



AVOIMEN LÄHDEKOODIN OHJELMIA PAIKKATIETOAINIESTON KÄSITTELYSSÄ

Turpeinen Timo

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Timo Turpeinen	Vuosi	2017
Ohjaaja(t)	Jaakko Lampinen		
Työn nimi	Avoimen lähdekoodin ohjelmia paikkatietoaineiston käsittelyssä		
Sivu- ja liitesivumäärä	30 + 3		

Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu yleisimpiä avoimen lähdekoodin lisenssejä sekä avoimen lähdekoodin ohjelmia paikkatietoaineistojen käsittelyyn liittyen. Ensisijaisesti on keskitytty QGIS-ohjelmiston toimintaan ja sen käyttökelpoisuuteen.

Opinnäytetyö on syntynyt tekijän oman kiinnostuksen pohjalta avoimen lähdekoodin ohjelmiin sekä avoimeen aineistoon. Työssä on pyritty selvittämään tarjolla olevia ohjelmistoja Open Source Geospatial-paikkatietoportaalista ja testaamaan ohjelmia käyttämällä avointa aineistoa.

Työssä havaittiin QGIS-ohjelmiston laaja-alaisuus ja skaalattavuus eri käyttötarpeisiin, etenkin jos on valmis panostamaan ohjelmien koodaamiseen. Ohjelman haittapuolena voidaan toisaalta pitää sen monipuolisuutta, joka vaatii paljon perehtymistä.

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Land
Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Timo Turpeinen	Year	2017
Supervisor	Jaakko Lampinen		
Subject of thesis	Open Source Software for Processing Spatial Data		
Number of pages	30 + 3		

This study concentrated on the most common open source licenses and open source software for handling spatial data. The main focus was on the viability of the QGIS software and its functions.

The study was done because of the author's own interest in the open source software and open data. The aim was to study the software available in the Open Source Geospatial portal and run tests using open data.

In this study it was found that the QGIS software can be applied for wide spectrum of different tasks, especially if someone is prepared to learn coding programs. The negative side is that the QGIS software is so versatile and therefore it takes much time to learn its use.

Key words

Open source license, Open Source Geospatial Foundation, QGIS

SISÄLLYS

KUVIOLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 AVOIN LÄHDEKOODI JA OHJELMAT	8
2.1 Taustaa	8
2.2 Muita lisensointi- ja jakelumenetelmiä.....	11
2.3 Open Source Geospatial Foundation	13
2.4 OSGeo ja paikkatieto-ohjelmat	13
2.4.1 QGIS	14
3 OHJELMISTOJEN ASENNUS	19
4 OHJELMIEN TESTAUS.....	21
4.1 Lähtöaineisto	21
4.2 Aineiston käsittely	22
5 POHDINTA.....	27
LÄHTEET	28
LIITTEET	30

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Suosituimpien avoimen lähdekoodin lisenssien jakaantuminen (WhiteSource 2017)

Kuvio 2. Open Source Geospatialin ylläpitämät aineistot. (Open Source Geospatial 2017)

Kuvio 3. QGIS-ohjelmiston rakenne (Bernasocchi 2011, 33)

Kuvio 4. QGIS-työpöytäohjelman graafinen käyttöliittymä (QGIS 2017b)

Kuvio 5. QGIS-työpöytäohjelman Prosessointi osion sovelluksia ja algoritmeja

Kuvio 6. OSGeo4w latauspaketin sovellusosiot

Kuvio 7. Maanmittauslaitoksen karttalehti L4134D

Kuvio 8. Catalog algoritmilla tuotettu kuva perustuen intensiteettiarvoihin välillä 0 – 90

Kuvio 9. Catalog algoritmilla tuotettu kuva perustuen tiheyteen paluusignaali/m². Punainen <2, vihreä 2 – 8, sininen yli 8

Kuvio 10. Catalog algoritmin tuottama kuva perustuen 1. paluusignaalin tiheyteen/m². Punainen <1, vihreä 1 – 6, sininen yli 6

Kuvio 11. Laserkeilausaineistoa 3D-näkymässä.

Kuvio 12. Rakennustietokannasta suodatettuja vähintään 3-kerroksisia rakennuksia sovitettuna ortokuvaan 3D-näkymässä

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Binäärinen ohjelma	Käännetty suorittavaksi ohjelmaksi
FOSS/FLOSS	Free/Libre Open Source Software, vapaan ja avoimen lähdekoodin ohjelmista käytettävä lyhenne.
FSF	Free Software Foundation, Richard Stallmanin 1985 perustama yleishyödyllinen järjestö vapaan ohjelmiston edistämiseksi.
DEM	Digital Elevation Model, digitaalinen korkeusmalli.
GIS	Geographic Information System, paikkatietojärjestelmä.
GDAL	Geospatial Data Abstraction Library, ohjelmakirjasto vektori- ja rasterimuotoisten tiedostojen lukemiseen ja kirjoittamiseen.
GUI	Graphical User Interface, graafinen käyttöliittymä.
LIDAR	Light Detection and Ranging Systems, kaukokartoitus.
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation, avoimen paikkatietoteknologian ja aineiston levittämistä sekä kehittämistä edistävä organisaatio.
OSI	Open Source Initiative, avoimen lähdekoodin ohjelmien levittämistä ja kehittämistä edistävä organisaatio.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu yleisimpiä avoimen lähdekoodin lisenssejä ja niihin perustuvien paikkatieto-ohjelmien tarjontaa. Erityisesti on keskitytty Open Source Geospatial Foundation-järjestön ylläpitämän sivuston QGIS-ohjelmistoon, jonka sovelluksia on testattu vapaasti saatavilla olevalla aineistolla.

Opinnäytetyön aihe on valikoitunut tekijän oman kiinnostuksen pohjalta. Vapaan lähdekoodin ohjelmien laatu ja monipuolisuus on parantunut ja niitä on nykyisin käytössä sekä yksityisellä että julkisella puolella. Muun muassa monet kaupungit ovat ottaneet käyttöönsä QGIS-ohjelmiston kaupallisten paikkatieto-ohjelmistojen rinnalle.

Työssä on käytetty etupäässä laserkeilauksella tuotettua pistepilviaineistoa sovellusten testaamisessa. Pistepilviaineiston määrä on kasvanut erittäin paljon 2000-luvulla niitä tuottavien laitteistojen halpenemisen myötä. Niitä on myös entistä enemmän julkisesti saatavilla ja niiden analysoinnin avulla on mahdollista saada entistä enemmän tietoa kohteista. Pistepilviaineisto mahdollistaa myös 3-ulotteisen kohteen tarkastelun ja kaupunkimallien muodostamisen. Kohteen tarkemman aineiston avulla on myös saatavilla kustannushyötyä muun muassa yksityiskohtaisemman suunnittelun kautta.

2 AVOIN LÄHDEKOODI JA OHJELMAT

2.1 Taustaa

Avoimen lähdekoodin syntymiseen on vaikuttanut vapaan ohjelmiston kehitys. Vapaan ohjelman synty on perustunut Richard Stallmanin 1980-luvulla aloittamaan GNU-projektiin, jonka tarkoituksena oli ohjelmoida konetyypistä riippumaton vapaa käyttöjärjestelmä. Kehitystyön tuloksena syntyneiden ohjelmien vapauden turvaamiseksi Stallman julkaisi jakeluehdot, jotka kielsivät ohjelmiston ehtojen muuttamisen. Ehtojen ideana on antaa kaikille lupa käyttää, kopioida ja muunnella ohjelmaa ja levittää muunneltuja versioita, mutta evätä lupa omien rajoitusten lisäämiseen. Tästä käytetään nimitystä käyttäjänoikeudet (copyleft) ja julkaistuista ohjelmista nimitystä vapaa ohjelmisto (free software). (Välimäki 2005, 33–34.)

Stallmanin aloittaman GNU-projektin kasvaessa perustettiin sitä rahoittamaan vuonna 1985 Free Software Foundation (FSF, 2017), joka tunnetaan parhaiten GPL ja LGPL lisensseistä (GNU Operating System 2017a,b). GPL tulee sanoista GNU General Public License ja toimii vapaiden ohjelmien yleisenä lisenssinä; LGPL on lyhenne sanoista GNU Lesser General Public License.

Vapaan ohjelmiston määritelmässä ei ollut erikseen mainintaa kaupallisesta käytöstä ja vaikka sitä ei ollut kielletty, vapaa miellettiin usein samaksi kuin ilmainen käyttö, vaikka Stallman ei ollut tarkoittanut sitä. Netscape-internetselaimen valmistajan ilmoitettua avaavansa uuden lähdekoodin ilmaiseksi syntyi myös yrityspuolella kiinnostusta avoimesta ohjelmakoodista. Tästä innostuneena muutamat alan johtavat hakkerit kokoontuivat keskustelemaan tulevaisuuden näkymistä ja avoimen lähdekoodin käsite oli syntynyt. Samalla muodostettiin voittoa tavoittelematon organisaatio, Open Source Initiative, hallinnoimaan ja markkinoimaan avointa lähdekoodia. (Saastamoinen 2006, 10–11.)

