

POSTGISIN HYÖDYNTÄMINEN PAIKKATIEDON
AVOIMIEN
AINEISTOJEN KÄSITTELYSSÄ

Vuori Joni

Opinnäytetyö

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Maanmittaustekniikan
koulutusohjelma

Tekijä	Joni Vuori	Vuosi	2020
Ohjaaja	Sami Porsanger		
Työn nimi	PostGISin hyödyntäminen paikkatiedon avoimien aineistojen käsittelyssä		
Sivu- ja liitesivumäärä	54 + 22		

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda esille tietokantapalvelimeen ja tietokantaan liittyvät perusasiat ja laajentaa tätä käsitystä paikkatietokannan lisämahdollisuuksilla. Lisäksi tavoitteena oli myös antaa peruskäyttötaulukkoaineiston käsittelystä paikkatiedon funktioilla ja liittää taulukoita liitoksilla toisiin kyselyiden avulla. Hyötynä opinnäytetyöstä tuli oppilaitokselle teorian lisäksi harjoitteet tietokannan ja joidenkin funktioiden käytöstä.

Opinnäytetyössä toteutettavassa ratkaisussa asennettiin virtuaaliselle tietokoneelle tietokantapalvelin sekä QuantumGIS-paikkatieto-ohjelmisto ja luotiin paikkatietorajapintoja tukeva tietokanta. Toteutuksessa hyödynnettiin pääasiassa avoimen lähdekoodin ohjelmistoja niin tietokantapalvelimen ja paikkatieto-ohjelmiston kuin aineistojen osalta. Esimerkit ja harjoitukset on pääosin itse laadittu. Työ on toteutettu pääosin 2019 syksyn aikana.

Opinnäytetyössä tuloksena syntyi PostgreSQL-relaatiotietokantapalvelin ja PostGIS-paikkatietokanta, jota pystyi hyödyntämään QuantumGIS-ohjelmistolla. Yleisesti läpikäytiin tietokannan rakenne lisäosineen sekä aineistotaulukoiden ja indeksoinnin luonti. PostGIS-laajennoksen piirteet ja teoria sekä paikkatiedon SQL-funktioiden merkitys ja niiden käyttö paikkatietokannassa on osana työssä esimerkein ja harjoituksin havainnollistettuja asioita. Harjoituksissa oppimisympäristöä ajatellen hyödynnettiin Portable GIS-paketoitua ratkaisua, jolla voitiin hyödyntää ohjelmien testauskäyttöä suoraan ulkoiselta levyltä käsin.

Avainsanat PostgreSQL, PostGIS, Paikkatiedon SQL, Paikkatiedon funktiot, Portable GIS

Degree Programme In
Land Surveying

Author	Joni Vuori	Year	2020
Supervisor	Sami Porsanger		
Subject of thesis	Taking Advantage of Open Data Source with Extension of PostGIS to PostgreSQL Database		
Number of pages	54 + 22		

The goal of this thesis was to present the basics of relational databases, database servers and then to expand on this notion with the additional possibilities of a spatial databases. The thesis was also to provide a basic view of the processing of table data by spatial functions and to join tables by joining them with queries. Lapland University of Applied Sciences, in addition to theory, also gained a set of exercises for using the database and some of the spatial data functions.

The database server and the QuantumGIS geospatial software were installed on a virtual computer and a database supporting geospatial interfaces was created. The implementation utilized mainly of open source software for both the database servers and the location files, as well as data. The examples and the exercises are mostly self-made. The thesis was done mainly in the fall of 2019.

This thesis resulted in a PostgreSQL relational database server and a PostGIS geographic database that could be utilized with the QuantumGIS software. The structure of the database with its add-ons and the creation of the data tables and indexing were generally covered. The features and the theory of the PostGIS extension, as well as the importance of the geospatial SQL functions and their use in the geospatial database was part of the thesis, illustrated by examples and exercises. In the exercises, thinking about the learning environment, we utilized a Portable GIS packaged solution that could take advantage of the test run of the programs directly from an external disk.

Key words PostgreSql, PostGIS, Spatial SQL, Spatial Functions, Portable GIS

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	POSTGRESQL	6
2.1	PostgreSQL tietokannan taustaa	6
2.2	PostgreSQL-vaatimukset ja asennus.....	7
3	QUANTUMGIS- JA GDAL-OGR-KIRJASTO	9
4	POSTGIS.....	11
4.1	Postgis-laajennoksen taustaa	11
4.2	Tietokannan määrittely.....	14
5	POSTGIS TIETOKANNAN KÄSITTELY	16
5.1	Aineiston siirto ja prosessointi.....	16
5.2	Aineiston siirto Postgis shapefile import/export sovelluksella.	18
5.3	CSV Datan vienti GDAL-OGR kirjastolla.....	20
5.4	Paikkatietofunktioiden perusteita	21
5.5	Yleisimmin käytetyt funktiot.....	25
5.6	Geometrioiden vienti ja tuonti funktioilla.....	28
5.7	Taulukoiden väliset liitokset paikkatietokannassa.....	32
5.8	Indeksointi.....	33
6	POSTGIS-HARJOITUS PAIKKATIETOAINEISTOA HYÖDYNTÄEN	37
6.1	Harjoituksen läpikäynti	37
6.2	Portable GIS -käyttöönotto.....	38
6.3	Tietokannan perustaminen ja laajennosten käyttöönotto.....	39
6.4	Aineistojen lataus Väylä.fi -sivustolta	40
6.5	Aineistotaulujen luominen avoimesta datasta	40
6.6	Aineistotaulujen muokkaus ja valmistaminen visualisointiin.....	42
6.7	QuantumGIS visualisointi.....	43
7	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	49
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	54

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia PostGISin hyödyntämistä avoimen lähdekoodin aineistojen käsittelyssä. Opinnäytetyö sisältää ohjeistusta PostgreSQL-relaatiotietokantapalvelin ja PostGIS- paikkatietokannan perustamiseen sekä siihen sisältyvien laajennosten käsittelyyn. Lisänä myös asennusohje QuantumGIS-paikkatieto-ohjelmistoon, joka sisältää harjoituksissa käytettävän GDAL-OGR-kirjaston. Kirjastoa käytetään yhtenä vaihtoehtona aineiston viemiseksi tietokannan tauluksi. Työ sisältää myös esimerkkejä, joilla havainnollistetaan funktioiden käsittelyä kannassa.

Opinnäytetyön aihe tuli opinnäytetyön tekijän kiinnostuksesta tietokannoista ja paikkatiedosta sekä niihin liittyvistä avoimen lähdekoodin aineistoista. PostgreSQL-relaatiotietokantapalvelin postgis-laajennoksella varustettuna on ollut jomonen paikkatieto-ohjelmistojen alustana, mutta siitä ei ole ollut mahdollista juurikaan korkeakouluopinnoissa opetella. Tietokanta ja laajennos on tarjonnut moneen analyysiin aineiston muotoiluun mahdollistetun tavan, jota suoraan rajapintojen kautta ei ole voinut paikkatieto-ohjelmistoon muutoin toteuttaa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi ensin PostgreSQL-tietokantapalvelimen oheistieto ja asennus sekä QuantumGIS- ja GDAL-OGR-kirjaston asennus. Lisäksi esitetään Postgis-laajennos ja sen vaatimien muiden laajennosten lisääminen paikkatietokantaan. Viimeisimpänä teoriaosuudessa näytetään paikkatiedon funktiot ja niiden käsittely sekä join lauseiden käsittely ja taulukoiden indeksointi. Lopputuloksena syntyy tietokantapalvelin paikkatietokannalla, jota voi hyödyntää paikkatieto-ohjelmasta paikkatiedon funktioita käyttämällä.

Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa teorian lisäksi esimerkein funktioita ja luoda oppimisympäristössä toteutettava käytännön harjoitus. Harjoituksessa on ajateltu, että varsinaista SQL-osaamista ei tarvitse olla, joten harjoitteen suorittamiseen liittyvät asiat löytyvät opinnäytetyöstä. Harjoituksessa (myös oppimisympäristöä ajatellen) on käytetty asennusoletuksia ja PortableGIS-paketoitua ulkoiselta levyltä ajettavaa ratkaisua, jossa kaikki tarvittavat ohjelmistot on valmiiksi suoritettavana kokonaisuutena.

2 POSTGRESQL

2.1 PostgreSQL tietokannan taustaa

PostgreSQL on täysiverinen objekti-relaatiotietokantaohjelmisto siinä missä monet maksullisesti lisensoidut vastaavat ohjelmistot, kuten esimerkiksi Microsoft SQL Server, Oracle, Sybase, IBM:n DB2 ovat. Näistä avoimeen lähdekoodiin perustuvat tunnetuimmat relaatiotietokantaohjelmistot ovat MySQL ja hieman harvemmin esiin tullut Firebird. Kuten edellä kirjoitetusta voidaan päätellä, ohjelmisto on ollut vapaana lähdekoodina jaettava ohjelmisto, jonka lisensointi on toteutettu BSD (Berkeley Software Distribution) -tyyppisellä lisenssillä (PostgreSQL Development Group. About; Wikipedia 2019. PostgreSql).

BSD-lisenssi on ollut yksi käytetyimpiä lisenssejä avoimen lähdekoodin lisensseistä. Lisenssi on sallinut koodiin tehtävät muokkaukset ja sen uudelleen käytön myös itse tuotetuissa tai omistetuissa ohjelmistoissa. Vaatimuksena on, että lisenssin teksti "Nimi" BSD säilyy lähdekoodissa mukana. Tuote, jota on jatkettu tätä avointa koodia käyttämällä, saa myös olla jollakin muulla lisenssillä julkaistu. Käytännössä tämä on tarkoittanut sitä, että kuka tahansa voi käyttää koodia ja tehdä sille mitä haluaa. Nykyiset BSD-lisenssit eivät siis sisällä alkuperäiseen tekijänoikeusilmoitukseen vaadittavaa pykälää (Wikipedia 2015 BSD-lisenssi).

PostgreSQL-relaatiotietokantaohjelmiston kehitystyö on alkanut vuonna 1986 osana Postgres -hanketta Kalifornian yliopistossa (Berkeley). Kehitystyötä on toteuttanut Postgre Global Development Group -yhteisö. Samalla ydinalustalla tapahtunut kehitystyö on jatkunut yli 30 vuotta niittäen mainetta sen arkkitehtuurin ja luotettavuuden, sekä tietojen eheyden osalta. Postgres-tietokanta hyödyntää ja laajentaa SQL:n käyttömahdollisuuksia erilaisten ominaisuuksiensa ansiosta tehokkaasti. Tietokanta on toiminut turvallisena ja tehokkaana tapana säilöä isojakin tietovarastoja ja käyttää niitä erinäisten ominaisuuksien avulla eri käyttösovellusten (kuten web- ja koodeihin perustuvien ohjelmistojen) toimintoihin tai analysointeihin liittyvissä käyttökohteissa. Tunnetuimpana lisäosana on ollut PostGIS-lisäosa (Geospatial Database), jonka vuoksi tietokantatuote onkin monesti ollut valitun avoimen lähdekoodin tietokanta-alustana. Tietokanta sisältää myös

monia kehittäjiä ja järjestelmänvalvoja auttavia ominaisuuksia, joilla hallitaan, suojataan ja voidaan rakentaa eheämpiä, sekä vikasietoisempia ympäristöjä. Avoimen lähdekoodin takaamana voidaan esimerkiksi rakentaa mukautettuja toimintoja, määrittellä omat tietotyypit ja kääntämättä tietokantaa uudelleen, kirjoittaa koodia eri ohjelmointikielistä. PostgreSQL pyrkii noudattamaan SQL-standardia, jos se ei ole ristiriidassa sen ydinominaisuuksien kanssa, mikä voisi johtaa huonoihin arkkitehtuurisiin päätöksiin. Tuki käytännössä on tarkoittanut, kuten monessa toisessakin tietokantaohjelmistoissa, syntaksin (kirjoitusasun) eroavaisuutta joissakin kohdin. Tämä tulee muuttumaan eri tietokantatuotteissa enemmän ominaisuuksien vaatimustenmukaisempaan toimintatapaan. PostgreSQL on sisältänyt 160/179 (vuoden 2016) pakollista perusvaatimusten mukaista ominaisuutta. Tätä standardinmukaisuutta ei vielä ole muut relaatiotietokannat saavuttaneet. (PostgreSQL Delopment Group. About.)

PostgreSQL on havaittu toimivaksi erittäin suurissa tuotantoympäristöissä ja se skaalautuu hyvin klusteritoimintaan (monen serverin kuormanjako), jossa hallitaan dataa teratavuista petatavuihin (PostgreSQL Delopment Group. About).

2.2 PostgreSQL-vaatimukset ja asennus

PostgreSQL toimii kaikista tunnetuimmissa käyttöjärjestelmissä, kuten Windows 32bit ja 64 bit, Linux x86-32 ja x86-64 (32bit ja 64 bit), Mac os x. Opinnäytetyön tuotosvaiheessa vaatimukset on olleet versioille 11.5 ja 12 Prosessori 1 GHz, Muisti 2 GB of RAM ja kovalevy 512 MB of HDD. Asennukselle on ollut vaatimuksena järjestelmänvalvojaoikeudet. Lisäksi, jos Windows -järjestelmässä on ollut User Account Control (UAC) päällä, asennus on toteutettu hiiren oikealla näppäimellä järjestelmän valvojaoikeuksin, vaikka käytetyllä tunnuksella olisi ollut järjestelmän valvojaoikeudet. Tämä on kuitenkin vaatinut paikallisen koneen tai palvelimen asetuksista ja erinäisistä toimialueeseen liittyvistä vaatimuksista riippuen vielä erikseen järjestelmänvalvojan kirjautumisen asennuksen suorittamiseksi. Suositeltavaa on etenkin Windows-ympäristössä, että kaikki Windows-päivitykset on toteutettu ennen asennusta. PostgreSQL 11 ja sitä uudemmat versiot eivät vaadi Linuxin omaa asennusohjelmaa. Seuraavassa taulukossa 1 on kuvattu sopivuudet ja latauspaikat eri käyttöjärjestelmille. (EnterpriseDB Corporation 2019.

