ~/workdir/gpsdata/ on hakemistopolku, jossa käsiteltävä KML-tiedosto sijaitsee. Tämän jälkeen mitatun GPS-aineiston lisääminen tapahtuu GeoServerissä samalla tavalla kuin muiden tässä työssä aiemmin mainittujen PostGIS-lähteiden kanssa. On huomioitava, että KML-tiedostoon koordinaatit tallentuvat WGS84-järjestelmässä (SRID 4326). (Obe & Hsu 2011, 85.)

5.4 Visualisointi

Paikkatietoaineistojen visualisointiin ei ole tutkielmassa tarkoitus syventyä tarkemmin. GeoServerissä on kuitenkin mahdollisuus määrittää karttatasoille erilaisia tyylejä. Lisäksi eri karttatasoja voidaan ryhmitellä Layer Group-toiminnon avulla, jolloin erilaisista paikkatietoaineistoista voidaan luoda yhdistelmäkarttakuvia. On kuitenkin huomattava, että karttatasoja yhdistellessä niiden aineistojen täytyy olla tallennettuna samaan työtilaan. Kuvio 11 on tällainen karttakuva, joka on muodostettu yhdistelemällä paikkatietoaineistoja erilaisista lähteistä.



Kuvio 11. Yhdistelmäkarttakuva Rovaniemen keskusta-alueelta

Edellä olevassa karttakuvassa on käytetty MML:n maastotietokannan *.shp-tiedostoja sekä opinnäytteen yhteydessä luotua GPS-mittausdataa. Kuviossa värikkäiset pisteet ovat GPS-mittausdataa, kellertävät viivat tieverkostoa ja siniset osat sähköverkkoa. Muita varsinaisia visualisointia ei tässä työssä suoriteta.

6 POHDINTA

Palvelinohjelmiston valintaan vaikutti, että muun muassa MapServeristä oli tehty opinnäytetyö Windows-käyttöjärjestelmässä. Lisäksi Maanmittauslaitoksen Oskari-ohjelmisto oli opinnäytettä tehtäessä jokseenkin kehitystyön alla, joten lopulliseksi valinnaksi karttapalvelimen perustamista esittelemään valikoitui GeoServer. GeoServer vastaa hyvin opinnäytteelle asetettuja vaatimuksia toiminnallisuudeltaan, ajantasaisuudeltaan ja helppokäyttöisyydeltään. Se osoittautui kuitenkin Java-pohjaisena sovelluksena hitaaksi ja raskaaksi opinnäytteessä käytetyllä tietokoneella, etenkin rasteriaineistoja käsiteltäessä. Opinnäytteessä käytetty tietokone oli tehoiltaan keskitasoa: siinä oli kaksiytiminen 2,6 GHz prosessori ja 5 GB keskusmuistia. Opinnäytteen rajatun aikataulun vuoksi työssä esiteltiin GeoServerin ominaisuuksista vain murto-osa.

Koska opinnäytetyöprosessin alussa ei oltu vielä määritelty lopullista karttapalvelinohjelmistoa, vaati työ alkuvaiheessa paljon tutkimista ja esiselvitysten tekoa. Osa työn alkupuolesta kuluikin erilaisten kokeilujen parissa, ja esimerkiksi Mapnik-ohjelmistoon tutustuessa. Mapnik osoittautui monine erillisine kirjastoineen haastavaksi asentaa, eikä siten aikataulullisesti sopinut opinnäytteen käytännön osuuden esimerkkisovellukseksi. Mapnikia tutkiessa tutustuin kuitenkin samalla useisiin ilmaisiin yleishyödyllisiin paikkatieto-ohjelmistoihin, kuten PostGIS-tietokantaan. PostgreSQL/PostGIS-tietokantajärjestelmä ja siihen liittyvät erilaiset työkalut osoittautuivatkin lopulta opinnäytteen käytännön työn mielenkiintoisimmaksi osaksi.

Aiheeseen liittyvän kirjallisuuden löytäminen oli haastava ja suomenkielinen materiaali lähes olematonta. Työssä käytetty kirjallisuus oli myös aavistuksen vanhahtavaa, joten etenkin käytännön osuus vaati paljon soveltamista. Kirjallisuuden avulla sai kuitenkin hyvän yleiskäsityksen paikkatietojärjestelmien kehityksestä ja mahdollisuuksista viimeisen 25 vuoden aikana. Ajantasaisuuden ja työn luonteen vuoksi opinnäytteessä käytettiin paljon Internet-lähteitä. Näistä etenkin OpenStreetMap-projektin wikisivusto osoittautui hyödylliseksi ja luotettavaksi lähteeksi, myös muissa kuin itse suoraan OSM-projektiin liittyvissä asioissa.