Avoimen lähdekoodin lisenssin periaatteet ovat kirjattuna Lawrence Rosenin (2004, 9–11) julkaisemassa kirjassa ”Open Source Licensing” kappaleessa 1 seuraavasti (oma käännös):

1. Käyttäjät saavat käyttää vapaan lähdekoodin ohjelmia vapaasti mihin tarkoituksiin haluavat,
2. Avoimen lähdekoodin ohjelmia voi vapaasti kopioida ja jakaa eteenpäin ilman lisenssimaksuja,
3. Avoimen lähdekoodin ohjelmia voi vapaasti muokata ja levittää eteenpäin ilman lisenssimaksuja,
4. Lähdekoodi on vapaasti saatavilla ja käytettävissä,
5. Avointa lähdekoodia saa käyttää muiden ohjelmien kanssa.

Vapaista ja avoimen lähdekoodin ohjelmista yhdessä puhuttaessa käytetään yleisesti lyhennettä FOSS (Free and Open Source Software) tai FLOSS (Free/Libre and Open Source Software). Avoimen lähdekoodin ohjelma on vapaa, mutta kaikki vapaat ohjelmat eivät ole avoimia lähdekoodin suhteen. Ohjelma voi olla tekijäsuojattu, jolloin ohjelmakoodia ei voi kopioida tai muokata. Tällöin ohjelmaa ei yleensä pidetä FOSS/FLOSS kriteerejä täyttävänä.

Open Source Initiativen (Open Source Initiative 2017a) hyväksymiä avoimen lähdekoodin lisenssejä on jaettu eri ryhmiin seuraavasti (suluissa lukumäärä):

- suositut ja laajasti käytössä olevat (9),
- kansainväliset (3),
- erityistarkoitusta varten (7),
- muut/sekalaiset (7),
- liitännäiset muihin lisensseihin (9),
- ei uudelleenkäytettävät (27),
- korvautuneet (11),

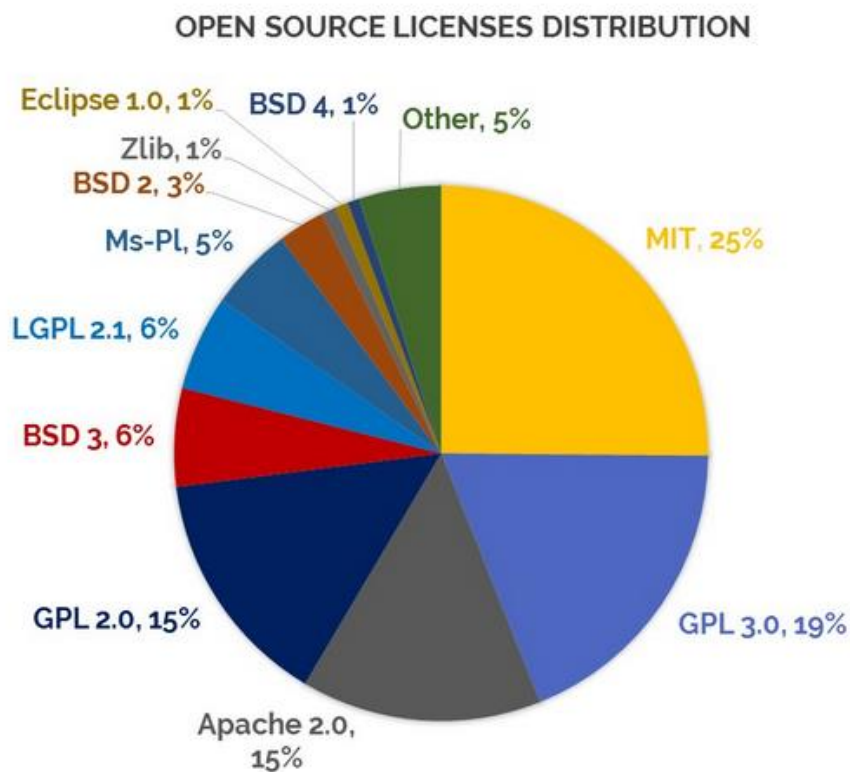
- vanhentuneet (4) ja
- ei luokiteltu (14).

Ryhmiin sisältyvistä lisensseistä on tarkempi listaus liitteessä 1.

Välimäki on luokitellut avoimen lähdekoodin lisenssit niiden ominaisuuksien perusteella sallivaan (permissive), pysyvään ts. tavanomainen vastavuoroisuusehto (persistence) tai tarttuvaan ts. voimakas vastavuoroisuusehto (inheritance) lisensseihin. Salliva lisenssi ei vaadi lähdekoodin julkaisua, kun ohjelmistoa levitetään ja lisenssi sallii vapaan levityksen, kopioinnin ja muokkauksen. Pysyvä lisenssi tarkoittaa, että tehtävät muutokset on lisensoitava kokonaisuudessaan teoksen alkuperäisellä lisenssillä. Nämä lisenssit ovat yleisesti ”copyleft” nimikkeen alla. Tarttuva lisenssi laajentaa pysyvää lisenssiä ja säilyttää lisenssiehdot yhdistettäessä lähdekoodia toisen lisenssin alaiseen lähdekoodiin. Tällöin liittäminen osaksi toista ohjelmaa syrjäyttää toisen ohjelman lisenssin tarttuvan lisenssin hyväksi. Lisenssin laajennusta voisi kuvailla vahvaksi ”copyleftiksi”. Lisensseihin liittyvistä erilaisista ehdoista johtuen niiden välillä voi olla ristiriitoja. Lisenssiehdot onkin hyvä tarkistaa etukäteen, jotta vältetään lisenssirikkomuksilta. (Välimäki 2005, 117–118; Saastamoinen 2006, 22–23.)

Yleisimmin käytössä olevista FOSS/FLOSS ohjelmien lisensseistä jo aikaisemmin mainittu GNU GPL kuuluu tarttuvaan lisenssiin. Esimerkiksi suomalaisen Linus Torvaldsin 1991 julkaisema Linux käyttöjärjestelmä on toteutettu GNU GPL lisenssillä. Suositun Firefox selaimen kehittäjä Mozilla-säätiö käyttää omaa Mozilla Public License (MPL) -lisenssiä projektien toteuttamiseen (Mozilla 2017). MPL- ja GNU LGPL-lisenssit kuuluvat pysyvään lisenssiin. Akateemisesta maailmasta eli Kalifornian yliopistosta, Berkeleystä, on saanut alkunsa Berkeley Software Distribution (BSD) -lisenssi (GNU Operating System 2017c). Toinen akateemisesta maailmasta levinnyt lisenssi on Massachusettsin teknillisessä korkeakoulussa kehitetty Massachusetts Institute of Technology (MIT) -lisenssi (Open Source Initiative 2017b). Molemmat lisenssit ovat hyvin suosittuja ja kuuluvat salliviin lisensseihin. Salliviin lisensseihin kuuluu myös Apache Software Foundation (ASF) säätiön hallinnoima Apache-lisenssi (GNU Operating System 2017d). Säätiön suosituin Apache-lisenssin ohjelma on HTTP-palvelinohjelmisto Apache HTTP Server.

Avoimen lähdekoodin ohjelmiin liittyviä palveluja tarjoavan WhiteSource-yrityksen mukaan vuoden 2016 avoimen lähdekoodin lisenssit olivat jakaantuneet kuvion 1 mukaisesti. Kuviosta nähdään, että suosituimpana ovat GNU-lisenssit (GPLv3, GPLv2 ja LGPLv2) 39 % osuudella. Seuraavina ovat MIT ja Apache 2.0 -lisenssit 25 % ja 15 % osuuksilla. Avoimesta lähdekoodista 55 % on julkaistu sallivan lisenssin ja 45 % copyleftin alla. Tässä on tapahtunut selkeä muutos vuodesta 2012 (salliva 41 %, copyleft 59%). (WhiteSource 2017.)



Kuvio 1. Suosituimpien avoimen lähdekoodin lisenssien jakaantuminen (WhiteSource 2017)

2.2 Muita lisensointi- ja jakelutapoja

Käytössä on edellisten lisäksi myös muita ohjelmien lisensointi- ja jakelumalleja. Ilmaisohjelmalla (freeware) tarkoitetaan ohjelmaa, jota jaetaan objekti- eli binäärimuodossa eikä käytöstä peritä maksua. Ilmaiset ohjelmat poikkeavat vapaista ohjelmista (free software) siinä, että ne ovat ladattavissa ainoastaan binäärimuotoisena ja niiden käyttö on ilmaista vain ei-kaupallisiin ja yleishyödyllisiin

tarkoituksiin. Kaupallisiin tarkoituksiin käytettäessä ohjelmasta on hankittava maksullinen versio. (Saastamoinen 2006, 31–32.)

Ohjelmista voi olla myös saatavilla perusominaisuuksilla varustettu versio ilmaiseksi ja sen lisäksi lisäominaisuuksilla varustettuja versioita maksullisina. Tämmäntyppisiä ohjelmia on useita, esimerkiksi useat tietoturvaan liittyvät ohjelmat kuten Avast (Avast 2017), CCleaner (Piriform 2017) ja Comodo (Comodo 2017). Ilmaisilla versioilla saadaan ohjelman tunnettavuutta levitettyä tehokkaasti ja käyttäjistä saattaa osa siirtyä maksullisten versioiden käyttäjiksi.