Installation-guide-installer; EnterpriseDB Corporation 2019. Postgres-postgresql-downloads.)

Taulukko 1. PostgreSQL-asennuksen käyttöjärjestelmäsopivuus
(EnterpriseDB Corporation 2019. Postgres-postgresql-downloads)

PostgreSQL Version	Linux x86-64	Linux x86-32	Mac OS X	Windows x86-64	Windows x86-32
12.0	N/A	N/A	Download	Download	N/A
11.5	N/A	N/A	Download	Download	N/A
10.10	Download	Download	Download	Download	Download
9.6.15	Download	Download	Download	Download	Download
9.5.19	Download	Download	Download	Download	Download
9.4.24	Download	Download	Download	Download	Download
9.3.25 (Not Supported)	Download	Download	Download	Download	Download

Teoriaosuudessa käytetty PostgreSQL-versio on 11.5., ja siitä on ladattu 64-bit-tiseen ympäristöön tarkoitettu asennuspaketti. Asennuksen testaus on toteutettu Windows 10 Enterprise- ja Windows Server 2016 Standard-versioihin. Asennukset ohjeineen käsittää minimiasennukseen vaaditut valintamäärittymiset ja yleisimmin käytetyt laajennokset. Asennusohjeet liitteessä 1 kuvaa vain Windows-ympäristön asennuksen. Mac- ja Linux-asennuksen eroavaisuutta ei ole kuvattu tässä ohjeistuksessa.

Vaihe 1 Asennuspaketti ladattu haluttuun polkuun osoitteesta;

<<http://www.enterprisedb.com/downloads/postgres-postgresql-downloads>>

Vaihe 2 UAC (User Account Control) on Windowsissa todettu olevan päällä, asennus hiiren oikealla järjestelmän valvojana.

Vaihe 3 Eteneminen PostgreSQL-asennusohjeen Liitteen 1 järjestyksessä.

3 QUANTUMGIS- JA GDAL-OGR-KIRJASTO

Opinnäytetyössä aineistojen visualisointiin sekä siirtoesimerkkeihin käytettiin QGIS-ohjelmistoa ja sen mukana tulevaa GDAL-OGR-kirjastoa. QGIS on avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmä, joka on asennettavissa Windows, Android, Mac OSX, Unix ja Linux-käyttöjärjestelmille. (Qgis.org 2019. About page.)

QGIS on lisensoitu käyttäen GNU (General Public License) -hankkeen yleistä lisenssiä. Tämä lisenssi on vapaiden ohjelmistojen julkaisemiseen käytetty lisenssi, joka antaa oikeuden käyttää, kopioida, muuttaa ja jakaa edelleen ohjelmia ja niiden lähdekoodia. Lisäksi lisenssi takaa, että nämä vapaudet säilyvät myös GPL-koodiin pohjautuvissa muunnelluissa sovellutuksissa. GPL-ohjelmaa tai sen muunnelmaa levitettäessä edelleen, myös lähdekoodi tulisi julkaista samalla lisenssillä, eikä ohjelman käytölle tai levitykselle voi vaatia lisärajoituksia. Lisätietoa GPL-koodin käytöstä on mahdollista etsiä tämän kappaleen lähdelinkeistä (Qgis.org 2019. About page.; Wikipedia 2020. GNU_General_Public_License).

Asennusohje on kuvattu Windows-käyttöjärjestelmälle, ja asennuksessa on käytetty OSGeo4W-asentajaa. OSGeo4W-asentajan tuki löytyi kaikille Windows-versioille XP-käyttöjärjestelmästä eteenpäin. Kyseisellä asentajalla voitiin asentaa QGIS:n uusin vakaa tai kehitysversio, sekä myös päivittää aikaisempi QGIS-asennus uudempaan versioon tai asentaa toinen versio olemassa olevan asennuksen rinnalle (Qgis.org 2019. About page.; Qgis.org 2019. Download page).

GDAL-OGR-kirjastoa käytettiin aineiston viemiseksi PostgreSQL-Postgis_testkantaan. GDAL-OGR-kirjasto toi mahdollisuuden rasteri- ja vektoriaineistojen käsittelyyn. QGIS:n toiminta on riippuvaista GDAL-OGR-kirjastosta, joten se asentui oletuksena QGIS-asennuksen yhteydessä. Kirjaston asennus ei kuitenkaan vaatinut QGIS-tuotetta toimiakseen. Käytetystä asennuksesta, OSGeo4W-asentajan avulla, voitiin myös erikseen ilman QGIS-asennusta, asentaa GDAL-OGR-kirjasto Liitteessä 2 on kuvaus asennuksen vaiheista (Gdal-org 2019).

QGIS- ja GDAL-OGR-KIRJASTON ASENNUSOHJE

Vaihe 1 Asennuspaketti ladattu haluttuun polkuun osoitteesta
<<https://www.qgis.org/fi/site/forusers/download.html>>

Vaihe 2 UAC (User Account Control) on Windowsissa todettu olevan päällä.
Asennus hiiren oikealla näppäimellä tulevasta valikosta järjestelmän valvojana.

Vaihe 3 Eteneminen Liitteen 2 järjestyksessä.

4 POSTGIS

4.1 Postgis-laajennoksen taustaa

PostGIS (Geographic Information Systems) on avoimen lähdekoodin paikkatietokannan laajennos PostgreSQL-relaatiotietokannalle. Postgis tuo tietokantaan tilatoimintoja, kuten etäisyys, pinta-ala, liitos, risteys ja erikoisgeometriatiedot. PostGIS on hyvin samankaltainen kuin SQL-Serverissä oleva Spatial-tuki, ESRI ArcSDE-, Oracle Spatial- ja DB2-tilalaajennus. Kuten asennuskuvauksessa (liite 1) on voitu todeta, että PostGISin uusin versio saatiin asennettua PostgreSQL-relaatiotietokannan asennuspakettien mukana valinnaisena lisäosana, tässä yhteydessä pystyttiin luomaan myös Postgis_test-tietokanta. Postgis-tietokanta sisältää siis laajennoksia normaaliin postgresSQL-tietokantaan verrattuna. Seuraavassa listattuna lisäosat jotka ovat yleisemmin esiintyneinä PostGIS-tietokannassa (Boston Gis 2019. What is Postgis.; Postgis.net 2019. features.)

PostGIS-laajennos mahdollistaa GIS -objektien tallentamisen tietokantaan. PostGIS sisältää tuen GiST-pohjaisille R-Tree-tilaindekseille ja toiminnot GIS-kohteiden analysointiin ja käsittelyyn. Tämä sisältää myös rasterit, joka on ollut ennen omana laajennoksenaan (Postgis.net 2019. PostGIS manual).

Postgis_raster mahdollistaa myös rasteripohjaisten aineistojen käsittelyn tietokannassa (Postgis.net 2019. PostGIS manual RT_reference).

Postgis_topology mahdollistaa topologiatyyppien ja -toimintojen käytön esimerkiksi topologisten kohteiden, kuten pinnan, reunojen ja solmujen, hallintaan (Postgis.net 2019. PostGIS manual Topology).

Postgis_sfcgal on pakattu kirjasto, joka tarjoaa edistyneitä 2D- ja 3D-toimintoja. Geometrian koordinaateilla on tarkka rationaalinen lukuesitys ja nämä voivat olla joko 2D- tai 3D-muotoisia (Sfcgal.org 2019. sfcgal).

Address_standardizer on yhden rivin osoitteen jäsentäjä, joka ottaa syöttöosoitteen ja normalisoi sen taulukkoon sekä helper lex- ja gaz-taulukoihin tallennettujen sääntöjen perusteella. Jäsentäjän toiminta perustuu siihen, että se käy läpi

kentän arvoa oikealta vasemmalle, tarkastelemalla aluksi postinumeron, osavaltion / maakunnan, kaupungin makroelementtejä ja sitten etsii mikroelementtejä määrittääkseen, onko kyse talonumeron kadusta tai risteyksestä tai maamerkistä (Postgis.net 2019. Address Standardizer.)

Address_standardizer_US sisältää Yhdysvaltain tiedoista gaz-, lex- ja sääntötaulukot (Postgis.net 2019. Address Standardizer.)

lex-taulukko - käytetään aakkosnumeerisen sisääntulon luokitteluun ja sen yhdistämiseen niin sisääntulotunnisteisiin, kuin standardoituihin esityksiin. Tarkempaa tietoa aiheesta löytyy lähteen sivustosta ja osasta "Syöttötunnukset". (Postgis.net 2019. Address Standardizer.)

gaz-taulukko - Käytetään paikannimien standardisointiin ja kyseisen syötteen yhdistämiseen niin sisääntuloluetteloihin, kuin standardoituihin esityksiin. Tarkempaa tietoa aiheesta löytyy lähteen sivustosta ja osasta "Syöttötunnukset". (Postgis.net 2019. Address Standardizer.)

sääntötaulukko – on joukko sääntöjä, jotka kartoittavat osoitesyötösekvenssien merkinnät standardisoituun tulosjärjestykseen. Sääntö määrittää syötemerkkien joukkona, jota seuraa -1 (terminaattori), jota seuraa lähtötunnusjoukko, jota seuraa -1, jota seuraa sääntötyyppiä osoittava numero, jota seuraa säännön sijoitus. Tarkempaa tietoa aiheesta löytyy lähteen sivustosta ja osasta "Syöttötunnukset". (Postgis.net 2019. Address Standardizer.)

Fuzzystmatch mahdollistaa useita toimintoja yhtäläisyyksien ja etäisyyden määrittämiseksi merkkijonojen välillä (PostgreSQL 11 Dokumentation 2019. Fuzzystmatch).

Postgis_tiger_geocoder laajennos voi prosessoida mielivaltaisen osoitemerkijonon ja tuottaa normalisoitua TIGER-laskentatietoa käyttämällä pistegeometriaa ja luokitusta, joka heijastaa annetun osoitteen sijaintia ja sijainnin todennäköisyyttä (Postgis.net 2019. manual-3.0).

PgRouting laajennos mahdollistaa verkostoanalyysien toteuttamisen PostgreSQL-tietokannassa. Verkostoanalyysien avulla voidaan esimerkiksi laskea reitti kahden eri pisteen välille, muodostaa saavutettavuusvyöhykkeitä (Boston Gis 2019. What is Postgis.)

ogr_fdw mahdollistaa etätilatietolähteiden kyselyt. Tähän sisältyy curl-tuki, joten sillä on mahdollista myös tehdä kyselyitä verkkopalveluihin, kuten WFS-rajapintaan (Boston Gis 2019. What is Postgis).

- Curl tarkoittaa siirtoja tuetuista protokollista kuten (DICT, FILE, FTP, FTPS, GOPHER, HTTP, HTTPS, IMAP, IMAPS, LDAP, LDAPS, POP3, POP3S, RTMP, RTSP, SCP, SFTP, SMB, SMBS, SMTP, SMTPS, TELNET ja TFTP). Komento on suunniteltu toimimaan ilman käyttäjän vuorovaikutusta (Rosehosting 2018. What is Curl).

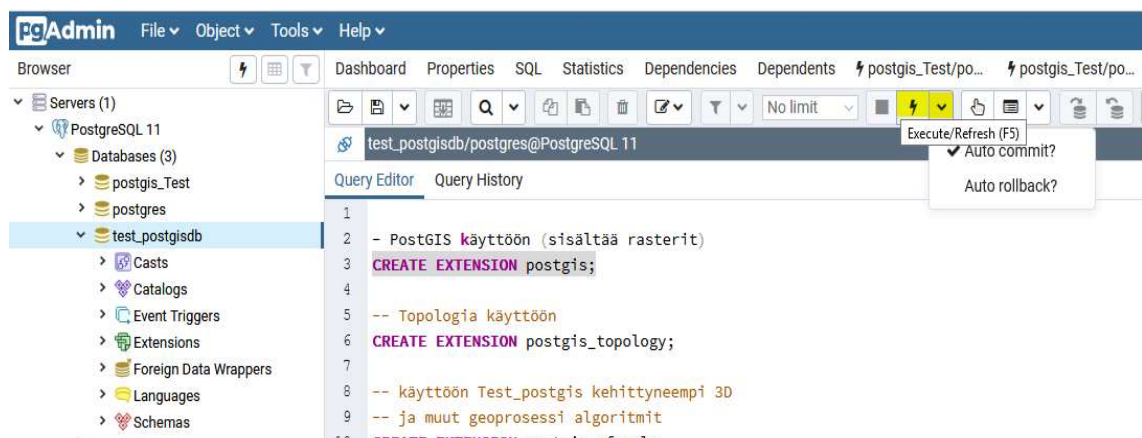
pgpointcloud laajennos antaa mahdollisuuden lukea pisteitä PostgreSQL-tietokannasta. Pointcloud-laajennus tallentaa pistepilvitiedot taulukoihin (Github inc 2019. pointcloud.)

pointcloud_postgis laajennos lisää toimintoja, joiden avulla on mahdollista käyttää PostgreSQL pistepilvi-laajennosta PostGIS:n kanssa, muuntaa pistepilviobjektit geometriaksi ja suorittaa suodatuksen näistä tiedoissa. Pointcloud_postgis-laajennus riippuu sekä postgis- että pgpointcloud-laajennuksista, joten ne on asennettava ensin (Github inc 2019. pointcloud).