Opinnäytetyön järjestelmä soveltunee parhaiten resursseja lisäämällä hallinto- ja yrityskäyttöön, ja on yksityiskäyttöön laajahko ja moniosainen. Vastaava tietojenkäsittely ja visualisoinnit voidaan suorittaa myös varsinaisilla työpöytäsovelluksilla. Työn osatavoitteena kuitenkin oli selventää tietokantajärjestelmien ja palvelinohjelmistojen välistä hierarkiaa, joka ei olisi ollut mahdollista työpöytäsovelluksia käyttäen.

LÄHTEET

Archaeogeek. 2015. Portable GIS. Viitattu 14.5.2015
<http://archaeogeek.com/portable-gis.html>.

AVAA. 2015. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama hanke. Viitattu 31.3.2015
<http://avaa.tdata.fi/web/avaa/data>.

Boundless. 2015. OpenGeo Suite. Viitattu 14.2015
<http://boundlessgeo.com/solutions/opengeo-suite/>.

Butler, H., Schmidt, C., Springmeyer, D. & Livni, J. 2007. Spatial Reference. Viitattu 22.5.2015
<http://spatialreference.org/ref/epsg/etrs89-etrs-tm35fin/>.

DistroWatch. 2015. Viitattu 14.5.2015
<http://distrowatch.com/>.

Gengeç, N. 2014. How to run GeoServer on Ubuntu with Tomcat7. Viitattu 21.5.2015
<http://www.negengec.com/2014/09/run-geoserver-ubuntu-tomcat7/>.

GeoServer. 2015a. Linux binary. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/installation/linux.html>.

GeoServer. 2015b. Web archive. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/installation/war.html>.

GeoServer. 2015c. Root account. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/security/root.html>.

GeoServer. 2015d. Upgrading existing versions. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/installation/upgrade.html>.

GeoServer. 2015e. Extensions. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/extensions/index.html>.

GeoServer. 2015f. Importer. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/extensions/importer/index.html>.

GeoServer. 2015g. GeoServer Data Directory. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/datadirectory/index.html>.

GeoServer. 2015h. Working with Raster Data. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/raster/index.html>.

GeoServer. 2015i. Running in a Production Environment. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/production/index.html>.

- GeoServer. 2015j. PostGIS. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/database/postgis.html>.
- GeoServer. 2015k. History. Viitattu 21.5.2015
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/introduction/history.html>.
- GeoServer. 2015l. GeoServer 2.7.0. Viitattu 21.5.2015
<http://geoserver.org/release/2.7.0/>.
- Hämäläinen, A. 2011. MapServer for Windows. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Tietotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Iacovella, S., Youngblood, B. 2013. GeoServer Beginner's Guide. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Imposm. 2015. Tutorial. Viitattu 21.5.2015
<http://imposm.org/docs/imposm/latest/tutorial.html>.
- Karich, P. 2013. Setup Mapnik From Scratch. Viitattu 14.5.2015
<https://karussell.wordpress.com/2013/10/26/setup-tile-server-mapnik/>.
- Kresse, W., Danko, D. 2012. Springer Handbook of Geographic Information. Berliini, Saksa: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. & Rhind, D. 2011. Geographic Information Systems & Science. Kolmas painos. Jefferson City, Yhdysvallat: Wiley.
- Maanmittauslaitos. 2015a. Inspire-direktiivi. Viitattu 14.5.2015
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/inspire-direktiivi>.
- Maanmittauslaitos. 2015b. Katselupalvelun toteutus. Viitattu 14.5.2015
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/katselupalvelun-toteutus>.
- Maanmittauslaitos. 2015c. Avoimien aineistojen jakopalvelu. Viitattu 21.5.2015
<http://avoindata.maanmittauslaitos.fi/geoserver/web/>.
- Maanmittauslaitos. 2015d. Live sites using Oskari. Viitattu 21.5.2015
<http://www.oskari.org/examples/>.
- Maanmittauslaitos. 2015e. Oskari-ohjelmisto. Viitattu 21.5.2015
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/mika-oskari>.
- MapBox "Development Seed" team. 2015. Ubuntu PPA-pakettilähde. Viitattu 15.5.2015
<https://launchpad.net/~developmentseed/+archive/ubuntu/mapbox>.
- MapBox OSM Bright. 2015. A Carto template for OpenStreetMap data. Viitattu 15.5.2015

<https://github.com/mapbox/osm-bright>.