Osuusohjelmissa (shareware) käyttäjille tarjotaan ohjelmaa ilmaiseksi rajoitetuksi ajaksi ja vasta sen jälkeen siitä peritään maksu. Ohjelma toimitetaan binaärimuodossa ja ohjelmaan ei saa tehdä muutoksia eli toiminta-ajatukseltaan ilmaisohjelman kaltainen. (Saastamoinen 2006, 36.)

Julkisohjelma (public domain) on yleistä omaisuutta ja vapaasti kaikkien saatavissa ja käytettävissä. Tekijänoikeuksien alaisten teosten vanhenemista säädelään lailla ja vanhenemisajat vaihtelevat maittain. Suomessa tekijänoikeuden pituudeksi on säädetty 70 vuotta tekijän, tai useamman tekijän teoksella viimeisen, kuolemasta (Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404 4:43.1 §).

Internetin avulla sisällön levittäminen voidaan tehdä suoraan ilman ulkoisia julkaisukanavia ja tämä on mahdollistanut uusia sisällön lisensointitapoja. Creative Commons on Yhdysvalloissa 2001 perustettu voittoa tavoittelematon järjestö, joka on suosittu sisältölisenssien tarjoaja (Creative Commons 2017a). Järjestöllä on tarjolla niin sanottu pääjärjestelmä, jonka puitteissa voidaan neljän ehdon yhdistelmällä koota kuusi lisenssiä (Creative Commons 2017b,c). Lisäksi on tarjolla kaikista oikeuksista luopuva CC0-lisenssi ja Julkisohjelma-merkintä, jota voidaan käyttää tekijänoikeuksiltaan vanhentuneisiin tuotteisiin (Creative Commons 2017b).

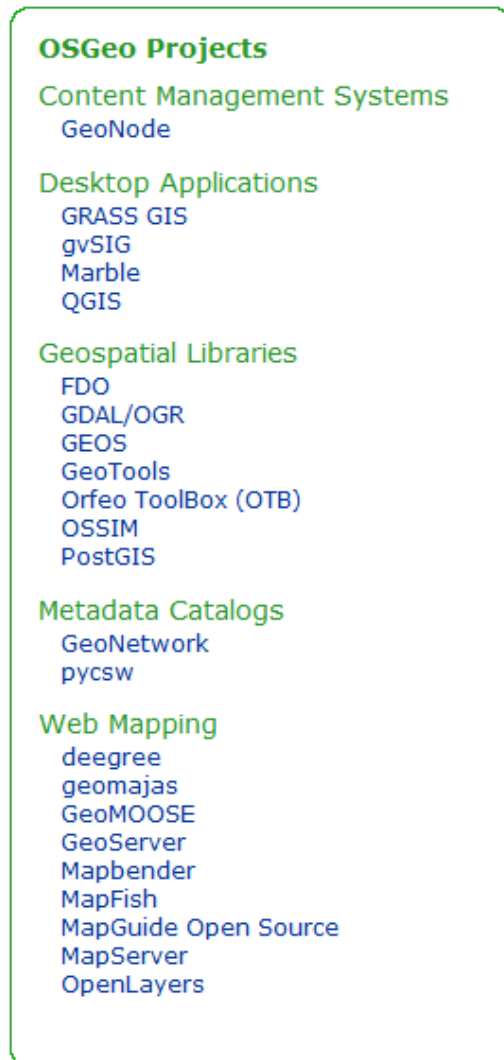
2.3 Open Source Geospatial Foundation

Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) on voittoa tavoittelematon järjestö, jonka tavoitteena on edesauttaa avoimen paikkatiedon teknologian leviämistä. Järjestö on omistautunut avoimeen ja yhteisölliseen toimintaan, jossa kaikki voivat osallistua paikkatietoteknologioiden kehittämiseen. Järjestö tarjoaa taloudellista tukea sekä organisaatio- ja lakipalveluita. Lisäksi järjestö toimii itsenäisenä oikeuskelpoisena toimijana, johon yhteisön jäsenet voivat luovuttaa kirjoittamaansa ohjelmakoodia, antaa rahoitusta ja muita resursseja. Tämä kaikki toiminta on tarkoitettu yhteiseksi hyväksi. (Open Source Geospatial Foundation 2017.)

Järjestön tarjoamat projektit ovat vapaasti saatavilla Open Source Initiativen hallinnoiman avoimen lähdekoodin mukaisesti.

2.4 OSGeo ja paikkatieto-ohjelmat

Open Source Geospatial sivuston ylläpitämät paikkatiedon käsittelyyn keskittyvät ohjelmat jakaantuvat kuvion 2 mukaisesti.



Kuvio 2. Open Source Geospatialin ylläpitämät ohjelmistot (Open Source Geospatial 2017)

Saatavilla on ohjelmasovelluksia useisiin eri tarkoituksiin muun muassa aineiston hallintajärjestelmiin, paikkatiedon pöytäsovellusohjelmiin, paikkatietokirjastoihin, metadatan esittämiseen ja paikkatiedon palvelinjärjestelmiin liittyen. Liitteessä 2 on taulukko ohjelmista ja käyttötarkoituksesta. Tarkoitus on kokeilla QGIS-työpöytäohjelmistoa laajennuksineen ja siksi tarkastelen sitä yksityiskohtaisemmin.

2.4.1 QGIS

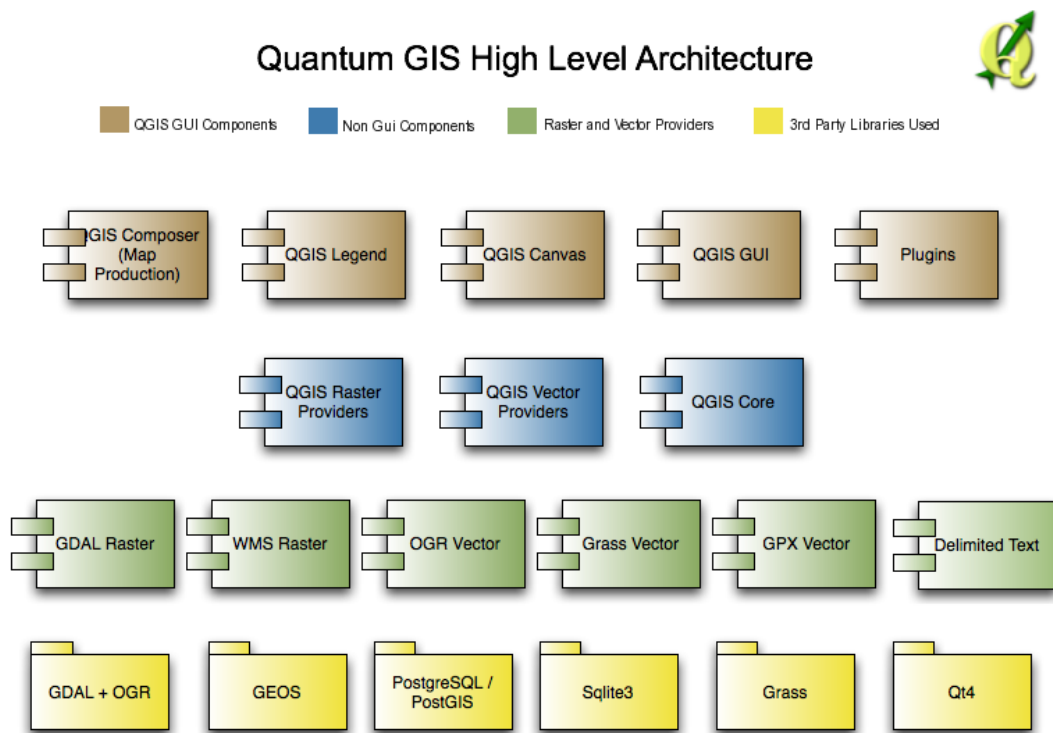
QGIS-projekti syntyi vuonna 2002. Ohjelmisto toimii UNIX/Linux, Windows ja Mac OS X käyttöympäristöissä. QGIS on kirjoitettu C++ ohjelmointikielellä ja Qt työkalua (<https://www.qt.io>) on käytetty graafisen käyttöliittymän (GUI) suunnit-

telussa. Ohjelmisto mahdollistaa C++ ja python ohjelmointikielillä tehtyjen liitännäisosien (plugins) lisäämisen. QGIS toimii GNU GPL v2 June 1991 lisenssin alla. Ohjelmisto on myös yhdistetty muihin paikkatieto-ohjelmiin kuten GRASS, SAGA, OrfeoToolbox. (QGIS 2017a.)

QGIS-ohjelmiston rakenne on kuviossa 3, joka on jo vanhentunut, mutta periaatte on siinä näkyvissä.