4.2 Tietokannan määrittäminen

PostGIS tietokannan luonti sql-lauseilla

Tietokannan luontiin sql-lauseilla tarvittiin PG admin web-sovellus. Valittiin olemassa oleva kanta test_postgisdb ja tools- valikosta "Query tool" kyselyikkuna. Kyselyikkunassa ajettiin seuraava kannan luontilause "CREATE DATABASE Test_Postgisdb;" ja tämän jälkeen laajennokset yksi kerrallaan ja joko kuviossa 1 keltaisella merkittyä painiketta tai F5 painiketta käyttämällä. Kuviossa 1 voitiin myös havaita "Auto commit" ruksin olevan päällä, joten ajettavat lauseet suoriutuivat ilman erillistä "commit;" käskyä. Uusi kanta ilmestyi liitteen 3 mukaisin laajennusosien lisäyksiin näkyviin, kun päivitettiin "Databases" KOHTA PG Admin näkymässä valitsemalla se aktiiviseksi ja painamalla näppäintä F5. Kyselyikkunassa voi tietokannan luomisen jälkeen nähdä lauseella "SELECT postgis_full_version();" käytettävänä olevan postgis version.



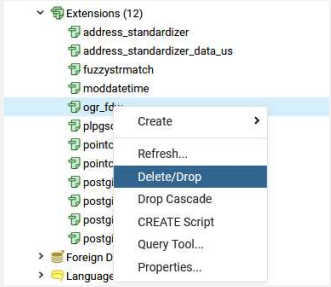
Kuvio 1. SQL-lauseiden ajo PG admin-kyselyikkunassa

Postgis tietokannan luonti PGAdmin-sovelluksella

Postgis-tietokannan luonti PG Admin-sovelluksella onnistui graafisessa tilassa etenemällä tietokanta kohtaan ja hiiren oikealla valitsemalla luo → tietokanta. Muutoin eteneminen tapahtui liitteen 4 mukaan.

Lisäosien muutokset

Lisäosan muutos PG Admin -sovelluksella Graafisesti onnistui valitsemalla lisäosakohdan hiiren vasemmalla aktiiviseksi ja hiiren oikealla poista valinnalla. Tässä vaihtoehdossa uusi lisäosa on lisätty lisää -valinnalla. SQL-lauseella muutokset kyselyikkunassa voi tehdä, kun kanta on ennalta valittu aktiiviseksi, ja yhteys kantaan on olemassa. Kuviossa 2 on lisätty esimerkit näistä vaihtoehdoista.

PG admin sovelluksella:	SQL LAUSELLA (KYSELYIKKUNA):
 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hiiren oikealla valittu valikko poistettavan lisäosan kohdalta ➤ Valittu Delete/Drop -painike. ➤ Uusi lisäosa aiemman lisäosaohjeen mukaisesti taulukko 5. 	<p><u>ALTER EXTENSION</u></p> <p>ALTER EXTENSION name UPDATE [TO new_version]</p> <p>ALTER EXTENSION name SET SCHEMA new_schema</p> <p>ALTER EXTENSION name ADD member_object</p> <p>ALTER EXTENSION name DROP member_object</p> <p>Esimerkki:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ALTER EXTENSION ogr_fdw <p>UPDATE TO ogr_fdw_new;</p> <p><u>DROP EXTENSION</u></p> <p>DROP EXTENSION name</p> <p>Esimerkki:</p> <p>ALTER EXTENSION org_fdw DROP org_fdw;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ DROP EXTENSION ogr_fdw;

Kuvio 2. Lisäosan muutos tai poisto PG admin sovelluksella tai SQL lauseella.

5 POSTGIS TIETOKANNAN KÄSITTELY

5.1 Aineiston siirto ja prosessointi

Teoriaosuus tässä työssä käsittää PostgreSQL-aineistosiirtoja vain muutamilla tavoilla kuvattuna, kuten graafisesti pgAdminilla ja komentokehotteen "cmd" kautta. Tiedostomuotoina käytetään Esrin shape -tiedostomuotoa, sekä csv-tiedostoja. Tietokantaan voidaan myös tuoda ulkoisista lähteistä taulukkonäkymiä (Foreign Tables). Esimerkiksi toisista tietokannoista tai avoimen aineiston rajapinnoista pystytään muodostamaan lähes reaaliaikaisia sisältötauluja. Näitä ei ole käyty tässä tuotoksessa läpi, mutta olemassa olevia vaihtoehtoja kannattaa tutkia PostgreSQL- ja Postgis.net-sivustojen kautta. Myös BostonGIS on antanut hyviä vinkkejä aiheen ympärille.

Shapefile on suosittu avoin vektoripohjainen formaatti paikkatiedon tallentamiseen paikkatietojärjestelmissä. Shapefilejä käytetään muiden vektorimuotoisten aineistojen tavoin alue-, viiva- ja pistemuotoisten geometriatietojen ja kohteiden tallentamiseen. Seuraavassa on listattu tiedostotyypit ja niiden päätteen sekä rakenne (Postgis.net 2019. Loading data.)

Pakolliset shape-tiedostot:

- *shp – shape -muoto; itse ominaisuusgeometria* (Postgis.net 2019. Loading data.)
- *shx – shape -indeksimuoto; ominaisuusgeometrian sijainti-indeksi* (Postgis.net 2019. Loading data.)
- *dbf - määritemuoto; kunkin shape -muodon kenttä määritteet* (Postgis.net 2019. Loading data.)

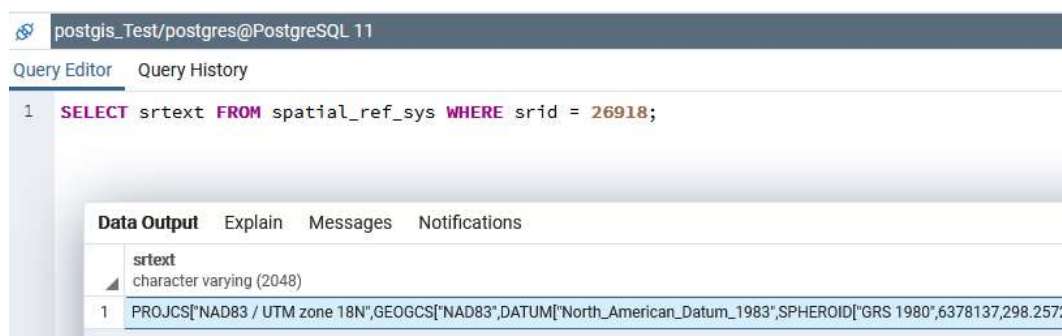
Valinnaiset tiedostot sisältävät:

- *prj - projektiomuoto; koordinaattijärjestelmä ja projektiotiedot. Tekstitiedosto, joka kuvaa projektiota käyttämällä tunnettua tekstimuotoa* (Postgis.net 2019. Loading data.)

CSV-tiedostot (comma-separated values) ovat taulukko muotoisia tekstitiedostoja, jossa erotin merkinä on yleensä pilkku. Koska esimerkiksi Suomessa käytetty pilkku on myös desimaalin erotinmerkki, tietokansiirroissa käytetään yleensä csv:n epästandardimuotoa, eli puolipistettä. Tavanomaista on myös, että csv-tiedoston tekstiarvot ovat myös lainausmerkeissä. PostgreSQL vaatii UTF-8 -kooditusmuodon ja monet avoimenlähdekoodin aineistot latautuvat ansi-muodossa. Tämä on hyvä huomioida siten aineiston tuonnissa, jotta sisältö saadaan ongelmitta luettua tietokantaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi notepad++ ohjelmalla muutetaan kooditusmuoto UTF8:n muotoon, jolloin varmistetaan oikean merkistön sisällön oikeellisuus. Sisällön oikeellisuudella tämä on tarkoittanut sitä, että esimerkiksi ä j ä ö kirjaimien näkyvät aineistossa.

SRID

SRID (Spatial Reference Identifier) on paikkatiedon tunniste, joka määrittelee maantieteellisen koordinaattijärjestelmän ja projisoinnin parametrit. SRID pakkaa kaikki karttaprojektiota koskevat tiedot yhdeksi numeroksi. Tämän numeron voi selvittää etsimällä online-tietokannasta määritelmää käyttäen esimerkissä olevaa numeroa 26918 (<http://spatialreference.org/ref/epsg/26918/>) tai olemassa olevasta PostGIS:n kannasta (kyselyikkunasta) kyselyllä spatial_ref_sys-taulukoon. Seuraavassa kuviossa 3 on kyselyikkunassa kantaan ajettava lause. Näissä molemmissa tapauksissa näet 26918-alueellisen paikkatiedon tunnisteen tekstimuodollisen esityksen. Saman tiedon voi nähdä myös Esrin .prj -tiedostossa (Postgis.net 2019. Loading data.)



Kuvio 3. SRID

PostGIS-tietokannassa oleva `spatial_ref_sys` -taulukko on OGC-standarditaulukko, joka sisältää kaikki tietokannan tuntemat paikkatietojärjestelmät. PostGIS:n mukana tulevissa tiedoissa luetellaan yli 3000 tunnettua paikkatietojärjestelmää ja niiden yksityiskohdat, joita tarvitaan tiedon muuntamiseksi / uudelleenprojektioitavaksi (Postgis.net 2019. Loading data.)

Kun halutaan tietää paikkatiedon projektitunnisteen käyttämä EPSG -numero, voidaan edellisen kuvion 2 lauseen tuottama teksti kopioida (tai vaihtoehtoisesti ".prj" -tiedostossa oleva teksti kopioida) osoitteeseen <http://prj2epsg.org>, jolloin saadaan selville käytettävä EPSG -numero. Jokaisella karttaprojektiolla ei ole numeroa mutta yleisimmät löytyvät Prje2EPSG -tietokannasta (Postgis.net 2019. Loading data.)

5.2 Aineiston siirto Postgis shapefile import/export sovelluksella.

Ohjelmisto sijaitsee asennuspolussa ...\\Program Files\\PostgreSQL\\11\\bin\\postgis-gui\\shp2pgsql-gui.exe. Jos ohjelmisto ei käynnisty ja tulee ilmoitus libintl-9.dll komponentin puuttumisesta, tämä komponentti kannattaa kopioida ohjelmiston käynnistyskansioon. Komponentti löytyy ylemmältä tasolta bin-kansiosta. Postgis-gui kansioista on voinut tehdä itselle oivan työkalun kopioimalla kansion toisaalle omaksi paketikseen. Ohjelmiston pystyi käynnistämään myös siirretystä kansioista. Seuraavassa kuviossa 4 on havainnollistettu ohjelman toimintaan.

Import

- määritetty tietokantayhteys
- valittu haettu/ladattu .shp tiedosto tietokoneen kansioista
- valittu "options" painikkeella halutut asetukset
- Huomiona tähän on, että kantaan importoitavan taulun nimeä, skeemaa ja SRID numeroa voi muuttaa halutuksi "Import List" -osiossa
- import -painikkeella saatu tiedosto tauluksi määriteltyn tietokantaan

The screenshot shows the 'PostGIS Shapefile Import/Export Manager' window. A 'PostGIS Connection' dialog box is open, displaying the following fields: Username: postgres, Password: [masked], Server Host: localhost, and Database: test_postgisdb. The 'Import List' table is visible in the background, showing columns for Shapefile, Schema, Table, Geo Column, SRID, and Rm.

The screenshot shows the 'PostGIS Shapefile Import/Export Manager' window with the 'Import Options' dialog box open. The dialog box contains several checkboxes: 'DBF file character encoding' (checked), 'Preserve case of column names' (unchecked), 'Do not create 'bigint' columns' (unchecked), 'Create spatial index automatically after load' (checked), 'Load only attribute (dbf) data' (unchecked), 'Load data using COPY rather than INSERT' (checked), 'Load into GEOGRAPHY column' (unchecked), and 'Generate simple geometries instead of MULTI geometries' (unchecked). The 'Log Window' at the bottom shows the connection details and a successful connection message.

The screenshot shows the 'PostGIS Shapefile Import/Export Manager' window with the 'Import List' table. The table has columns: Shapefile, Schema, Table, Geo Column, SRID, Mode, and Rm. The first row shows: C:\pgtaulu_import\SuomenKuntajako_2019_10k.shp, public, suomenkuntajako_2019_10k, geom, 0, Create, and [checkbox]. The 'Log Window' at the bottom shows the connection details and a successful connection message.

Export

- "Options" -painikkeella valittu halutut asetukset
- "Add Table" -painikkeella valittu haluttu taulu"
- "Export" -painikkeella valittu haluttu kansio ja toiminta käynnistyi hakemiston valitsemisen jälkeen "Open" -painikkeella. Kansioon syntyi ".dbf", ".shp", ".shx", ".cpg" -tiedostot

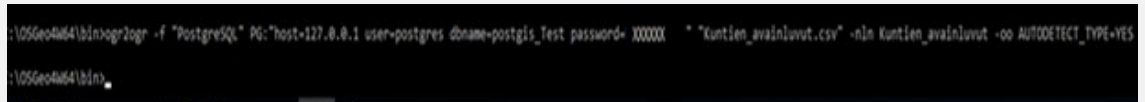
The screenshot shows the 'PostGIS Shapefile Import/Export Manager' window with the 'Export Options' dialog box open. The dialog box contains several checkboxes: 'Include gid column in the exported table' (checked), 'Preserve case of column names' (checked), and 'Escape column names' (checked). The 'Log Window' at the bottom shows the connection details and a successful connection message.