Mapnik. 2015. Mapnik FAQ. Viitattu 14.5.2015
<http://mapnik.org/faq>.

MapServer. 2015. Viitattu 22.5.2015
<http://www.mapserver.org/>.

Mapzen. 2015. Metro Extracts. Viitattu 21.5.2015
<https://mapzen.com/metro-extracts>.

Obe, R., Hsu, L. 2011. PostGIS in Action. Stamford, Yhdysvallat: Manning.

Open Geospatial Consortium. 2015. OGC Members. Viitattu 14.5.2015
<http://www.opengeospatial.org/ogc/members>.

Open Source Geospatial Foundation. 2015. Viitattu 14.5.2015
<http://www.osgeo.org/>.

OpenStreetMap. 2015a. Planet.osm. Viitattu 14.5.2015
<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Planet.osm>.

OpenStreetMap. 2015b. Tiles. Viitattu 14.5.2015
<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tiles>.

OpenStreetMap. 2015c. Mapnik. Viitattu 14.5.2015
<http://wiki.openstreetmap.org/mapnik>.

OpenStreetMap. 2015d. Mapnik/Rendering OSM XML data directly. Viitattu 14.5.2015
http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapnik:_Rendering_OSM_XML_data_directly.

OpenStreetMap. 2015e. Alternatives to Osm2pgsql. Viitattu 14.5.2015
http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osm2pgsql#Alternatives_to_Osm2pgsql.

OpenStreetMap. 2015f. PostGIS/Installation. Viitattu 14.5.2015
<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/PostGIS/Installation>.

OruxMaps. 2015. Android-mobiilisovellus. Viitattu 21.5.2015
http://www.oruxmaps.com/index_en.html.

Sanastokeskus TSK ry. 2014. Geoinformatiikan sanasto (TSK 45). Kolmas laitos. Viitattu 14.5.2015
<http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>.

Uotila, P. 2000. Tietoliikenteen tekniikka: verkot ja protokollat. Kolmas painos. Jyväskylä: Gummerus.

LIITTEET

- Liite 1. PostgreSQL/PostGIS-tietokannan asennus ja alustaminen
- Liite 2. GeoServerin alustariippumaton asennus
- Liite 3. Apache Tomcatin asennus
- Liite 4. Ote GPS-mittauksia sisältävästä KML-tiedostosta

Liite 1. PostgreSQL/PostGIS-tietokannan asennus ja alustaminen

Ubuntu 14.04. LTS -käyttöjärjestelmään on asennettava seuraavat paketit:

```
postgresql
postgresql-contrib
postgis
postgresql-9.3-postgis-2.1
```

Näiden lisäksi voidaan asentaa graafisia tietokannan hallintasovelluksia, kuten pgAdmin III tai selainpohjainen phpPgAdmin. phpPgAdmin on hyödyllinen etenkin, jos tietokantaa käytetään etäyhteydellä. Näiden hallintatyökalujen asentaminen ei ole kuitenkaan välttämätöntä, sillä tietokantaa voidaan käsitellä myös komentokehityksen kautta. Asennuksen aikana PostgreSQL-ohjelmistolle luodaan pääkäyttäjätunnus 'postgres' ja sille annetaan salasana.

Ohjelmistopakettien asentamisen jälkeen on luotava uusi tietokanta, ja sille on luotava uusi käyttäjä. Tämä tapahtuu suorittamalla komentokehityksessä seuraavat komennot:

```
sudo -u postgres createuser gisuser
sudo -u postgres createdb --encoding=UTF8 --owner=gisuser gis
```

Ensimmäisessä komennossa luodaan UNIX-käyttäjänä *postgres*-käyttäjä nimeltään *gisuser*. Toisessa komennossa käyttäjänä *postgres* luodaan uusi tietokanta nimeltään *gis*, jonka omistaa käyttäjä *gisuser*. Tässä yhteydessä omistajuus tarkoittaa, että muilla kuin tietokannalle nimetyllä käyttäjällä ei ole oikeuksia luotuun tietokantaan. Tietokannan luomisen jälkeen se on lisäksi alustettava spatiaalista dataa varten.