<http://qgis.org>

Diagram by Tim Sutton 2006

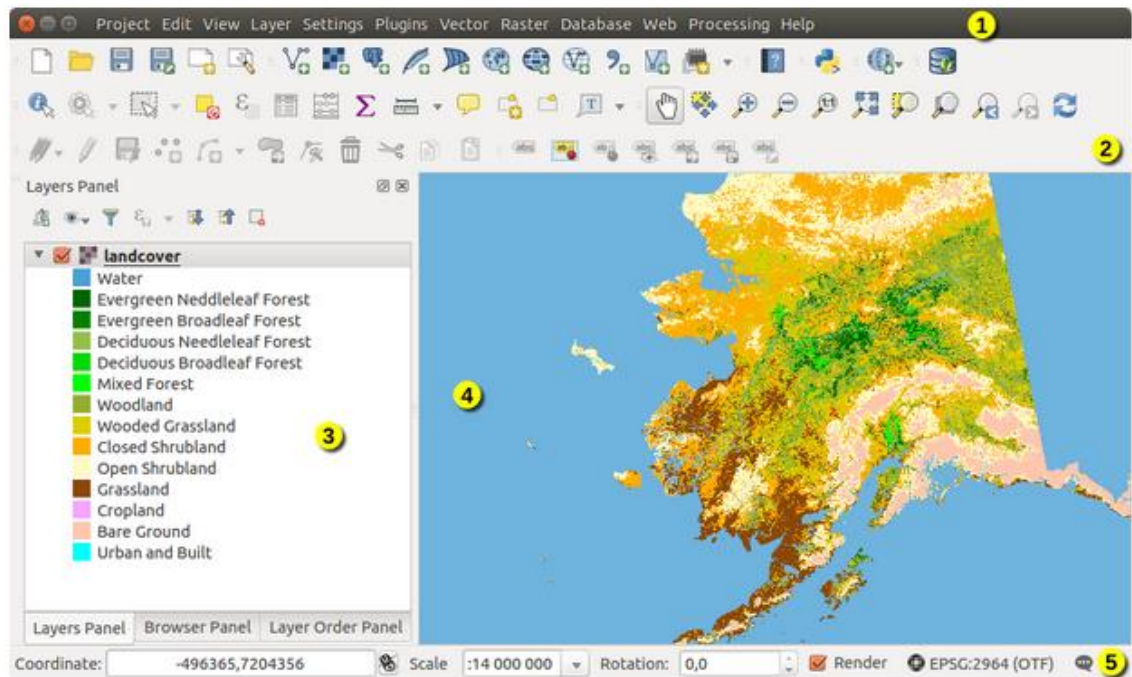


Kuvio 3. QGIS-ohjelmiston rakenne (Bernasocchi 2011, 33)

Ohjelmisto koostuu useista moduleista, joiden ympärille koko systeemin toiminta rakentuu. Kuvion 3 ylämpänä olevilla graafisen käyttöliittymän osien avulla hallitaan karttatulosteiden valmistusta, näkymää ja liitännäisosia.

Graafiseen käyttöliittymään liittymättömät osat (Non GUI components) tarjoavat rajapinnan varsinaisen paikkatietoon liittyvään osuuteen. Niiden avulla saadaan muun muassa erilaisissa formaateissa oleva rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto ohjelmiston käyttöön. Kuviossa 3 on myös listattu eri rasteri- ja vektoriaineiston tarjoajat ja alimpana kolmansien osapuolten tuottamat kirjastot.

QGIS-ohjelman graafinen käyttöliittymä (Kuvio 4) on jaettu viiteen eri alueeseen:



QGIS GUI with Alaska sample data

Kuvio 4. QGIS-työpöytäohjelman graafinen käyttöliittymä (QGIS 2017b)

1. Valikkopalkki
2. Työkalupalkki
3. Paneeli
4. Karttanäkymä
5. Tilapalkki

Graafisen käyttöliittymän eri alueiden toiminnot ovat selitetyt ohjelman sivustolla (QGIS 2017b) enkä käy niitä läpi yksityiskohtaisemmin. Sen sijaan tarkastelen lyhyesti ohjelman ominaisuuksia muutaman yleisen toiminnan kautta.

Rasteri- ja vektorimuotoisen aineistojen katselu on mahdollista eri formaateissa ja projektioissa ilman konversiota johonkin yleiseen muotoon. Tuettuja muotoja ovat muun muassa eri tietokantamuodot (PostGIS, SpatialLite ja MS SQL Spatial, Oracle Spatial). Asennettu OGR-kirjasto sisältää useita vektoriformaatteja, kuten Esri, Mapinfo, SDTS, GML muotoisille tiedostoille.

GDAL-kirjasto tukee erilaisia rasteri- ja kuvaformaatteja, kuten GeoTIFF, ERDAS IMG, JPEG, PNG.

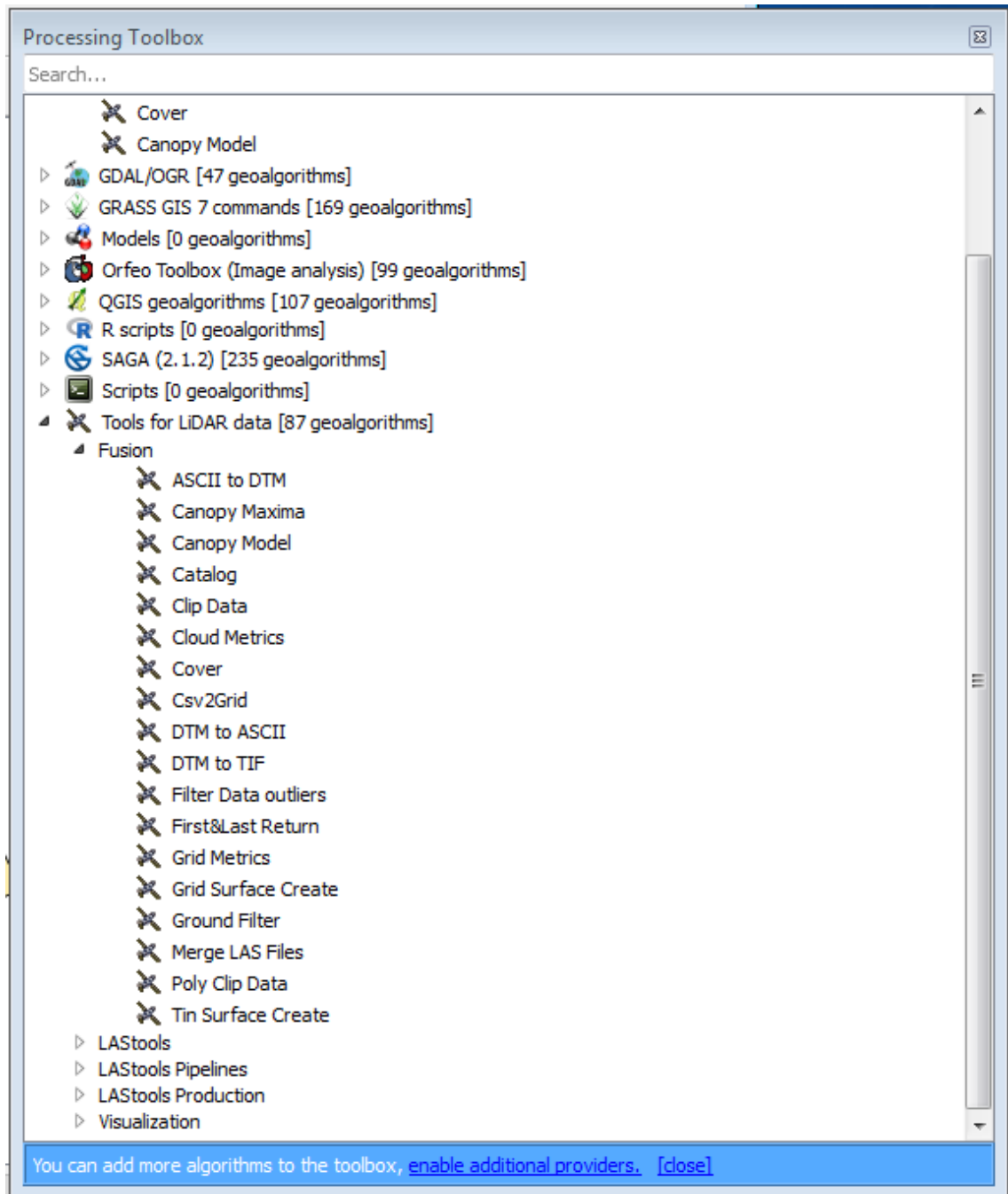
Integroidun GRASS sovelluksen rasteri- ja vektoriaineistojen tukeminen GRASS tietokannasta.

Eri toimijoiden tarjoamien rajapintapalveluiden formaatteja paikkatietoaineiston katseluun, kuten WMS, WMTS, WCS, WFS, ja WFS-T, tai niiden julkaisemiseen.

Tulosteiden muodostaminen ja muokkaaminen vuorovaikutteisesti graafisen käyttöliittymän karttanäkymän ja tulostussovelluksen välillä.

Aineiston luominen, muokkaus, hallinnointi ja ulosvienti rasteri- ja vektoriaineistona on mahdollista useissa eri formateissa. Ohjelmassa on työkalut digitoimiseen, alueiden muodostamiseen ja muokkaukseen, kuvien geokoodaukseen, OpenStreet-karttojen visualisointiin ja muokkaukseen, vektoriaineistojen ominaisuustietojen hallintaan.