Kuvio 4. Postgis shapefile import/Export

5.3 CSV Datan vienti GDAL-OGR kirjastolla.

QGIS-asennuksen mukana tullutta GDAL-OGR-kirjastoa hyödyntämällä on voitu ajaa muun muassa csv tiedostoja kantaan tauluiksi. Kuten aikaisemmin tässä työssä on mainittu, csv tiedosto pitää olla puolipisteellä eroteltu ja konvertoitu UTF-8 muotoon. QGIS-asennuksen jälkeen tämä löytyi C:\OSGeo4W64\bin -kansiosta. Kyseinen kirjasto pystyi muuntamaan myös muitakin -tiedostomuotoja. Tarkempaa tietoa vaatimuksista sai etsimällä kirjastoa hakukoneella. Ajamalla `ogr2ogr --long-usage` komentokehotteesta sai myös tietoa annettavista parametreista. Seuraavassa kuviossa 5 on esimerkkilause csv -tiedoston ajamisesta.

```
ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=127.0.0.1 user=postgres dbname=postgis_Test password=xxxx" "Kuntien_avainluvut.csv" -nln Kuntien_avainluvut -oo AUTODETECT_TYPE=YES
```



Kuvio 5. GDAL-OGR kirjastolla csv -tiedoston ajo kantaan.

- **-f PostgreSQL** "" käytettävä tietokantayhteys
- **"Kuntien_avainluvut.csv"** suoritettavan csv -tiedoston nimi
- **-oo AUTODETECT_TYPE=YES** (Kaikkiin shape- tiedostoihin ei sovi tämä vaihtoehto)
- **-nln** parametrilla voit antaa taululle nimen.

Monen Shapefilen ajo org2org ohjelmistolla käyttäen FOR silmukkaa.

Seuraavassa kuviossa 6 on hyödynnetty FOR -silmukkaa komentokehotteessa. FOR -silmukalla on mahdollista ajaa komennossa nimetty DR_LINKKI_K.shp -tiedosto kaikista alikansioita missä niitä esiintyi. Komentokehotteesta antamalla komennon FOR /? saa tietoa enemmän käytettävistä parametreista.

```
FOR /R %f IN (DR_LINKKI_K.shp) DO ogr2ogr -update -append -a_srs EPSG:3067 -nlt MULTILINESTRING -lco GEOMETRY_NAME=geom -lco FID=id -lco SCHEMA=public -f PostgreSQL "PG:host=localhost port=5432 user=postgres dbname=postgis_Test password=xxxx" -ln public.road %f
```

Kuvio 6. For silmukka

Parametriselitystä FOR-silmukkaan

- **/R** -tarkoittaa ajoa kaikista alikansioita.
- **%f** määrittää for silmukan sisällä suoritettavan sisällön
- **-update** päivittää ja **-append** lisää perään.
- **-a_srs EPSG:3067** on käytettävä SRID
- **-nlt MULTILINESTRING** määrittää tietokantatauluun luotavan geometriakentän tyyppiä moniosaiset viivat (tämä määrittäminen .shp tiedoston sisällön mukaan)
- **-lco GEOMETRY_NAME=geom** käytettävän geometria kentän nimi
- **-lco FID=id** yksilöivän kentän nimi
- **lco SCHEMA=PUBLIC** käytettävä skeema
- **-f PostgreSQL ""** käytettävä tietokantayhteys
- **public.road** tietokannan taulun nimi

5.4 Paikkatietofunktioiden perusteita

Jos verrataan paikkatietokantaa ja tavallista tietokantaa, niiden merkittävimmät erot ovat siinä että, tavallinen tietokanta tarjoaa toimintoja, kuten matematiikan tekeminen numeroista ja tietojen poimiminen päivämääristä, sekä ketjuttaminen merkkijonoiksi ja hash-operaatioiden suorittaminen merkkijonoissa. Sen sijaan paikkatietokanta tarjoaa näiden lisäksi toimintoja geometrinen komponenttien

analysoimiseksi, alueellisten suhteiden määrittämiseksi ja geometrioiden käsittelemiseksi. PostgreSQL, kuten muutkin tietokantaohjelmistot, sisältää funktioita enemmän kuin pelkät Postgis-funktiot. Vartenotettavia käytettäviä funktioita kannattaa siis etsiä koko tietokantaohjelmiston alueelta, eikä pelkästään PostGIS-funktioihin rajaten. Funktio on tavallaan SQL lausesarja, joita voidaan rakentaa tarpeiden ja ongelmien prosessoimiseksi myös tietokantaan itse. Tässä kohdassa on hyvä muistaa että funktioita syntyy tekijöiden ja niiden julkaisujen mukaan. Yleensä lisäosien ja niiden päivitysten yhteydessä (Postgis.net 2019. Introduction.)

Paikkatiedon funktiot voidaan jakaa seuraavasti (Postgis.net 2019. Introduction):

- Funktiot, jotka konvertoivat geometrian ja ulkoisten tietomuotojen välillä (Conversion)
- Funktiot, jotka hallitsevat spatiaalisten taulujen ja Postgis tietokannan hallinnan tietoa (Management)
- Funktiot, jotka hakevat geometrian ominaisuuksia ja mittauksia (Retrieval)
- Funktiot, joissa vertailu tapahtuu kahden geometrian alueellista suhdetta vertailemalla (Comparison)
- Funktiot, jotka generoivat uusia geometrioita toisista. (Generation)

Paikkatiedon funktioita on olemassa suuri lista, yhteiset funktiot ovat määritelty OGC:n (Open Geospatial Consortium) toimesta SFSQL:ssä (Simple Features for SQL). Tämä käsittää niin sanotusti "spesifikaation" OGC:lta, jossa määritellään tyyppejä ja funktioita ja ne muodostavat standardin (Postgis.net 2019. Introduction).

Postgis tarjoaa SQL (SFSQL) -määrittelyn mukaisesti kaksi taulukkoa, joiden avulla voidaan joissakin tietokannoissa seurata ja raportoida käytettävissä olevia geometriatyyppejä (Postgis.net 2019. Geometries.)

Ensimmäinen taulukko, spatial_ref_sys,

- määrittelee tietokannan tuntemat paikkatietojärjestelmät

(Postgis.net 2019. Geometries.)

Toinen taulukko/tietokannan näkymä, geometry_columns

- tarjoaa luettelon ”ominaisuuksista” ja näiden ominaisuuksien perustiedot.

(Postgis.net 2019. Geometries.)

Seuraavassa kuviossa 7 havainnollistetaan näiden esiintyminen paikkatietokannassa.



Kuvio 7. PostgreSQL, Postgis tietokantaan sisältävät taulukot.

Ja seuraavassa kuviossa 8 on kuvattu spatial_ref_sys -taulukon ja geometry_columns -näkömän yhteys tietokantaan luotuihin taulukoihin sekä taulukkosarakkeiden merkitys tässä yhteydessä.

- kuvasta on voitu havaita geometry_columns taulukon yhteys luotua feature table, sekä spatial_ref_sys taulukko/näkymään
- Eli geometry_columns.f_table_name=feature table.table name
- ja geometry_columns.srid=spatial_ref_sys.srid

- f_table_catalog, f_table_schema ja f_table_name näyttivät geometrian sisältävän taulukon täydellisen nimen.
- f_geometry_column on sen sarakkeen nimi, jonka geometria sisältää sarakkeen - ominaisuustaulukoissa, joissa on useita geometriasarakkeita, jokaisella on yksi tietue.
- Coord_dimension ja Srid määrittävät geometrian mitat (2, 3 tai 4-ulotteinen) ja Spatial Reference -järjestelmän tunnisteen, joka viittaa vastaavasti spatial_ref_sys-taulukkoon.
- Tyypisarake määritteli geometrian tyyppin alla kuvatulla tavalla.
- Kyselyllä tästä taulukosta/näkymästä GIS-clientit ja kirjastot voivat määrittää, mitä tietoja noudettaessa voivat suorittaa tarvittavat projektiot, prosessoinnit tai renderoinnit tarvitsematta tarkastaa kutakin geometriaa erikseen.

f_table_catalog	f_table_schema	f_table_name	f_geometry_column
test_postgisdb	tiger	county	the_geom
test_postgisdb	tiger	state	the_geom
test_postgisdb	tiger	place	the_geom
test_postgisdb	tiger	cousub	the_geom
test_postgisdb	tiger	edges	the_geom
test_postgisdb	tiger	addrfeat	the_geom
test_postgisdb	tiger	faces	the_geom
test_postgisdb	tiger	zcta5	the_geom

Kuvio 8. Postgis spatial_ref_sys ja geometry_columns ja niiden.

Kuten aikaisemmassa on todettu alkuperäinen OGC:n (SFSQL) PostGIS-kehityksen ohjausstandardi, määrittelee, miten esitetään todellisen maailman esine. Ottamalla jatkuva muoto ja digitalisoimalla se kiinteällä resoluutiolla, saavutetaan objektin hyväksyttävän esityksen. SFSQL käsitteli vain kaksiuotteisia esityksiä. PostGIS on laajentanut sen sisältämään 3- ja 4-ulotteiset esitykset (Postgis.net 2019. Geometries.)

5.5 Yleisimmin käytetyt funktiot

Seuraavassa listatut funktiot sisältävät sekoituksen eri geometriatyyppejä. Liitteessä 5 löytyy esimerkit näistä (Postgis.net 2019. Geometries.)

sum (*lauseke*) aggregaatti, jolla palautetaan summa tietuejoukolla (Postgis.net 2019. Geometries.)

count (*lauseke*) aggregaatti palauttaa tietuejoukon koon (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_GeometryType(geometry) palauttaa geometrian tyyppin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_NDims(geometry) palauttaa geometrian mittojen lukumäärän (Postgis.net 2019. Geometries)

ST_SRID(geometry) palauttaa geometrian paikkatunnusnumeron (Postgis.net 2019. Geometries.)

Pisteet

Avaruuspiste tulkitaan yhtenä kohta maapallolla ja tämä sisältää yhden koordinaatin (joko 2-, 3- tai 4-ulotteisena). Pistettä käytetään esittämiseen, kun yksityiskohdat, kuten muoto ja koko, eivät ole tärkeitä tavoiteskaalassa. Esimerkiksi suuria alueita, kuten kaupunkeja maailmankartalla, voidaan kuvata pisteinä. Yhden valtion kartta puolestaan edustaa kaupunkeja monikulmiona.

ST_AsText(geometry) palauttaa WKT- (*tunnettu*)tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_X(Point) palauttaa X-koordinaatin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_Y(Point) palauttaa Y-koordinaatin (Postgis.net 2019. Geometries.)

Linjat

Linja on paikkojen välinen polku. Se on kahden tai useamman pisteen sarja. Viivoina esitetään esimerkiksi tiet ja joet. Linjalanka on niin sanotusti suljettu, jos

alku ja loppu on samassa pisteessä. Se on yksinkertainen, jos se ei ylitä tai kosketa itseään (paitsi jos päättyessään yhdistyy ja on näin ollen suljettu). Linjaura on joko suljettu tai yksinkertainen (Postgis.net 2019. Geometries.)

New Yorkin katuverkko (`nyc_streets`) on ladattu `test_postgisdb` -tietokantaan. Tämä taulukko sisältää nimi- ja tyyppitiedot. Yksi todellisen maailman katu koostuu useista linjoista, jotka kukin edustaa erilaiset ominaisuudet omaavaa tietosuutta (Postgis.net 2019. Geometries.)

Seuraavat funktiot toimivat linjojen kanssa.

ST_Length(geometry) palauttaa lineaarisen pituuden (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_StartPoint(geometry) palauttaa ensimmäisen koordinaatin pisteenä (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_EndPoint(geometry) palauttaa viimeisen koordinaatin pisteenä (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_NPoints(geometry) palauttaa koordinaattien lukumäärän viivalinjassa (Postgis.net 2019. Geometries.)

Monikulmiot

Monikulmio käsittää tietyn alueen esityksen. Monikulmion ulkoreuna on rengasmainen. Tämä rengas on niin sanotusti linjalanka, joka on, kuten aikaisemmassa linjojen kohdalla, joko suljettu että yksinkertainen. Monikulmion reiät ovat myös rengasmaiset (Postgis.net 2019. Geometries.)

Monikulmioina esitetään muodoltaan ja kooltaan tärkeitä esineitä. Esimerkiksi kaupunkien rajat, puistot, rakennusjalanjäljet tai vesimuodostumat esitetään yleensä monikulmioina. Mittakaava on oltava tällöin riittävän korkea alueiden näkemiseksi. Myös tiet ja joet voidaan joskus esittää monikulmioina (Postgis.net 2019. Geometries.)

Monikulmio voi sisältää myös reikiä. GIS-järjestelmät ovat suhteellisen ainutlaatuisia salliessaan monikulmioissa olevia aukkoja, suurimmassa osassa grafiikka-järjestelmiä on "monikulmio" vain käsitteenä (Postgis.net 2019. Geometries.)

Seuraavat funktiot toimivat monikulmioiden kanssa

ST_Area(geometry) palauttaa monikulmioiden alueen (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_NRings(geometry) palauttaa renkaiden määrän (yleensä 1, enemmän, jos aukkoja on) (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_ExteriorRing(Polygon) palauttaa ulkorenkkaan linjana (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_InteriorRingN(Polygon,n) palauttaa määritellyn sisärenkaan linjana (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_Perimeter(geometry) palauttaa kaikkien renkaiden pituuden (Postgis.net 2019. Geometries.)