Tämä tapahtuu Ubuntu 14.04 LTS:ssä seuraavasti:

```
sudo -u postgres psql -d gis -f /usr/share/postgresql/9.3/contrib/postgis-2.1/postgis.sq  
sudo -u postgres psql -d gis -f /usr/share/postgresql/9.3/contrib/postgis-2.1/spatial_ref_sys.sql  
sudo -u postgres psql -d gis -f /usr/share/postgresql/9.3/contrib/postgis-2.1/postgis_comments.sql  
sudo -u postgres psql -d gis -c "GRANT SELECT ON spatial_ref_sys TO PUBLIC;"  
sudo -u postgres psql -d gis -c "GRANT ALL ON geometry_columns TO gisuser;"
```

Komennoilla ajetaan gis-tietokantaan postgres-käyttäjänä erilaisia paikkatietoaineistojen vaatimia SQL-tiedostoja ja asetetaan riittävät käyttöoikeudet gisuser-käyttäjälle. Rasteriaineistoja käsiteltäessä on lisäksi tietokantaan vietävä rtpostgis.sql ja raster_comments.sql-tiedostot. (OpenStreetMap 2015f)

Liite 2. GeoServerin alustariippumaton asennus

GeoServer voidaan ottaa käyttöön lataamalla sen Internet-sivuilta pakattu Linux-ohjelmistokirjasto, sille koneelle jossa palvelinta halutaan ajettavan.

Lataamisen jälkeen *.zip-pakattu GeoServer-ohjelmisto on purettava koneen kiintolevylle sellaiseen hakemistoon, jossa käyttäjällä on riittävät käyttöoikeudet (esim. kotihakemisto `/home/[käyttäjänimi]/`). Purkamisen jälkeen voidaan tutkia GeoServerin hakemistorakennetta tarkemmin.

Tärkeimmät GeoServerin suoritustiedostot sijaitsevat hakemistossa `~/geoserver-2.7.0/bin/`

<code>startup.sh</code>	käynnistää GeoServerin
<code>shutdown.sh</code>	sammuttaa GeoServerin

Ennen palvelimen käynnistämistä, on sille kuitenkin kerrottava alustariippumattomassa asennuksessa, missä Java-suoritustiedosto sijaitsee. Tämä tapahtuu Linuxin komentokehoteesta seuraavasti:

```
export JAVA_HOME=/usr/
```

Kyseisellä komenolla siis kerrotaan GeoServerille etsiä Java-suoritustiedostoa `which java` -komentoa vastaavasta polusta. Tämän jälkeen GeoServerin käynnistyskripti ajetaan komentokehoteesta seuraavasti

```
./startup.sh          tai          sh startup.sh
```

Käynnistyskriptin ajamisen jälkeen GeoServeriin voidaan ottaa paikallinen yhteys webselaimen avulla osoitteesta `localhost:8080`.

Tämä avaa selaimen sivun, josta valitsemalla `/geoserver`-linkin päästään GeoServer-palvelimen pääsivulle.

GeoServerin oletuskäyttäjätunnukset selainkäyttöliittymään ovat

```
Username:  admin
Password:  geoserver
```

GeoServer-karttapalvelimen sammuttaminen tapahtuu samantapaisesti kuin käynnistäminen, eli ajamalla sammutuskripti.

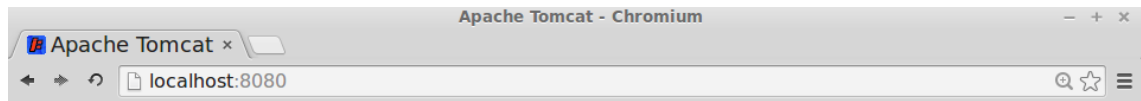
Liite 3. Apache Tomcatin asennus

Tässä liitteessä on esitelty ohjelmistopalvelimen Apache Tomcat 7 asennus Ubuntu-käyttöjärjestelmässä. Varsinaisen ohjelmistopakettin (tomcat7) lisäksi on hyvä asentaa paketit

tomcat7-docs	sisältää dokumentoinnin
tomcat7-admin	selainpohjainen hallintasovellus
tomcat7-examples	esimerkkisovelluksia

Asennuksen yhteydessä Tomcat lisään automaattisesti käyttöjärjestelmän käynnistyksen yhteydessä ajettavaksi taustaprosessiksi eli daemoniksi (kuten PostgreSQL). Jos ohjelmisto asennettaisiin manuaalisesti lähdekoodista, myös tämä vaihe jouduttaisiin tekemään erikseen.

Asennuksen onnistumisen voi tarkistaa menemällä Internet-selaimella osoitteeseen `localhost:8080`, joka palauttaa toimiessaan palvelimen oletuspääsivun. Jos kyseinen tietoliikenneportti on asennuskoneessa muun sovelluksen käytössä, voidaan se tarvittaessa vaihtaa Tomcatin asetustiedostoista. (Iacovella & Youngblood 2013, 43.)



It works !