Paikkatietojen analysointiin on käytettävissä useita työkaluja. Tarjolla on muun muassa vektoriaineistojen analysointi, geoprosessointi ja geometrian ja tietokannan hallintatyökalut. Mahdollista on myös käyttää integroidun GRASS-sovelluksen ja Prosessointi liitännäisen työkaluja. Prosessointi osion sovellukset sisältää sekä QGIS:n omia että kolmansien osapuolien tekemiä algoritmeja, jotka helpottavat analyysien tekemistä. Kuviossa 5 on esimerkkinä listaus laserkeilausaineiston (LIDAR) analysointiin tarkoitetun Fusion sovelluksen algoritmeista. (QGIS 2017c.)



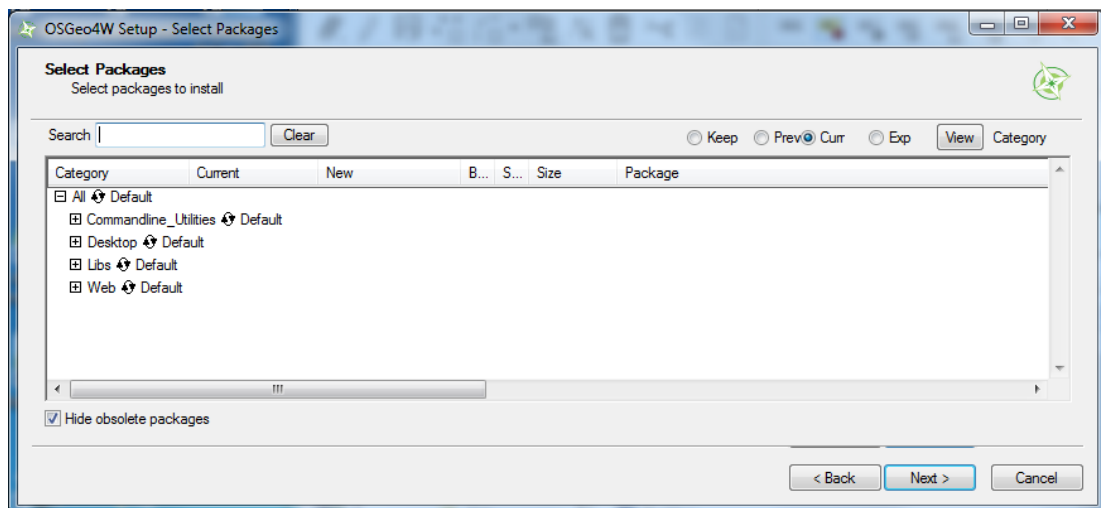
Kuvio 5. QGIS-työpöytäohjelman Prosessointi osion sovelluksia ja algoritmeja

QGIS tarjoaa mahdollisuuden myös omien liitännäisten ohjelmoimiseen python tai C++ ohjelmointikielten avulla. Liitännäiset tallennetaan omaan tietovarastoon ja ovat käytettävissä valikkopalkin liitännäiset (plugin) osiossa. Liitännäisten avulla on mahdollista laajentaa ohjelman toimintaa ja lisätä sen monipuolisuutta. (QGIS 2017d.)

3 OHJELMISTOJEN ASENNUS

QGIS-ohjelmiston sisältävä asennustiedosto on ladattavissa OSGeo4W FOSSGIS for Windows sivustolta (OSGeo4W 2017) Windows käyttöjärjestelmälle sekä 32- että 64 bittisenä versiona, joskin kaikkia sovelluksia ei ollut saatavilla vielä 64 bittiselle versiolle. Tuettuja Windows käyttöjärjestelmiä oli kirjoitushetkellä (25.7.2017) Windows XP:stä Windows 10 käyttöjärjestelmään asti. Käytössäni olevassa tietokoneessa oli asennettuna Windows 7 käyttöjärjestelmän 64-bittinen versio, joten lataamani tiedosto oli 64 bittinen versio. Lataussivustolla oli myös ohjeet asennuksen suorittamiseksi.

Asennustiedoston käynnistys avasi valintaikkunan, jossa oli valittavana pöytäsovellus, Web-GIS tai edistynyt asennus vaihtoehdot. Valitsin asennustavaksi edistynyt asennus ja siirryin eteenpäin seuraavaan ikkunaan. Valittavana oli ohjelmien asennuspaikka, johon valitsin asennuksen Internetistä. Asennusta varten piti määrittää kohdekansiot sekä ohjelmistolle että väliaikaistiedostoille ja tiedostojen lataamista varten Internet yhteyden tapa sekä latauspaikka. Latauspaikan oletuksena oli url <http://download.osgeo.org> ja tätä url-osoitetta käytin lataamiseen. Valintojen jälkeen ikkunaan ilmestyi ohjelmapakettien valintasivu, jossa oli oletuksena kaikkien sovellusten asentaminen. Asennettavat sovellukset olivat jaettuna neljään osioon: komentotulkki- ja pöytäsovellukset, asennuskirjastot ja Web (Kuvio 6).



Kuvio 6. OSGeo4w latauspaketin sovellusosiot

Halusin asentaa sen hetkisen vakaan (stable) version (2.14, Essen) QGIS-ohjelmasta enkä kehityksessä (development) olevaa versiota, joten jätin asentamatta osioista kehitysversioon kuuluvat osat kunkin osion alta. Palvelin osiota (Web) asensin vain yhden sovelluksen. Valintojen jälkeen siirryin seuraavalle sivulle ja asennusohjelma varoitti riippuvien sovellusten puuttumisesta valinnoista ja ehdotti myös niiden asentamista. Hyväksyin riippuvat ohjelmat asennettaviksi, jonka jälkeen ohjelmien asennus käynnistyi. Asennus vei levytilaa 11.2 Gt ja kirjoitti 129054 tiedostoa 7137 kansioon.

4 OHJELMISTON TESTAUS

4.1 Lähtöaineisto

QGIS-työpöytäohjelman testaamisen aineistona käytin Maanmittauslaitoksen Avoimien aineistojen tiedostopalvelua (Maanmittauslaitos 2017a), jonka sisältämä aineisto on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen – lisenssillä (CC BY 4.0) (Maanmittauslaitos 2017b). Maanmittauslaitoksen palvelusta on saatavilla eri aineistoja maksuttomasti omaan käyttöön ja latasin palvelusta karttalehden L4134D ortokuvan ja laserkeilausaineiston (kuvio 7), joka käsittää Vantaan ja Helsingin kaupungin ympäristöä. Karttalehden sisältämä ortokuva oli yhtenä tiedostona ja laserkeilausaineisto oli jaettu neljäksi eri tiedostoksi (D1-D4). Aineisto on ETRS-TM35FIN tasokoordinaatistossa ja tiedostomuotona ortokuvalla jp2 ja keilausaineistolle laz.

Laserkeilausaineisto on kuvattu palvelun sivulla ”maanpintaa ja maanpinnalla olevia kohteita kuvaava kolmiulotteinen pistemäinen aineisto. Jokaisella pisteellä on x, y ja z koordinaattitieto. Laserkeilausaineistoa kerätään mm. tarkan valtakunnallisen 2 m korkeusmallin valmistamista varten”. Aineiston pistetiheys on kattavasti vähintään 0.5 pistettä/m² ja se on automaattisesti maanpintaluokiteltu. (Maanmittauslaitos 2017c.)

Latasin myös Vantaan kaupungin rakennustietokannan Suomen avoimen datan palvelusta, jonka aineisto kuuluu myös Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen –lisenssin piiriin. Rakennuskanta on Mapinfo (TAB) muodossa ja tasokoordinaatistona on ETRS-GK25. (Avoindata 2017a, b.)



Kuvio 7. Maanmittauslaitoksen karttalehti L4134D

4.2 Aineistojen käsittely

Laserkeilausaineiston käsittelyyn on prosessointi osiassa käytettävissä Fusion (McGaughey 2016) ja Lastools (Rapidlasso 2017) sovellusten algoritmeja, joita Fusiossa on 18 ja Lastoolsissa 36. Algoritmit mahdollistavat muun muassa aineiston numeerisen tarkastelun ja analysoinnin, digitaalisten korkeusmallien luomisen (DEM), pintamallien ja korkeuskäyrien tuottamisen, erilaiset formaattien muunnokset ja aineistojen yhdistämisen. Lastools sovelluksen kaikki algoritmit eivät kuitenkaan ole vapaan lähdekoodin piirissä kaupallisessa käytössä, vaan osa niistä on maksullisia (Lastools 2017).

Esimerkiksi aineiston numeerisessa tarkastelussa käytin cloudMetrics ja lasinfo algoritmeja, jotka lukevat laz/las tiedostoformaatteja. Algoritmit tuottavat kuvailtavaa tietoa aineistosta, kuten pisteiden lukumäärä, intensiteetti, tilastollisia

muuttujia. Algoritmien tuottamia tietoja on liitteessä 3 kustakin laserkeilausaineistosta.