Kokoelmat

Kokoelmat voidaan jakaa neljään ryhmään

- ***MultiPoint***, kokoelma pisteitä (Postgis.net 2019. Geometries.)
- ***MultiLineString***, kokoelma linjoja (Postgis.net 2019. Geometries.)
- ***MultiPolygon***, monikulmioiden kokoelma (Postgis.net 2019. Geometries.)
- ***GeometryCollection***, minkä tahansa geometrian heterogeeninen kokoelma (mukaan lukien muut kokoelmat) (Postgis.net 2019. Geometries.)

Kokoelmat näkyvät käsitteenä GIS-ohjelmissa enemmän kuin geneerisissä grafiikkaohjelmissa. Ne ovat hyödyllisiä mallintamaan suoraan alueellisiksi kohteiksi todellisen maailman esineitä. Esimerkiksi kuinka mallintaa kiinteistöä, joka on jaettu useampaan osaan.

ST_NumGeometries(geometry) palauttaa kokoelmassa olevien osien määrän (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_GeometryN(geometry,n) palauttaa määritetyn osan kokoelmasta (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_Area(geometry) palauttaa monikulmioiden alueen (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_Length(geometry) palauttaa lineaarisen pituuden (Postgis.net 2019. Geometries.)

5.6 Geometrioiden vienti ja tuonti funktioilla

Tietokannan sisällä geometriatiedot tallennetaan levyille vain PostGIS-laajennoksen käyttämässä muodossa. Jotta ulkoiset ohjelmat voivat hyödyntää geometrioita, ne muunnetaan sovellusten ymmärtämään muotoon. PostGIS tukee säteileviä ja kuluttavia geometrioita useissa muodoissa ja tämä mahdollistaa muunnokset (Postgis.net 2019. Geometries.)

Tunnettu teksti (WKT, Well-known text)

ST_GeomFromText(text,srid) palauttaa geometrian (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsText(geometry) palauttaa tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsEWKT(geometry) palauttaa tunnetun tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

Tunnettu binaari (WKB, Well-known binary)

ST_GeomFromWKB(Bytea) palauttaa geometrian (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsBinary(geometry) palauttaa WKB -tavun (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsEWKB(geometry) palauttaa EWKB -tavun (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_GeomFromGML(text) palauttaa geometrian (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsGML(geometry) palauttaa GML-tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_GeomFromKML (*text*) palauttaa geometrian (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsKML(geometry) palauttaa KML-tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsGeoJSON(geometry) palauttaa JSON-tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_AsSVG(geometry) palauttaa SVG-tekstin (Postgis.net 2019. Geometries.)

Yleisimmin näitä käytetään, kun muunnetaan geometrian tekstiesitys sisäiseksi esitykseksi. Geometrian esityksen sisältävän tekstiparametrin lisäksi on myös olemassa numeerinen parametri, joka tarjoaa geometrian SRID:n (Postgis.net 2019. Geometries.)

WKB on valittu muoto esimerkiksi, kun datan katseleminen GIS- sovelluksessa, tiedon siirtäminen verkkopalveluun tai tietojen käsittely etäkäyttöön tulee kyseen. WKT ja WKB määritellään SFSQL-määritelmässä, joten ne eivät käsittele 3- tai 4-ulotteisia geometrioita. PostGIS-laajennos on määritellyt näihin laajennetun tunnetun tekstin (EWKT) ja laajennetun tunnetun binaarimuodon (EWKB). Näillä on mahdollisuus käyttää ulottuvuuden kanssa samat WKT:n ja WKB:n muotoiluominaisuudet (Postgis.net 2019. Geometries.)

Ulospäin **ST_AsText**-toiminto on konservatiivinen, ja se lähettää vain ISO-standardin mukaista tunnettua tekstiä (Postgis.net 2019. Geometries.)

ST_GeometryFromText-toiminnon lisäksi on monia muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla. Liitteessä 5 on enemmän kerrottu näistä esimerkkejä (Postgis.net 2019. Geometries.)

PostGIS- laajennos käyttää lisäksi neljää muotoa, eli WKT, WKB, GML ja KML. Useimmiten käytetään WKT- tai WKB-geometrian luontitoimintoja eri sovelluksissa (Postgis.net 2019. Geometries.)

Edellä esitetyt WKT-merkkijonot ovat olleet tyyppiä "teksti", josta PostGIS- funktioita hyödyntämällä merkkijonot on muunnettu tyyppiä "geometria". Esimerkiksi

ST_GeomFromText (). PostgreSQL sisältää lyhyen muodon syntaksin (old-dat::newtype), jonka avulla tiedot voidaan muuntaa yhdestä tietotyypistä toiseen. Usein käytetään casting-merkintää työskennellessä WKT:n kanssa, sekä geometrian ja maantieteen sarakkeita (Postgis.net 2019. Geometries.)

Huomiona funktion käytöstä geometrioiden luomiseen: Jos SRID:tä ei määritetä, saadaan geometria, jolla on tuntematon SRID. SRID:n voi määrittää käyttämällä "laajennettua" tunnettua tekstimuotoa, joka sisältää SRID-lohkon edessä (Postgis.net 2019. Geometries).

Edellä läpikäytyt funktiot toimivat vain yksi geometria kerrallaan. Paikkatietokannat kykenevät myös vertaamaan tietoja. Jos esimerkiksi halutaan tietää, mikä on kartalla jonkin kohteen lähellä tai missä kohta kohdetta leikkaavat pisteen. OGC (SFSQL) -standardi määrittelee nämä menetelmät geometrioiden vertaamiseksi. Seuraavassa on esitelty vertailuun sopivia Funktioita (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Equals(geometry A, geometry B) testaa kahden geometrian alueellisen tasa-arvon (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

Funktiot **ST_Intersects**, **ST_Crosses** ja **ST_Overlaps** testaavat ovatko geometrioiden sisus leikkaava (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Intersects(geometry A, geometry B) palauttaa t (TRUE), jos molemmilla muotoilla on yhteistä tilaa, ts. jos niiden rajat tai sisätilat leikkaavat (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Disjoint(geometry A, geometry B) palauttaa arvon true, jos geometriat eivät ole "alueellisesti leikkaavat" (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Intersectsin vastakohta on ST_Disjoint (geometria A, geometria B). Jos kaksi geometriaa on erillään, ne eivät leikkaudu, ja päinvastoin. Itse asiassa on usein tehokkaampaa testata "ei leikkaa" kuin testata "hajoamista", koska leikkauskokeet voidaan indeksoida paikallisesti (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Crosses(geometry A, geometry B) palauttaa true, jos geometria A ylittää geometrian B (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Overlaps(geometry A, geometry B) palauttaa true, jos niiden leikkausjoukon tuloksena on geometria, joka eroaa molemmista, mutta on sama ulottuvuus (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Touches (geometria A, geometria B) palauttaa true, jos geometrian A raja koskettaa geometriaa B (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Within ja ST_Contains testaavat onko yksi geometria täysin toisen sisällä.

ST_Within(geometry A, geometry B) palauttaa true, jos geometria A on geometrian B sisällä (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Contains(geometry A, geometry B) palauttaa true, jos geometria A sisältää geometrian B (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Distance and ST_DWithin

Äärimmäisen yleinen GIS-kysymys on ”löytää kaikki tavarat X: n etäisyydellä X:stä”. **ST_Distance (geometria A, geometria B)** laskee lyhyimmän etäisyyden kahden geometrian välillä ja palauttaa sen kelluvana. Tämä on hyödyllistä, kun ilmoitetaan objektien välinen etäisyys toisistaan (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_Distance(geometry A, geometry B) palauttaa pienimmän etäisyyden geometrian A ja geometrian B välillä (Postgis.net 2019. Spatial Relationships.)

ST_DWithin (geometry A, geometry B), säde) palauttaa true, jos geometria A on säde-etäisyys tai vähemmän geometriasta B (Postgis.net 2019. Spatial Relationships)

ST_DWithin -toiminto tarjoaa indeksoidun tosi / väärän testin, jotta voidaan testata, ovatko kaksi objektia etäisyydellä toisistaan. Tämä on hyödyllinen kysymyksissä, kuten ”kuinka monta puuta on 500 metrin puskurissa tien päästä?”. Sinun ei tarvitse laskea todellista puskuria, sinun on vain testattava etäisyysuhde (Postgis.net 2019. Spatial Relationships).

5.7 Taulukoiden väliset liitokset paikkatietokannassa

Taulujen välisiä ja sisällöllisiä liitoksia kutsutaan "join" nimellä ja ne ovat yksi tärkeä osa paikkatietokantaa. Liitokset voivat siis olla samaan taulukkoon tai ulkopuoliseen taulukkoon kohdistuvia. Näiden avulla voidaan yhdistää eri taulukoiden tietoja käyttämällä yhdistäviä suhteita taulujen ja sisältöjen liittymisavaimena. Suurimmat osat eri analyyseistä on rakennettu liitoksia käyttämällä eri taulujen välillä (Postgis.net 2019. Joins.)

INNER- ja OUTER-liitostyypeille on määritettävä liittymisehdot, joko NATURAL, ON join_condition tai USING (join_column [, ...]). Join lause sisältää kaksi "from" lausetta. Sulkuja käytetään tarvittaessa määrittäessä suoritusjärjestystä. Jos sulkuja ei ole, järjestys on vasemmalta oikealle. Joka tapauksessa JOIN-liitos sijoittaa tiiviimmin kuin "FROM" jälkeisiä tauluja erottelevat pilkut. Oletuksena käytetään INNER JOIN -liitosta, mutta on olemassa neljä liitostyyppiä (Postgis.net 2019. Joins.)

➤ CROSS JOIN, [INNER] JOIN

- CROSS JOIN ja INNER JOIN tuottavat saman tuloksen kuin saat listaamalla kaksi taulukkoa FROM-ylimmälle tasolle, mutta liittymisedellytys (jos sellainen on) rajoittaa. CROSS JOIN -käyttöjärjestelmässä mikään näistä lauseista ei voi tulla näkyviin. CROSS JOIN vastaa sisäistä liittymistä (tosi), ts. mitään rivejä ei poisteta pätevyyden perusteella. Nämä liittymistyytit ovat vain merkityksellisiä mukavuuksia, koska ne eivät tee mitään, mitä ei voisi tehdä tavallisella FROM- ja WHERE-liitoksella (Postgis.net 2019. Joins.)

➤ LEFT [OUTER] JOIN

- LEFT OUTER JOIN palauttaa kaikki hyväksytyt yhdistelmärivit, jotka läpäisevät liittymisvaatimuksensa ja lisäksi yksi kopio jokaisesta vasemmanpuoleisen taulukon rivistä, jolle ei ollut oikeanpuoleista riviä, joka ylittäisi liittymisehdot. Tämä vasen rivi

laajennetaan liitetyn taulukon koko leveyteen lisäämällä null-arvot (tyhjä) oikeanpuoleisille sarakkeille. Tässä muistettava, että vain JOIN-lauseen omaa ehtoa otetaan huomioon päätettäessä, mitkä rivit vastaavat toisiaan. Ulkopuoliset riippuvuudet otetaan käyttöön jälkikäteen (Postgis.net 2019. Joins.)

➤ RIGHT [OUTER] JOIN

- Käänteisesti, RIGHT OUTER JOIN palauttaa kaikki liitetyt rivit plus yhden rivin jokaiselle sopimatonta oikeanpuoleista riviä (pidennetty null-arvot vasemmalla). Lause voidaan muuttaa vaihtamalla LEFT ja RIGHT riippuen siis kummalta puolelta liitos halutaan (Postgis.net 2019. Joins.)

➤ FULL [OUTER] JOIN

- FULL OUTER JOIN palauttaa kaikki liitetyt rivit, plus yhden rivin jokaisesta vastaamattomasta vasemmasta rivistä (jatkettu null-arvoilla oikealla), plus yhden rivin jokaisesta sovittamatta oikeasta rivistä (jatkettu null -arvoilla vasemmalla) (Postgis.net 2019. Joins).

Kuviossa 9 esimerkki join lauseesta

```
SELECT seq, id1 AS node, id2 AS edge, cost, geom FROM pgr_dijkstra ('SELECT id, source, target, lenght :: float8 AS cost FROM public.kanta_hame WHERE toiminn_ik NOT BETWEEN 6 AND 8', 25371, 55350, false, false) AS solmut JOIN public.kanta_hame verkko ON solmut.id2 = verkko.id ;
```

Kuvio 9. SQL -lause jossa käytetty join -liitosta

5.8 Indeksointi

Indeksoinnin teoriaosuudessa on kerrottu PostgreSQL-relaatiotietokannan indekseistä ja niiden merkityksestä tietokannoissa. Indeksit ovat tietokannan toimintaa merkittävästi parantava asia, sillä siinä merkityksessä ne toimivat hyvänä tukena kyselyiden datakäsittelyssä. Etenkin suurien tietomäärien hakuvasteaika

optimoidessa, kyselyt vaikuttavat suoraan ohjelmistojen toimintaan. Kuitenkaan liika tietokannan yhden taulukon indeksointi ei ole hyvästä. Samaan taulukkoon voidaan tehdä erilaisia kyselyjä, niin taulun sisältöön, kuin ominaisuuksiin nähdessä. Toiset indeksit voivat hidastaa toisten indeksien toimintaa, riippuen kyselyyn valittavien kenttien määrästä ja taulun datasisällöstä. Indeksien sisältämällä kentillä ja niiden määrällä on tällöin suuri merkitys. Indeksointia ei kannata tehdä sarakkeeseen, johon ei kohdistu tietävästi where -lauseen ehtoa tai ei ole join -yhdistetty toiseen tauluun. Huomioitavaa on myös, että indeksit hidastavat indeksoitujen kenttien päivitystä ja vievät kannasta myös tilaa. Indeksia voidaan ajatella esimerkiksi toisena taulukkona, jossa on kirjanmerkit ensimmäiseen, samanlainen kuin kirjan hakemisto (Boston Gis 2019. What is Postgis.)