If you're seeing this page via a web browser, it means you've setup Tomcat successfully. Congratulations!

This is the default Tomcat home page. It can be found on the local filesystem at:
`/var/lib/tomcat7/webapps/ROOT/index.html`

Tomcat7 veterans might be pleased to learn that this system instance of Tomcat is installed with CATALINA_HOME in `/usr/share/tomcat7` and CATALINA_BASE in `/var/lib/tomcat7`, following the rules from `/usr/share/doc/tomcat7-common/RUNNING.txt.gz`.

You might consider installing the following packages, if you haven't already done so:

tomcat7-docs: This package installs a web application that allows to browse the Tomcat 7 documentation locally. Once installed, you can access it by clicking [here](#).

tomcat7-examples: This package installs a web application that allows to access the Tomcat 7 Servlet and JSP examples. Once installed, you can access it by clicking [here](#).

tomcat7-admin: This package installs two web applications that can help managing this Tomcat instance. Once installed, you can access the [manager webapp](#) and the [host-manager webapp](#).

NOTE: For security reasons, using the manager webapp is restricted to users with role "manager-gui". The host-manager webapp is restricted to users with role "admin-gui". Users are defined in `/etc/tomcat7/tomcat-users.xml`.

Yllä oleva kuva on Apache Tomcatin oletuspääsivu. Sivulla näkyy listattuna suositellut tomcat7-paketit ja se sisältää linkit palvelimen hallintasovelluksiin.

Tämän jälkeen luodaan Tomcatille käyttäjätunnus, jonka avulla voidaan Tomcatia hallinnoida ja asentaa GeoServer sen kautta. Käyttäjätunnuksen luonti tapahtuu editoimalla Tomcatin konfiguraatiotiedostoa `/etc/tomcat/tomcat-users.xml`.

Tähän tiedostoon lisätään käyttäjä 'admin' salasanalla 'password' sekä määritetään roolit Tomcatin hallintasovellukselle. On huomattava poistaa tiedostosta käyttäjäosion kommentointi, sillä muuten tämän osion tietoja ei lueta tiedostoa käsiteltäessä. (Iacovella & Youngblood 2013, 43; Gengeç 2014)

Koska GeoServerin 2.7.0 *.war-tiedoston koko (~ 60 MB) ylittää Tomcatin hallintasovelluksen oletustiedostokoon, on käyttäjätunnuksen luomisen lisäksi editoitava tiedostoa

```
/usr/share/tomcat7-admin/manager/WEB-INF/web.xml.
```

Tiedostosta etsitään kohta, joka alkaa

```
<multipart-config>
    <!-- 50MB max -->
    <max-file-size>52428800</max-file-size>
    <max-request-size>52428800</max-request-size>
```

ja kumpaankin `<max-file-size>` ja `<max-request-size>` kohtaan, vaihdetaan 52428800 tilalle suurempi luku kuin GeoServerin tiedostokoko on tavuina. Tällainen luku on esimerkiksi 73400320 tavua, joka on 70 x 2²⁰ tavua (70 MiB).

Liite 4. Ote GPS-mittauksia sisältävästä KML-tiedostosta

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2">
<Document>
.
.
.
<Folder>
<name>Waypoints</name>
<Placemark>
<name><![CDATA[2003]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#34</styleUrl>
<Point>
<altitudeMode>absolute</altitudeMode>
<coordinates>25.7052036,66.4790617,90.53</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
<name><![CDATA[2004]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#28</styleUrl>
<Point>
<altitudeMode>absolute</altitudeMode>
<coordinates>25.7000333,66.4826912,80.66</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
<name><![CDATA[2005]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#5</styleUrl>
<Point>
<altitudeMode>absolute</altitudeMode>
<coordinates>25.6989819,66.4868634,102.51</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
<name><![CDATA[2006]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#43</styleUrl>
<Point>
<altitudeMode>absolute</altitudeMode>
<coordinates>25.7013943,66.4908382,80.61</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>
<name><![CDATA[2007]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#36</styleUrl>
<Point>
<altitudeMode>absolute</altitudeMode>
<coordinates>25.6898621,66.4923184,91.52</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<Placemark>

```

```
<name><![CDATA[2008]]></name>
<description><![CDATA[]]></description>
<styleUrl>#29</styleUrl>
<Point>
  <altitudeMode>absolute</altitudeMode>
  <coordinates>25.6823007,66.4908138,84.41</coordinates>
</Point>
</Placemark>
<visibility>1</visibility>
<open>0</open>
<visibility>1</visibility>
</Folder>
.
.
.
  </Document>
</kml>
```