Fusion sovelluksen Catalog algoritmin avulla on kuvailevan tiedon lisäksi saatavilla myös kuvatiedostoja laserkeilausaineistosta perustuen intensiteettiin ja tiheyteen. Esimerkiksi antamalla algoritmille määreet

/intensity: 6.25,0,90 /density 25,2,8 /firstdensity 25,1,6

saadaan muodostettua kuvat, joissa

- a) on 2.5 x 2.5 m pikselialue (6.25 m^2) perustuen pisteiden intensiteettiin 0:sta 90:een.
- b) on 5 * 5 m (25 m^2) pikselialue, jossa alueen väri määräytyy paluusignaalin mukaan siten, että
 - vähemmän kuin 2 paluusignaalia/ m^2 on punainen,
 - paluusignaaleja välillä 2 – 8/ m^2 on vihreä ja
 - yli 8 paluusignaalia/ m^2 on sininen.
- c) on 5 * 5 m (25 m^2) pikselialue, jossa alueen väri määräytyy ensimmäisen paluusignaalin mukaan siten, että
 - vähemmän kuin 1 paluusignaali/ m^2 on punainen,
 - paluusignaaleja 1 - 6/ m^2 on vihreä ja
 - yli 6 paluusignaalia/ m^2 on sininen.

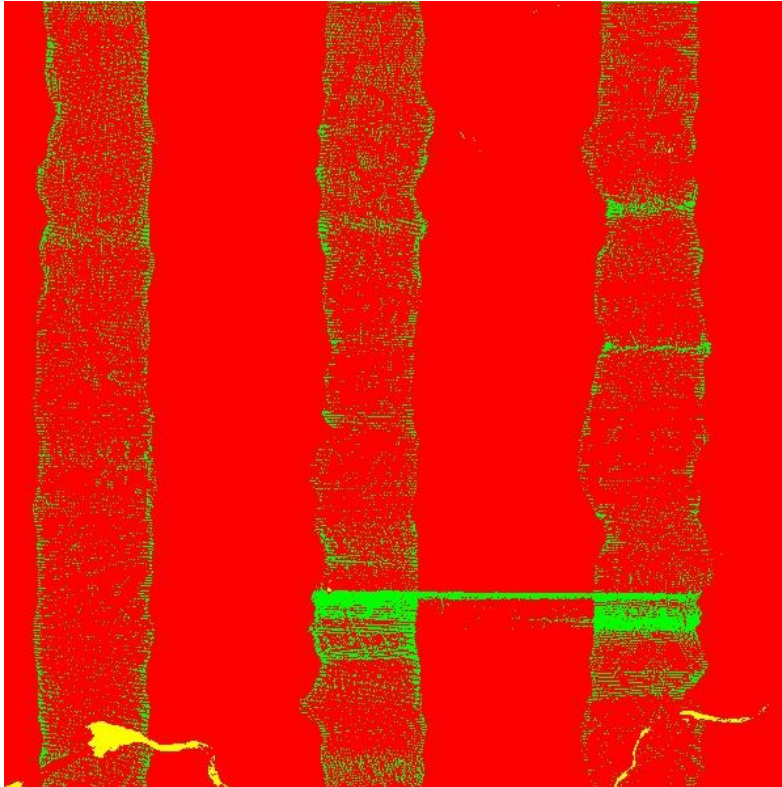
Muodostuneet kuvat karttalehden D1 laserkeilausaineistolle ovat kuvioissa 8-10.



Kuvio 8. Catalog algoritmilla tuotettu kuva perustuen intensiteettiarvoihin välillä 0 – 90

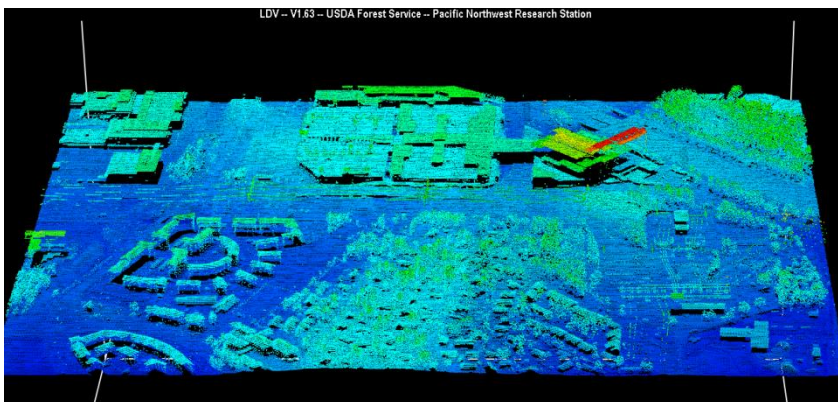


Kuvio 9. Catalog algoritmilla tuotettu kuva perustuen tiheyteen paluusignaali/m². Punainen <2, vihreä 2 – 8, sininen yli 8



Kuvio 10. Catalog algoritmin tuottama kuva perustuen 1. paluusignaalin tiheyteen/m². Punainen <1, vihreä 1 – 6, sininen yli 6

Molemmilla sovelluksilla on työkalut aineiston visuaaliseen tarkasteluun. Fusion sisältää kaksi työkalua, LDV ja PDQ, joilla voi tutkia aineistoa 3D-tilassa. Kuviossa 11 on karttalehden D1 laserkeilausaineistoa LDV sovelluksella kuvattuna. Pisteiden värjäys on muodostunut korkeuden perusteella.



Kuvio 11. Laserkeilausaineistoa 3D-näkymässä

QGIS-ohjelmassa eri projektioiden olevien vektori- ja rasteriaineistojen sovittaminen samaan näkymään päällekkäin onnistuu lennossa (On The Fly) asetuksen ollessa päällä ja tämä toiminto oli käytössä sovittaessani laserkeilaus- sekä

ortokuva-aineistoa (ETRS-TM35FIN) yhteen rakennusaineiston kanssa (ETRS-GK25).

Rakennusaineisto sisälsi kartta-aineiston lisäksi ominaisuustietoja taulukko-muodossa, jolloin niitä oli mahdollista käsitellä. Aineistoa saattoi suodattaa vaikka kerroslukumäärän mukaan ja valita näytettäväksi vain tietyn kerrosluvun ylittävät rakennukset. Kuviossa 12 on näkyvissä kaikki vähintään 3-kerroksiset rakennukset sovitettuna ortokuvaan. Kuva on tuotettu qgis2threejs liitännäisellä, jolla voidaan muodostaa rakennuksista 3-ulotteinen näkymä.



Kuvio 12. Rakennustietokannasta suodatettuja vähintään 3-kerroksisia rakennuksia sovitettuna ortokuvaan 3D-näkymässä

5 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä olen tarkastellut yleisimpiä avoimen lähdekoodin lisenssejä ja saatavilla olevia avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmia. Lisäksi testasin yleisesti käytössä olevaa QGIS-ohjelmistoa avoimella aineistolla.

Avoimen lähdekoodin lisenssien avulla on mahdollista levittää ja kopioida ohjelmakoodia, päästä ohjelmakoodin sisältöön ja muokkaamaan sitä. Tämä on mahdollistanut useiden tekijöiden yhteistyön kautta ohjelmistojen avoimen kehitystyön monella eri toimialalla. Avoimen lähdekoodin eri lisenssien ehtojen kanssa on kuitenkin oltava tarkkana, koska ne saattavat sisältää ristiriitaisuuksia keskenään.

Avoimen lähdekoodin QGIS-ohjelmisto on jo itsessään monipuolinen työkalu paikkatiedon käsittelyyn ja siihen liitettyjen muiden ohjelmien sekä liitännäisosi-
en avulla se on laajennettavissa tarpeiden mukaisiksi käyttäjän/käyttäjien osaamistasosta riippuen. Ohjelman englanninkielisiltä sivuilta on saatavilla kattava tietopaketti ohjelman eri toiminnoista ja erilaisia testiaineistoja on käytettävissä käytön opetteluun. Ohjelman logiikka poikkesi jonkin verran muihin käyttämiini paikkatieto-ohjelmiin verrattuna ja alku oli hankalaa, ennen kuin pääsi sisälle ohjelman toimintoihin. Mutta sen jälkeen ohjelman pyörittäminen ei poikennut muista ohjelmista. Ohjelman testauksessa käytin vain osaa ohjelman tarjoamista monista mahdollisuuksista pääasiassa pistepilviaineistolla, jonka käsittelyyn olikin saatavilla monipuoliset sovellusalgoritmit.

Ohjelman taustalla oleva ryhmä näyttää julkaisevan uusia versioita säännöllisesti, joka on hyvä ominaisuus ohjelman ajantasaisena pitämisen kannalta. Monien seuraamieni avoimen lähdekoodiin projektien ongelmana on usein ollut alkuunpanijoiden innon loppuminen ja sen jälkeen projektin kehittämisen pysähtyminen.

Ohjelman laaja-alaisuus on myös sen haittapuoli. Ohjelman ominaisuuksien oppiminen vaatii melkoisen panostuksen ajallisesti. Lisäksi tutustuminen liitettyjen ohjelmien käyttöön sekä liitännäisohjelmien vaatimien ohjelmointikielien (python, C++) opetteleminen tuo lisähaasteita, jos haluaa kaikkia ohjelman tarjoamia mahdollisuuksia hyödyntää.

LÄHTEET

Avast Software Inc. 2017. Viitattu 25.7.2017 <https://www.avast.com>.