Edellä esitetyn perusteella on usein vaikeaa saada hyvä optimaalinen tasapaino kenttien indeksoinneissa, varsinkin jos käytettävä taulu sisältää leveyttä lukuisien sarakkeiden muodossa ja useampiin kenttiin kohdistuu suuri joukko erilaisia kyselyitä. On olemassa muutama yleinen sääntö, jotka auttavat indeksoinnissa pitkällä tähtäimellä (Boston Gis 2019. What is Postgis).

- Ei pidä koskaan laittaa indeksejä kenttiin, joita ei käytetä osana kyselyn tai toiseen tauluun liittymisen ehtona.
- Kannattaa olla varovainen sijoitettaessa indeksejä useasti päivitetyille kentille. Esimerkiksi, jos on kenttä, jota päivitetään usein ja jota käytetään usein päivitykseen, on tehtävä vertailutestejä (ns. hakutestejä) varmistaakseen, että Indexi ei aiheuta päivitystilanteissa enemmän vahinkoa. Jos tietuutta päivitetään yhdellä kertaa, ja vaikutus yhdelle kentälle on pieni, se on turvallista laittaa Indeksiksi.
- Indeksijoukkojen latauksille, esimerkiksi, jos ladataan taulukkoa eri muodossa, on parasta asettaa indexi datan latautumisen jälkeiseen kohtaan, koska jos Indexi on paikallaan, järjestelmä luo indexiä datan lataamisen aikana ja tämä voi hidastaa tiedon latautumisaikaa merkittävästi.
- Jos tiedetään, että jokin kenttä on taulukossa ainutlaatuinen (ns. uniikki) ja siten yksilöivä, on parasta käyttää kyseistä kenttää indeksinä.

Yksilöivä tieto indeksinä rajaa hakua parhaiten ja ohjelmien koodissa voidaan sillä rajata jo, että muita indeksejä ei tarvitse käyttää. Samoin kaksoisarvojen lisäys, eli ns. ”duplikaatit”, voidaan näin estää.

- Paikkatietoindeksejä varten käytetään ”Gist” indeksiä. Sisältö tallentaa periaatteessa geometrian rajaavan ns. laatikon, indeksinä. Suurille monimutkaisille geometrioille, tämä ei valitettavasti ole niinkään hyödyllistä.

Seuraavassa kuviossa 10 on esimerkit indeksoinnista kyselyikkunassa

```
CREATE INDEX idx_suomenkuntajako_2019_10k
ON suomenkuntajako_2019_10k
USING gist(geom);
```

```
CREATE INDEX idx_Kunta_suomenkunt-
jako_2019_10k
ON suomenkuntajako_2019_10k
USING btree(namefin);
```

The screenshot shows the PostgreSQL Admin interface. The left sidebar displays the database structure, including the 'public' schema and the 'suomenkuntajako_2019_10k' table. The main window shows the SQL Editor with the following queries:

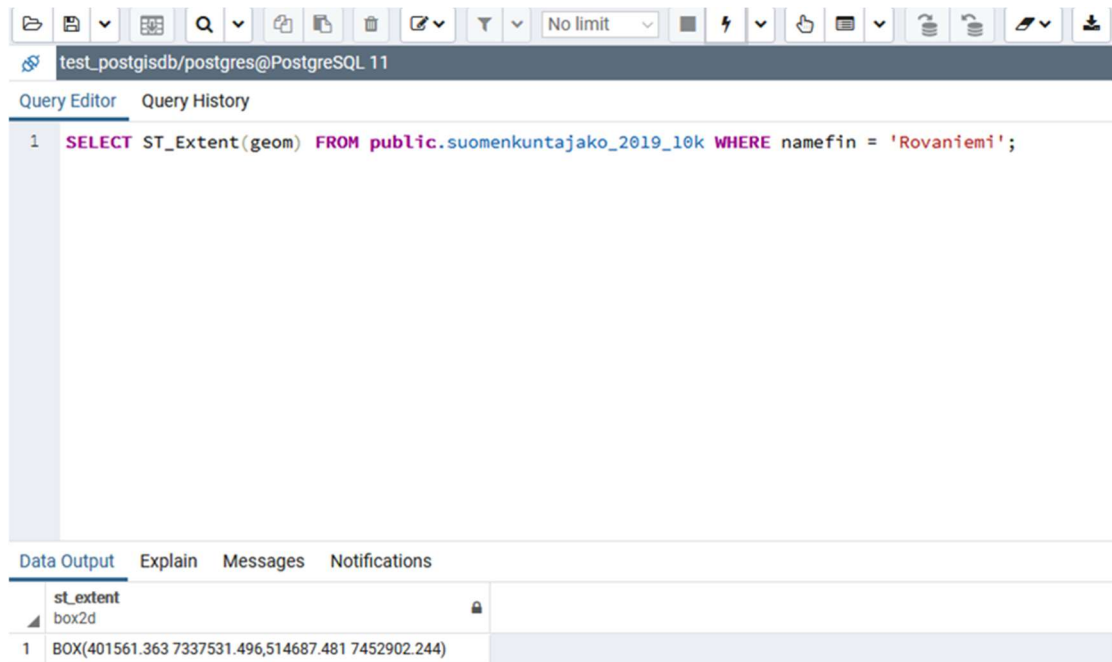
```
1 select * from public.suomenkuntajako_2019_10k;
2
3 CREATE INDEX idx_suomenkuntajako_2019_10k
4 ON suomenkuntajako_2019_10k
5 USING gist(geom);
6
7
8 CREATE INDEX idx_Kunta_suomenkuntajako_2019_10k
9 ON suomenkuntajako_2019_10k
10 USING btree(namefin);
```

Below the SQL Editor, the Data Output tab is active, displaying the following table:

gid	gml_id	natcode	namefin	name swe	geom
[PK] integer	double precision	character varying (20)	character varying (60)	character varying (20)	geometry
1	1	27699488	935	Virolahti	01060000206A690...
2	2	27699644	109	Hämeenlinna	01060000206A690...
3	3	27700762	143	Ikaalinen	01060000206A690...
4	4	27703369	261	Kittilä	01060000206A690...
5	5	27701978	290	Kulho	01060000206A690...
6	6	27707674	976	Ylitornio	01060000206A690...
7	7	27698722	098	Hollola	01060000206A690...
8	8	27704245	272	Kälviä	01060000206A690...
9	9	27700406	287	Kristinankaupunki	01060000206A690...

Kuvio 10. Esimerkit indeksoinnista.

Seuraavassa kuviossa 11 kuvataan esimerkki indeksoidun sarakkeen hausta kyselyikkunassa. Taulukossa haetaan indeksoitua "geom" saraketta spatiaalisella **ST_Extent** -funktioilla. Esimerkissä käytetyt Funktio on kuvattu myöhemmin omassa kohdassaan.



Kuvio 11. Esimerkki indeksoidun tiedon hakemisesta

Eri indeksityypit

PostgreSQL sisältää useita indeksityyppejä: B-tree, Hash, GIN, BRIN, GiST ja SP-GiST. Jokainen indeksityyppi käyttää erilaista tallennusrakennetta ja algoritmia toimiakseen erityyppisistä kyselyistä parhaalla mahdollisella tavalla. Kun indeksi luodaan määrittelemättä indeksityyppiä, PostgreSQL käyttää oletuksena B-tree -hakemistotyyppiä, koska se toimii parhaiten useimmissa kyselyissä. Indekseihin kannattaa tutustua, jotta haut suurissa massoissa onnistuvat nopeammin (Postgresqtutorial 2019. Postgresql index-types).

6 POSTGIS-HARJOITUS PAIKKATIETOAINIESTOA HYÖDYNTÄEN

6.1 Harjoituksen läpikäynti

Tässä osiossa on kerrottu oppilasympäristössä toteutettavan harjoituksen sisältö. Harjoituksessa toteutetaan visuaalinen esitys tiekartta-aineistolla ja QGIS-ohjelmistolla. Visuaalinen esitys kattaa karttanäkymän lyhimmän reitin etsimiseksi kartalta tien solmu- pisteestä a pisteeseen b.

Harjoituksessa käytetään tehtävän nopeuttamisen vuoksi Portable GIS -ohjelmistopakettia, jota pystyy käyttämään levynkulmalta tai USB -tikulta. Portable GIS sisältää Apache -web palvelimen, PostgreSQL-tietokantaohjelmiston ja pgAdmin-hallintatyökalun, sekä QGIS-ohjelmiston ja GDAL/OGR-kirjaston (aineiston sisään lukemiseksi). Lisänä myös Firefox-selain, notepad ++ ja foxit reader pdf-tiedostojen avaamiseen. Portable GIS-latauksen mukana tulee ohjetiedosto, johon kannattaa tutustua ennen käyttöä. Ohjelmiston lataus onnistuu lähteen linkistä ja etsimällä hakusanalla Portable GIS (Portablegis 2019. about).

Harjoitus hyödyntää QGIS pgRouting-laajennusosaa, sekä postgis-tietokantalajennosta, sekä muutamaa funktiota. Harjoitus ei sisällä kaikkia työssä edellä käsitellyjä funktioita, vaan perustuu tarpeeseen toteuttaa harjoituksessa esitetyn tehtävään tarvittavat asiat. Tehtävän tekemiseen ei SQL-tuntemusta vaadita, mutta aineiston käsittely vaatii SQL-lauseiden ja -funktioiden ajamista tietokantaan. Oppimismielessä käytettäviin SQL-rakenteisiin suositellaan tutustumaan erikseen löytyvistä opetusmateriaaleista. Näihin löytyy muutama hyvä linkki harjoitusten ohessa.

Harjoitukseen suorittamiseen tarvitaan ladattu Väylä Digiroad-aineisto (Väylä.fi/aineistot). Tietokantaan lataamisen nopeuttamiseksi aineistosta kannattaa valita vain yhden läänin osuus. Harjoitusesimerkissä on käytetty alueena Kanta-Hämeen lääniä. Digiroad-aineisto sisältää paljon sellaista sisältöä mitä ei tässä harjoituksessa hyödynnetä. Digiroad-aineistoon sisältöön kannattaa tutustua Väylä.fi-sivuston Digiroad-dokumentoinnin mukaan. Dokumentti sisältää tär-

keää tietoa, esimerkiksi tien käyttötarkoitus, jota vertaillaan tehtävässä harjoituksessa lyhimmän matkan etsimiseksi kartalta. Lisäaineistona harjoitukseen ladataan Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta saatava kuntajakoaineisto. Portable Gis sisältää (QGis) tarvittavat pohjakartat valmiiksi valittavana. Näitä viimeisempiä aineistoja käytetään visuaalisen esityksen havainnoimiseksi kartalla.

Harjoitus sisältää seuraavat vaiheet:

1. Portable GIS käyttöönotto (Kappale 5.1).
2. Tietokannan perustaminen ja laajennosten käyttöönotto (Kappale 5.2)
3. Aineistojen lataus, Vayla.fi Digiroad (Kappale 5.3)
4. Aineistotaulujen luominen avoimesta datasta (Kappale 5.4)
5. Aineistotaulujen muokkaus ja valmistaminen visualisointiin (Kappale 5.5)
6. Qgis visualisointi (Kappale 5.6)

6.2 Portable GIS -käyttöönotto

PortableGis-ohjelmistopaketeista voi valita zip pakatun ja asennettavan asennuspaketin. Esimerkeissä on purettu zip - c: -levylle, mutta ulkoinen levy on hyvä vaihtoehto. Mikäli ohjelmiston käytössä on ongelmia, kannattaa ensin tarkastaa, että seuraavat kansiot löytyvät usbgis\data\PGDATA -kansion alta. **-pg_commit_ts, -pg_dynshmem, -pg_tblspc -pg_twophase**. Dokumentti polussa `..\usbgis\docs\pgis_docs.pdf` sisältää käynnistämisen vaiheet ja ongelmatilanteiden ohjeistuksen. Dokumenttia kannattaa selata ennen ohjelmistopaketin käyttöä.