Avoindata.fi. 2017a. Avoimen tiedon ja yhteentoimivuuden palvelu. Viitattu 27.7.2017 <https://www.avoindata.fi/data/dataset/vantaan-rakennukset>.

- 2017b. Avoimen tiedon ja yhteentoimivuuden palvelu. Viitattu 27.7.2017 <https://www.avoindata.fi/fi/content/lisenssit>.

Bernasocchi, M. 2011. Visualising multivariate spatio-temporal data. Maantieteen laitos, Zurichin yliopisto, Sveitsi. Opinnäytetyö. Viitattu 25.7.2017 http://www.opengis.ch/publications/msc-thesis-uzh/msc_thesis_mbernasocchi_final.pdf.

Creative Commons. 2017a. Etusivu. Viitattu 25.7.2017 <https://creativecommons.fi/>.

- 2017b. Usein kysyttyä. Viitattu 25.7.2017 <https://creativecommons.fi/faq/>.

- 2017c. Valitse. Viitattu 25.7.2017 <https://creativecommons.fi/valitse/>.

Comodo Group Inc. 2017. Viitattu 25.7.2017 <https://www.comodo.com>.

Free Software Foundation. 2017. Järjestön kotisivu. Viitattu 25.7.2017 <http://www.fsf.org>.

GNU Operating System. 2017a. Software Licenses. Viitattu 25.7.2017 <https://www.gnu.org/licenses/license-list.html#GNUGPL>.

- 2017b. Software Licenses. Viitattu 25.7.2017 <https://www.gnu.org/licenses/license-list.html#GNULGPL>.

- 2017c. Software Licenses. Viitattu 25.7.2017 <https://www.gnu.org/licenses/license-list.html#OriginalBSD>.

- 2017d. Software Licenses. Viitattu 25.7.2017 <https://www.gnu.org/licenses/license-list.html#apache2>.

Lastools lisenssiehdot. 2017. Viitattu 25.7.2017 <http://www.cs.unc.edu/~isenburg/lastools/LICENSE.txt>.

Maanmittauslaitos 2017a. Viitattu 25.7.2017 <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>.

- 2017b. Viitattu 25.7.2017 <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/maastotiedot-ja-niiden-hankinta/avoimen>.

- 2017c. Viitattu 25.7.2017 <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/laserkeilausaineisto>

McGaughey, R J. 2016. FUSION/LDV: Software for LIDAR Data Analysis and Visualization. Viitattu 25.7.2017

http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/FUSION_manual.pdf.

Mozilla 2017. Mozilla Public License, version 2.0. Viitattu 25.7.2017

<https://www.mozilla.org/en-US/MPL/2.0/>.

Open Source Geospatial Foundation 2017. Järjestön kotisivu. Viitattu 25.7.2017

<http://www.osgeo.org>.

OSGeo4W 2017. FOSSGIS for Windows. Viitattu 25.7.2017

<https://trac.osgeo.org/osgeo4w/>.

Open Source Initiative 2017a. Licenses. Viitattu 25.7.2017

<https://opensource.org/licenses>.

- 2017b. Licenses. Viitattu 25.7.2017 <https://opensource.org/licenses/MIT>.

Piriform 2017. CCleaner. Viitattu 25.7.2017 <https://www.piriform.com/ccleaner>.

Rapidlasso GmbH. 2017. Fast tools to catch reality. Viitattu 25.7.2017

<https://rapidlasso.com>

Rosen, L. 2004. Open Source Licensing: Software Freedom and Intellectual Property Law. Prentice Hall PTR. Viitattu 25.7.2017

http://www.rosenlaw.com/pdf-files/Rosen_Ch01.pdf.

QGIS 2017a. Viitattu 25.7.2017

http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user_manual/preamble/foreword.html.

- 2017b. Viitattu 25.7.2017

http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user_manual/introduction/qgis_gui.html.

- 2017c. Viitattu 25.7.2017

http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user_manual/preamble/features.html.

- 2017d. Viitattu 25.7.2017

http://docs.qgis.org/2.14/en/docs/user_manual/plugins/plugins.html.

Saastamoinen, M. 2006. Avoimen lähdekoodin lisenssit kaupallisessa liiketoiminnassa. Tampereen yliopisto. Tietojenkäsittelyoppi. Pro gradu-tutkielma.

Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404.

Välimäki, M. 2005. The Rise of Open Source Licensing – A Challenge to the Use of Intellectual Property in the Software Industry. Teknillinen korkeakoulu. Tietotekniikan osasto. Väitöskirjatyö.

WhiteSource 2017. Viitattu 25.7.2017

<https://www.whitesourcesoftware.com/whitesource-blog/open-source-software-licenses-trends/>.

LIITTEET

- Liite 1. Open Source Initiativen myöntämät lisenssit ryhmittäin jaoteltuna.
Viitattu 25.7 2017 <https://opensource.org/proliferation-report>.
- Liite 2. OpenGeo4w avoimen lähdekoodin ohjelmat ja käyttö
- Liite 3. Laserkeilausaineiston tulosteet

Liite 1. Open Source Initiativen myöntämät lisenssit ryhmittäin jaoteltuna.

Licenses that are "popular and widely-used or with strong communities" (9)

- Apache License 2.0 (Apache-2.0)
- 3-clause BSD license (BSD-3-Clause)
- 2-clause BSD license (BSD-2-Clause)
- GNU General Public License (GPL)
- GNU Lesser General Public License (LGPL)
- MIT license (MIT)
- Mozilla Public License 2.0 (MPL-2.0)
- Common Development and Distribution License (CDDL-1.0)
- Eclipse Public License (EPL-1.0)

International licenses (3)

- Licence Libre du Québec – Permissive (LiLiQ-P) version 1.1 (LiLiQ-P-1.1)
- Licence Libre du Québec – Réciprocité (LiLiQ-R) version 1.1 (LiLiQ-R-1.1)
- Licence Libre du Québec – Réciprocité forte (LiLiQ-R+) version 1.1 (LiLiQ-Rplus-1.1)

Special purpose licenses (7)

- BSD+Patent (BSD-2-Clause-Patent)
- Educational Community License, Version 2.0 (ECL-2.0)
- IPA Font License (IPA)
- NASA Open Source Agreement 1.3 (NASA-1.3)
- OSET Public License version 2.1 (OSET-PL-2.1)
- SIL Open Font License 1.1 (OFL-1.1)
- Upstream Compatibility License v1.0

Other/Miscellaneous licenses (7)

- Adaptive Public License (APL-1.0)
- Artistic license 2.0 (Artistic-2.0)
- Free Public License 1.0.0 (0BSD)
- Open Software License (OSL-3.0)
- Q Public License (QPL-1.0)
- Universal Permissive License (UPL)
- zlib/libpng license (Zlib)

Licenses that are redundant with more popular licenses (9)

- Academic Free License (AFL-3.0)
- Attribution Assurance Licenses (AAL)
- Eiffel Forum License V2.0 (EFL-2.0)
- Fair License (Fair)
- Historical Permission Notice and Disclaimer (HPND)
- Lucent Public License Version 1.02 (LPL-1.02)
- The PostgreSQL License (PostgreSQL)
- University of Illinois/NCSA Open Source License (NCSA)
- X.Net License (Xnet)

Non-reusable licenses (27)

- Apple Public Source License (APSL-2.0)
- Computer Associates Trusted Open Source License 1.1 (CATOSL-1.1)
- CUA Office Public License Version 1.0 (CUA-OPL-1.0)
- eCos License version 2.0
- EU DataGrid Software License (EUDatagrid)
- Entessa Public License (Entessa)
- Frameworkx License (Frameworkx-1.0)
- IBM Public License (IPL-1.0)
- LaTeX Project Public License (LPPL-1.3c)
- Motosoto License (Motosoto)
- Multics License (Multics)
- Naumen Public License (Naumen)
- Nethack General Public License (NGPL)
- Nokia Open Source License (Nokia)
- OCLC Research Public License 2.0 (OCLC-2.0)
- PHP License (PHP-3.0)
- Python License (Python-2.0)
- CNRI Python license (CNRI-Python) (CNRI portion of Python License)
- RealNetworks Public Source License V1.0 (RPSL-1.0)
- Ricoh Source Code Public License (RSCPL)
- Sleepycat License (Sleepycat)

Sun Public License (SPL-1.0)
Sybase Open Watcom Public License 1.0 (Watcom-1.0)
Vovida Software License v. 1.0 (VSL-1.0)
W3C License (W3C)
wxWindows Library License (WXwindows)
Zope Public License (ZPL-2.0)

Superseded licenses (11)

Apache Software License 1.1 (Apache-1.1)
Common Public License 1.0 (CPL-1.0)
Artistic license 1.0 (Artistic-1.0)
Educational Community License, Version 1.0 (ECL-1.0)
Eiffel Forum License V1.0 (EFL-1.0)
Lucent Public License ("Plan9"), version 1.0 (LPL-1.0)
Mozilla Public License 1.0 (MPL-1.0)
Mozilla Public License 1.1 (MPL-1.1)
Open Software License 1.0 (OSL-1.0)
Open Software License 2.1 (OSL-2.1)
Reciprocal Public License, version 1.1 (RPL-1.1)