Portable GISin PostgreSQL toimii oletuksena Localhost- ja portissa 3432 sekä pgAdmin-portissa 5436. Mikäli pgAdmin ei käynnisty, kannattaa portti vaihtaa tiedostosta `[polku usbgis -kansioon]\apps\pgsql\pgAdmin\web\config_logal.py`. PostgreSQL-ympäristöön ja pgAdmin-hallintatyökaluun pitää muistaa kytkeä instanssi, joko komentokehoteen tai pgAdmin-hallintatyökalun kautta (Object → Create → Server Group. Tämä tehdään seuraavan kuvion 12 lausetta komentokehoteessa hyödyntäen. Tämän jälkeen pgAdmin-hallintatyökaluun ilmestyy

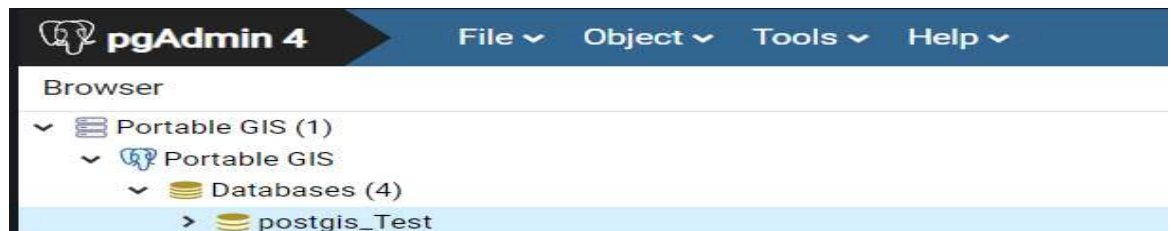
Portable GIS-instanssi. Oletuksena tunnus ja salasana on pgis. Huomiona että PortablRgis Apache, PostgreSQL pitää olla käynnistettynä ja sen voi tehdä portablegis.exe -pääsovelluksella.

```
cd [polku usbgis -kansioon]\apps\pgsql\pgAdmin 4\venv\Scripts\
python.exe ..\..\web\setup.py --load-servers ..\..\web\pg-database-server.json
```

Kuvio 12. Palvelinympäristön suorittaminen komentokehotteesta

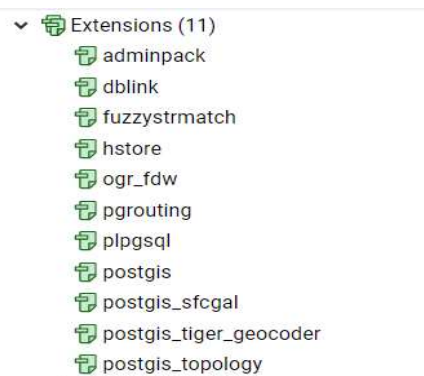
6.3 Tietokannan perustaminen ja laajennosten käyttöönotto

PgAdmin-ohjelmistosta lisätystä Portable GIS-palvelinympäristöstä suoritetaan Postgis-kannan perustaminen ja laajennosten lisääminen. Ohjeistusta kohdan suorittamiseen saa tämän työn sisällöstä ja liitteistä 3-4. Huomiona, että kaikki laajennokset eivät ole vaadittuja harjoituksen suorittamiseen. Seuraavassa kuviossa 13 on kuvaus pgAdmin-perustamiskohdasta (valikko saadaan hiiren oikealla näppäimellä)



Kuvio 13. Testikannan perustaminen

Seuraavassa kuviossa 14 tiedot lisätyistä laajennoksista. Kaikkia laajennoksia ei tarvita harjoituksessa.



Kuvio 14. Postgis_Test kantaan lisätyt laajennokset

6.4 Aineistojen lataus Väylä.fi -sivustolta

Aineistojen hakemiseen ei tässä osiossa syvennyttä, sillä aineistojen satavuus latauspalvelusta on suhteellisen vaivatonta. Aineistot ovat saatavilla ZIP-paketoituna, joten ennen aineistojen jatkokäsittelyä tulee ne purkaa johonkin sopivaan sijaintiin työasemalla.

Digiroad-aineistossa Suomi on jaettu useampaan kansioon, joten koko aineiston käsittely Portable GIS PostgreSQL-tietokannassa ei ole suositeltava vaihtoehto. Digiroad-aineisto on monipuolinen ja sisältää paljon erilaisia tieverkkoon liittyviä tietoja. Reitittämisen näkökulmasta tärkein Digiroad-paketin sisältämä aineisto on DR_LINKKI_K, joka sisältää reitittämisen kannalta keskeiset tielinkkigeometriat. Edellä mainitut tielinkit ovat aineistopakettien KokoSuomi_DIGIROAD_K_EUREF-FIN -kansiossa. Koko aineiston käsittely vaatii paljon aikaa ja ympäristöresursseja, joten tehtävään on valittu Kanta-Hämeen läänin alue. Seuraavassa kuviossa 15 on valittavat Digiroad-aineistot kuvattuna (Vayla.fi 2019. Digiroad dokumentointi).



Nimi	Viimeisin päivitys	Koko
Parent Directory	-	-
MaaKuntaako_DIGIROAD_K_EUREF-FIN	2019-10-21 15:17	-
MaaKuntaako_DIGIROAD_R_EUREF-FIN	2019-10-21 15:16	-
KokoSuomi_DIGIROAD_K_EUREF-FIN.zip	2019-10-21 14:51	2.8G
KokoSuomi_DIGIROAD_K_GeoPackage.zip	2019-10-21 14:49	3.2G
KokoSuomi_DIGIROAD_R_EUREF-FIN.zip	2019-10-21 14:40	2.6G
KokoSuomi_DIGIROAD_R_GeoPackage.zip	2019-10-21 14:59	2.9G
index.html	2019-10-21 15:36	0

Kuvio 15. (Vayla.fi 2019. Avoimet aineistot Digiroad).

6.5 Aineistontaulujen luominen avoimesta datasta

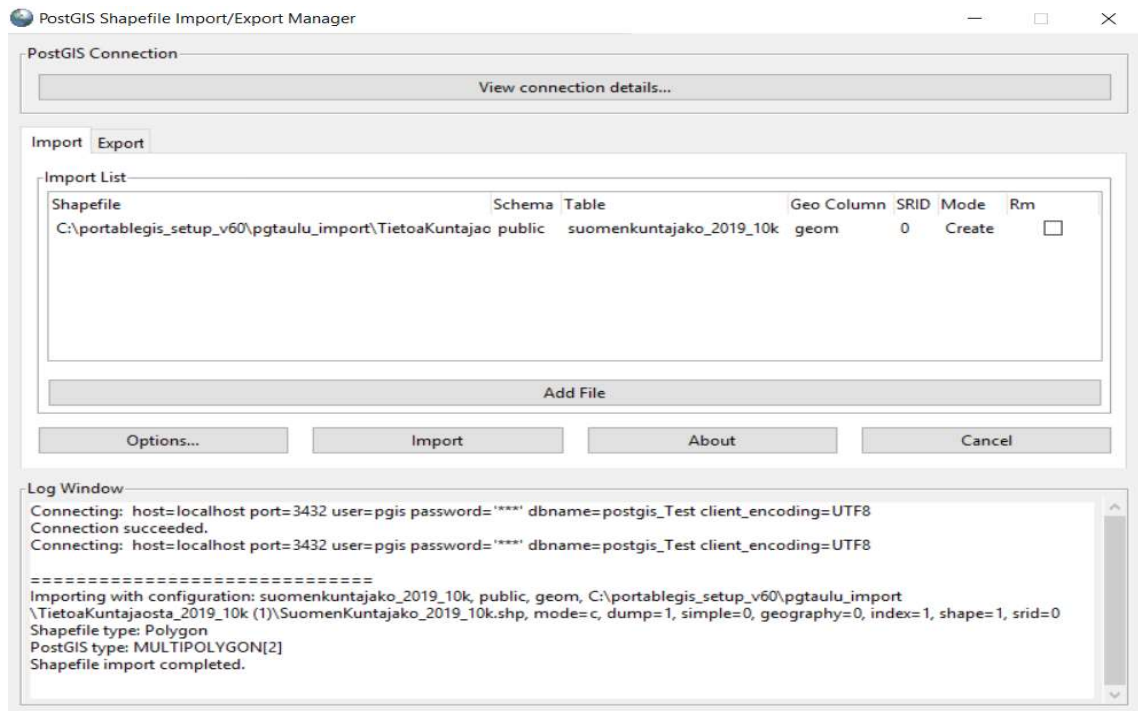
Digiroad-aineiston voi helpoimmin nostaa PostgreSQL-tietokantaan sarjakäsittelynä GDAL-kirjastoon kuuluvaa ogr2ogr:ää ja Windowsin komentorivin FOR-silmukkaa hyödyntämällä. Tämä vaihe voidaan ajaa Portable GIS GDAL/OGR -painikkeella avautuvasta komentokehotteesta. FOR-silmukan käytöstä löytyy selostetta aikaisemmassa kappaleessa 5.2.

Seuraavassa kuviossa 16 on FOR-silmukka komento, jolla voi lukea kaikki Digiroad-aineiston DR_LINKKI_K-nimiset "shapefilet" (shp) yhdeksi PostgreSQL-taulukoksi (Esimerkissä public.Kanta_hame). Kun halutaan vain yhden DR_LINKKI_K-tiedoston aineistosta, komenttoon lisätään haluttu polku mukaan (esimerkissä punaisella kirjoitettu osuus).

```
C:\portablegis_setup_v60\KANTA-HAME> FOR /R %f IN
(DR_LINKKI_K.shp) DO ogr2ogr -update -append -a_srs EPSG:3067 -nlt
MULTILINESTRING -lco GEOMETRY_NAME=geom -lco FID=id -lco
SCHEMA=public -f PostgreSQL "PG:host=localhost port=3432 user=pgis
dbname=postgis_Test password=pgis" -nln public.kanta_hame C:\portable-
gis_setup_v60\KANTA-HAME\KANTA-HAME\DR_LINKKI_K.shp
```

Kuvio 16. FOR silmukkalause ja ogr2ogr.

Vaihtoehtoinen tapa esimerkiksi kuntarajojen tuontiin postgresQL-ympäristöön on edellä mainittu shp2pgsql-gui -ohjelma, joka löytyy myös PortableGIS -kansiosista ..\usbgis\apps\pgsql\bin\postgisgui\shp2pgsql-gui.exe. Kuviossa 17 ohjelman graafinen ulkoasu.



Kuvio 17. PostGis Shapefile import/export Manager

6.6 Aineistotaulujen muokkaus ja valmistaminen visualisointiin

Digiroad-aineiston sisältämät geometriat sisältävät tiedon kohteen myös korkeudesta, ja PgRouting-reitityskirjastolle nämä geometriat eivät sovellu. Tästä syystä Digiroad-aineistoa tulee hieman muokata, ennen kuin se soveltuu pgRouting-kirjastolla reititettäväksi. ST_Force2D-funktiolla geometriat voidaan pakottaa kaksikulotteiseksi. Alla esimerkkikuvio 18 ratkaisun toteuttamiseksi. Lauseet voi suorittaa perustettuun kantaan pgAdmin-hallintatyökalulla tools → Query Tool.

```
ALTER TABLE public.kanta_hame
ALTER COLUMN geom TYPE geometry(MultiLineString,3067)
USING ST_Force2D(geom);
```

Kuvio 18. Geometrioiden muuttaminen kaksikulotteiseksi.

Reititystopologioiden luonti tietokannassa tehdään pgRouting-kirjastoon kuuluvan pgr_createTopology-funktion avulla. Parametreiksi kyseiselle funktiolle annetaan tieverkko-geometriat sisältävän taulun relaatio (public.kanta_hame), toleranssi solmujen etsinnälle (0.0001), geometriasarakkeen nimi (geom) ja tieverkko-geometriat sisältävän taulun id-kenttä (id).

Toimiakseen funktio vaatii myös, että tielinkit sisältävään tauluun on luotu sarakkeet source ja target. Näiden sarakkeiden tietotyyppiä voidaan antaa kokonaisluku (integer). Alla olevassa kuviossa 19 on komennot, joilla luodaan ensiksi source- ja target-sarakkeet ja ajetaan tämän jälkeen pgr_createTopology-funktio.

```
ALTER TABLE public.kanta_hame
ADD COLUMN source integer;
ALTER TABLE public.kanta_hame
ADD COLUMN target integer
SELECT pgr_createTopology('public.kanta_hame', 0.0001, 'geom', 'id');
```

Kuvio 19. Topologioiden luominen Digiroad-aineistoon.

Onnistuneen suorituksen merkiksi tietokantaan ilmestyy lisäksi tieverkon solmupisteet (solmutaulu) sisältävä taulu kanta_hame_vertices_pgr. Kyseinen taulu voi

aineistosta riippuen sisältää paljon tietoja, ja hakujen nopeuttamiseksi kannattaa varmistua, että source- ja target-sarakkeet ovat indeksoitu. Oletusarvoisesti näin pitäisi olla, sillä pgr_createTopology-funktio luo oletusarvoisesti näille sarakkeille indeksit. Mikäli indeksit puuttuvat, voi sarakkeet indeksoida seuraavilla kuvion 20 komennoilla.

```
CREATE INDEX IF NOT EXISTS kanta_hame_vertices_pgr_the_geom_idx
ON public.digiroad("source");
CREATE INDEX IF NOT EXISTS kanta_hame_vertices_pgr_the_geom_idx
ON public.digiroad("target");
```

Kuvio 20. Indeksien luonti luoduille sarakkeille

PgRouting-kirjaston avulla on mahdollista toteuttaa erilaisia analyyseja. Tässä tehtävässä lasketaan lyhin reitti kahden pisteen välille. Lyhimmän reitin laskenta onnistuu pgRouting-kirjastoon kuuluvan pgr_Dijkstra-funktion avulla. Kyseinen funktio määrittää lyhimmän reitin niin sanotusti kustannusfaktoria minimoiden. Kustannusfaktorilla tarkoitetaan käytännössä sitä, että toimiakseen pgr_Dijkstra-funktio tarvitsee kustannusarvon (cost) jokaiselle reitittämiseen käytettävälle tielinkigeometrialle. Määriteltäessä lyhintä reittiä, kannattaa kustannukseksi määritellä tielinkin pituus. Tielinkin pituus voidaan laskea PostGIS-liitännäisen ST_Length-funktiota hyödyntäen seuraavan kuvion 21 tavalla.