Licenses that have been voluntarily retired (4)

Intel Open Source License (Intel)
Jabber Open Source License
MITRE Collaborative Virtual Workspace License (CVW)
Sun Industry Standards Source License (SISSL)

Uncategorized Licenses (14)

Boost Software License (BSL-1.0)
CeCILL License 2.1 (CECILL-2.1)
Common Public Attribution License 1.0 (CPAL-1.0)
European Union Public License (EUPL-1.1)
GNU Affero General Public License v3 (AGPL-3.0)
ISC License (ISC)
Microsoft Public License (MS-PL)
Microsoft Reciprocal License (MS-RL)

MirOS Licence (MirOS) License 3.0 (NPOSL-3.0)

NTP License (NTP)

Reciprocal Public License 1.5 (RPL-1.5)

Simple Public License 2.0 (SimPL-2.0)

Open Group Test Suite License (OGTSL)

Liite 2. OpenGeo4w avoimen lähdekoodin ohjelmia

Ohjelma	Tyyppi	Käyttö
Geonode	Hallinnointijärjestelmä	Paikkatiedon hallinnointijärjestelmä
GRASS (Geographic Resources Analysis Support Sys- tem)	Työpöytäohjelma	Paikkatietojärjestelmä
gvSIG	Työpöytäohjelma	Paikkatietojärjestelmä
Marble	Työpöytäohjelma	Virtuaalinen karttapallo
QGIS	Työpöytäohjelma	Paikkatietojärjestelmä
FDO (Feature data Ob- ject)	Paikkatietokirjasto	Palvelurajapinta paikkatiedon muokkauk- seen, määrittämiseen ja analysointiin
GDAL/ORG	Paikkatietokirjasto	Kirjasto eri rasteri- ja vektorimuotoisten tiedostojen lukemiseen ja kirjoittamiseen
GeoTools	Paikkatietokirjasto	Javakirjasto
Orfeo Toolbox	Paikkatietokirjasto	Kuvien käsittely (kaukokartoitus)
Ossim	Paikkatietokirjasto	Kirjasto ja sovellukset kuvien, karttojen, korkeus- ja vektoriaineiston käsittelyyn
PostGis	Paikkatietokirjasto	Relaatietokantasovellus
Geonetwork	Luettelosovellus	Paikkatiedon käsittely ja hallinta
pycsw	Luettelosovellus	Metadatan julkaisu ja havainnointi
deegree	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
Geomoose	Palvelin	Karttojen julkaisualusta
Geoserver	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
Mapbender	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
Mapfish	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
MapGuide Open Source	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
MapServer	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta
OpenLayers	Palvelin	Paikkatiedon julkaisualusta

Liite 3. Laserkeilausaineiston tulosteet

Cloud metrics (Fusion)		lasinfo (Lastools)	
FileTitle	L413401		
Total return count	6057670	point data record length	28
Return 1 count	5253380	number of point records	6057670
Return 2 count	741935	min x y z	386000.00 6684000.00 -45.11
Return 3 count	45205	max x y z	388999.99 6686999.99 1866.17
		reporting minimum and maximum for all LAS point record entries ...	
Return 4 count	17150	X	38600000 38899999
Elev minimum	-45.11	Y	668400000 668699999
Elev maximum	1866.17	Z	-45.11 1866.17
Elev mean	27.86	intensity	0 4820
Elev mode	15.57	return_number	1 4
Elev stddev	11.02	number_of_returns	1 4
Elev variance	121.42	edge_of_flight_line	0 0
Elev skewness	2.419	scan_direction_flag	0 1
Elev kurtosis	249.70	classification	1 14
		scan_angle_rank	-26 24
		user_data	32 32
		point_source_ID	7 10
		gps_time	868.320509 3633.389957
		number of first returns	5253380
		number of intermediate returns	62307
		number of last returns	5253748
		number of single returns	4511765
		covered area in square units/kilounits	8749308/8.75
			all returns 0.69 last only 0.60
			(per square units) (per square units)
		point density	all returns 1.20 last only 1.29 (in units)
		spacing	(in units) (in units)
		number of point records in header is correct.	
		histogram of classification of points	
		1555799 unclassified (1)	
		3672116 ground (2)	
		803922 low vegetation (3)	
		147 noise (7)	
		11157 rail (10)	
		14529 wire conductor (14)	
		bounding box is correct.	

Cloud metrics (Fusion)

FileTitle L4134D2

Total return count 5567798
 Return 1 count 5168619
 Return 2 count 369312
 Return 3 count 21312

 Return 4 count 8555
 Elev minimum 27.34
 Elev maximum 1376.63
 Elev mean 47.3552
 Elev mode 27.34
 Elev stddev 5.591425
 Elev variance 31.26403
 Elev skewness 6.794866
 Elev kurtosis 1298.77

lasinfo (Lastools)

point data record length 28
 number of point records 5567798
 min x y z 386000.00 6687000.00 27.34
 max x y z 388999.99 6689999.99 1376.63
 reporting minimum and
 maximum for all LAS point record
 entries ...
 X 386000000 388999999
 Y 668700000 668999999
 Z 27.34 1376.63
 intensity 0 5100
 return_number 1 4
 number_of_returns 1 4
 edge_of_flight_line 0 0
 scan_direction_flag 0 1
 classification 1 10
 scan_angle_rank -24 25
 user_data 32 32
 point_source_ID 7 10
 gps_time 830.074315 3670.789260
 number of first returns 5168619
 number of intermediate returns 29860
 number of last returns 5168626
 number of single returns 4799307
 covered area in square
 units/kilounits 8785124/8.79
 all returns 0.63 last only 0.59
 (per square (per square
 units) units)
 point density all returns 1.26 last only 1.30 (in
 (in units) units)
 spacing
 number of point records in header is correct.

histogram of classification of points

1071198 unclassified (1)
 4089862 ground (2)
 399172 low vegetation (3)
 163 noise (7)
 331 water (9)
 7072 rail (10)

bounding box is correct.

Cloud metrics (Fusion)

FileTitle L4134D3
 Total return count 6195075
 Return 1 count 5111682
 Return 2 count 975740
 Return 3 count 84013
 Return 4 count 23640
 Elev minimum -44.73
 Elev maximum 1361.47
 Elev mean 20.4228
 Elev mode -0.088731
 Elev stddev 6.612314
 Elev variance 43.7227
 Elev skewness 3.565084
 Elev kurtosis 385.5055

lasinfo (Lastools)

point data record length 28
 number of point records 6195075
 min x y z 389000.00 6684000.00 -44.73
 max x y z 391999.99 6686999.99 1361.47
 reporting minimum and
 maximum for all LAS point record
 entries ...
 X 389000000 39199999
 Y 668400000 668699999
 Z -44.73 1361.47
 intensity 0 5100
 return_number 1 4
 number_of_returns 1 4
 edge_of_flight_line 0 0
 scan_direction_flag 0 1
 classification 1 14
 scan_angle_rank -23 26
 user_data 32 32
 point_source_ID 10 13
 gps_time 3596.158697 249007.897150
 number of first returns 5111682
 number of intermediate returns 107636
 number of last returns 5111773
 number of single returns 4136016
 covered area in square
 units/kilounits 8709640/8.71
 all returns 0.71 last only 0.59
 (per square (per square
 units) units)
 point density all returns 1.19 last only 1.31 (in
 (in units) units)
 spacing
 number of point records in header is correct.

histogram of classification of points

1635128 unclassified (1)
 3454705 ground (2)
 1083302 low vegetation (3)
 138 noise (7)
 18 water (9)
 9340 rail (10)
 12444 wire conductor (14)

bounding box is correct.

Cloud metrics (Fusion)

FileTitle L4134D4

Total return count 7010226
Return 1 count 5177861
Return 2 count 1584352
Return 3 count 186859

Return 4 count 61154
Elev minimum 15.27
Elev maximum 1656.21
Elev mean 38.57996
Elev mode 15.27
Elev stddev 11.17905
Elev variance 124.9712
Elev skewness 1.089374
Elev kurtosis 91.81409

lasinfo (Lastools)

point data record length 28
number of point records 7010226
min x y z 389000.00 6687000.00 15.27
max x y z 391999.99 6689999.99 1656.21
reporting minimum and maximum for all LAS point record entries ...
X 389000000 39199999
Y 668700000 668999999
Z 15.27 1656.21
intensity 0 3200
return_number 1 4
number_of_returns 1 4
edge_of_flight_line 0 0
scan_direction_flag 0 1
classification 1 14
scan_angle_rank -24 24
user_data 32 32
point_source_ID 10 13
gps_time 3633.288216 248969.073407
number of first returns 5177861
number of intermediate returns 247902
number of last returns 5178177
number of single returns 3593714
covered area in square units/kilounits 8791024/8.79
all returns 0.80 last only 0.59 (per square units) (per square units)
point density **all returns 1.12 last only 1.30 (in units) (in units)**
spacing
number of point records in header is correct.

histogram of classification of points

1634403 unclassified (1)
 3540090 ground (2)
 1832049 low vegetation (3)
 70 noise (7)
 254 water (9)
 3186 rail (10)
 174 wire conductor (14)

bounding box is correct.