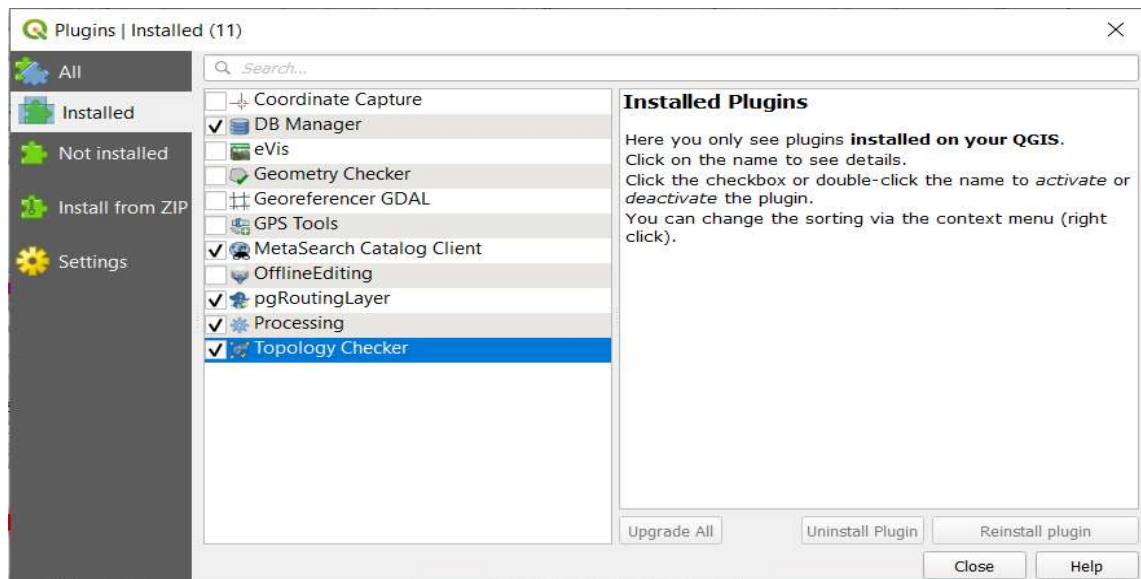
```
ALTER TABLE public.kanta_hame
ADD COLUMN pituus integer;
UPDATE public.kanta_hame
SET pituus = ST_Length(geom);
```

Kuvio 21 Pituus sarakkeen luonti ja laskenta.

6.7 QuantumGIS visualisointi

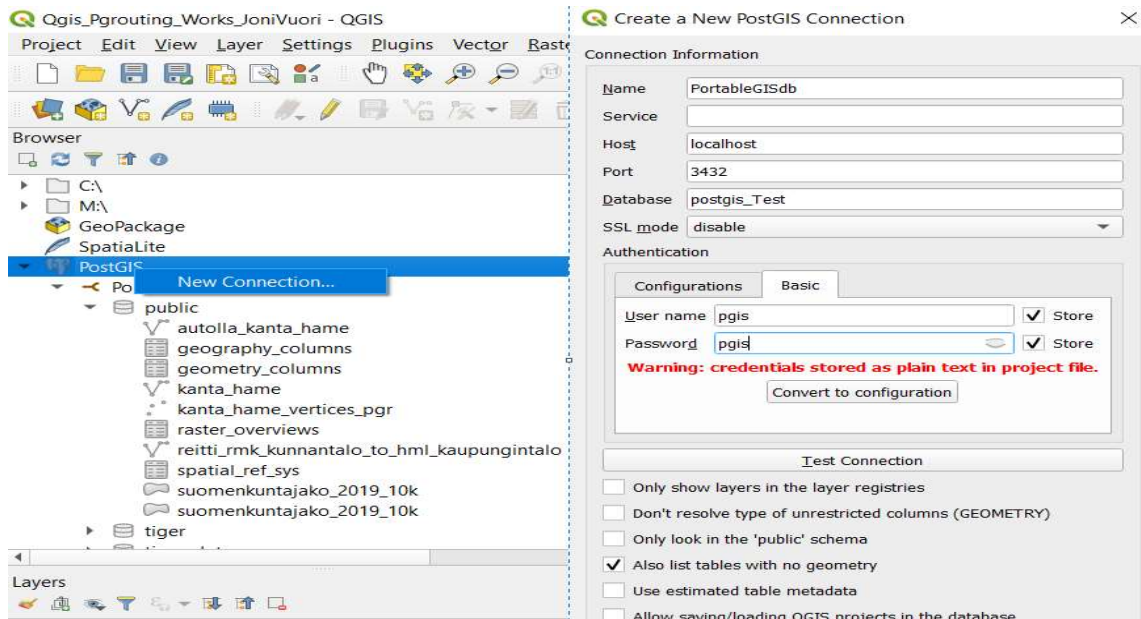
Visualisointi toteutetaan QGIS-ohjelmalla, johon haetaan pgRouting-, sekä Topology Checker- ja DB Manager-laajennokset. PgRouting mahdollistaa PostGIS-tietokannan käytön ilman SQL-lauseiden suorittamista. DB manager-ohjelmistoa voidaan käyttää esimerkiksi SQL-lauseiden suorittamiseen QGIS:stä. Topology

Checker-laajennoksella voidaan tarkastaa verkon topologia. Laajennoksien aktiivointi (asennus) QGISiin tehdään ensin valitsemalla ”experimental pluginit”, niin sanotut kokeelliset laajennusosat (QGISn valikosta Laajennusosat → Hallitse ja asenna laajennusosia → Asetukset → Näytä myös kokeelliset laajennusosat ruksi). Tämän jälkeen myös pgRouting layer-laajennusosa löytyy hakemalla laajennusosalistasta. Seuraava kuvio 22 näyttää asennetut lisäosat.



Kuvio 22. QGIS-laajennosten asennus

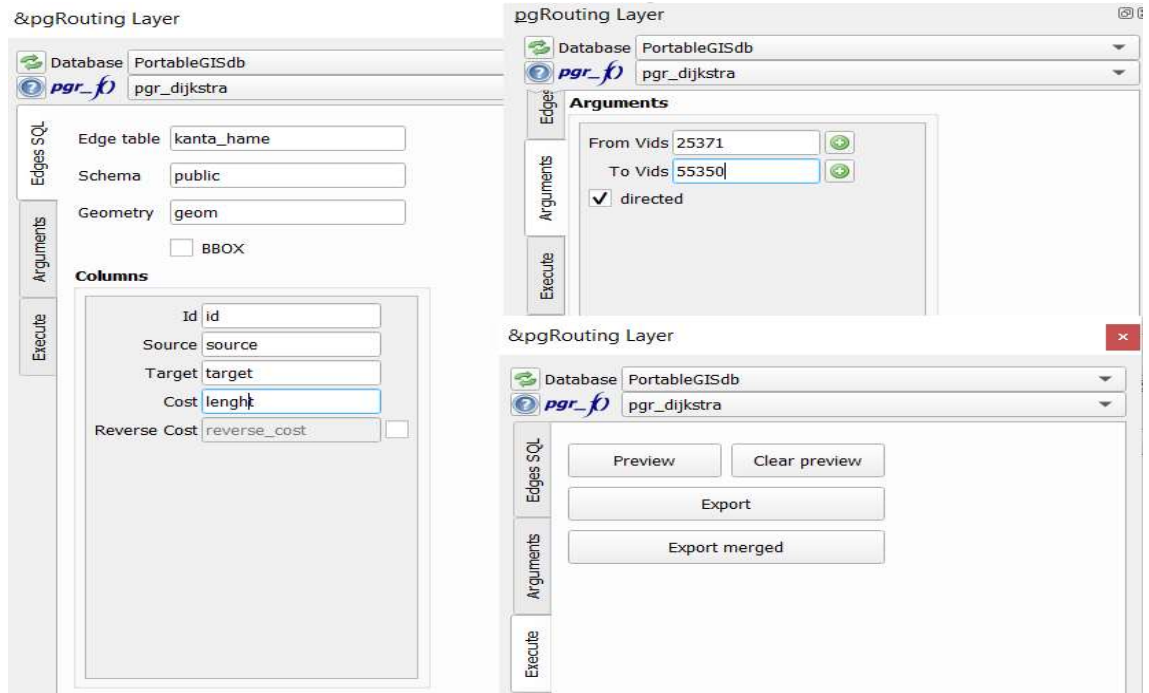
PgRoutingLayer-laajennoksen voi tarvittaessa avata valikosta tietokanta → pgRouting Layer. Luodun PostGIS-tietokannan käyttö aloitetaan yhdistämällä QGIS:iin. Yhteyden muodostamiseksi valitse valitaan lisää PostGIS-tasoja (tai kuvio 23 Postgis kohta hiiren oikea painike). Luo uusi yhteys, yhdistä tietokantaan ja lisää tasot, jotka sisältävät linkit (tiet) ja solmut (risteykset). Kuviossa 23 kanta_hame ja kanta_hame_vertices_pgr lisättyinä tasoina. Lisänä voit noutaa kuntarajat ja asettaa taustakartan.



Kuvio 23. Tietokantayhteyden muodostaminen, QGIS → PostgreSQL

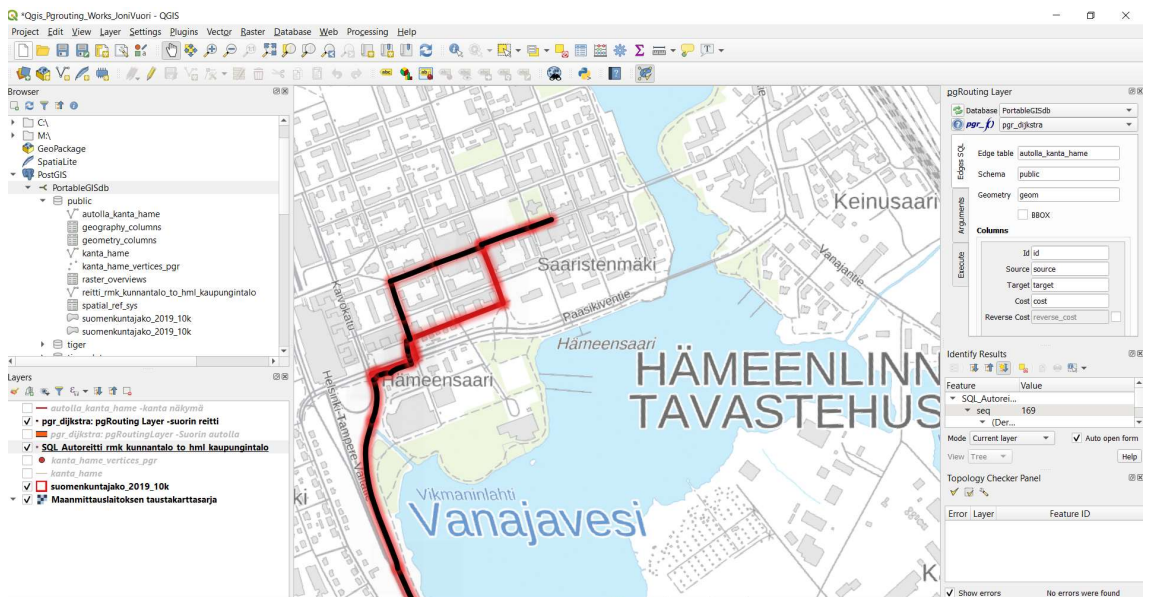
Seuraava kuvio 24 esittää pgRouting layer -paneelin valittavat asetukset tietokantataulun mukaan. Ensin valitaan käytettävä (edellä yhdistetty) tietokanta valikosta ja kirjoitetaan kenttiin oikeat nimet linkkitaululle ja sen luoduille ja käsitellyille sarakkeille. Jos tietokantaa ei jostain syystä näy, muokataan tietokantayhteyden asetuksia ja valitaan tallenna käyttäjänimi ja salasana (kuten yllä kuviossa 23). Salasana pitää olla tallennettu, jotta yhteys toimii. Jos ExecuteSQL-välilehdeltä reserve cost on valittuna, myös Arguments-välilehden direct-valinta valitaan. Nämä arvot käsittävät valmistelutyön, jossa linkkitaulu on suunnattu, eli sisältää yhdensuuntaisia linkejä/teitä. Pgr_Dijkstra-funktiota voidaan käyttää myös nopeimman reitin etsimiseen käyttämällä cost ja reverse_cost-kentissä pituuden sijasta kulkemiseen kuluva aika.

Kun laajennusosaan on määritetty reitin laskemiseen tarvittavat arvot, voidaan aloittaa reitittäminen. Alku- ja loppusolmun pistetiedon voi kirjoittaa kenttiin (Arguments-välilehti from Vids to Vids) tai valita kartalta. Kartalta valitseminen onnistuu painamalla ensin kentän vieressä olevaa plus -painiketta ja valitsemalla sen jälkeen haluttu solmupiste tai -pisteet kartalta. Execute-välilehdeltä voi ajaa painikkeella Preview tai muodostaa uudeksi tasoksi Export-painikkeella. Huomiona kannattaa zoomata kartta vähintäänkin pisteiden näkyvälle tasolle, jotta etsintä menee läpi.



Kuvio 24. Qgis PgRouting layer -valinnat

Pisteiden välinen reitti piirtyy karttaan kuviossa 25 mustaksi muutetulla viivalla. Kuvioista voidaan heti huomata, että kun aineiston teitä ei ole rajattu, tiet ja kulkusuunnat eivät ole autolle sopivia. Tätä varten on rajattava tietokannan taulua enemmän. Kuvio 25 esittää karttaan muodostuneet reitit ja niiden eron.



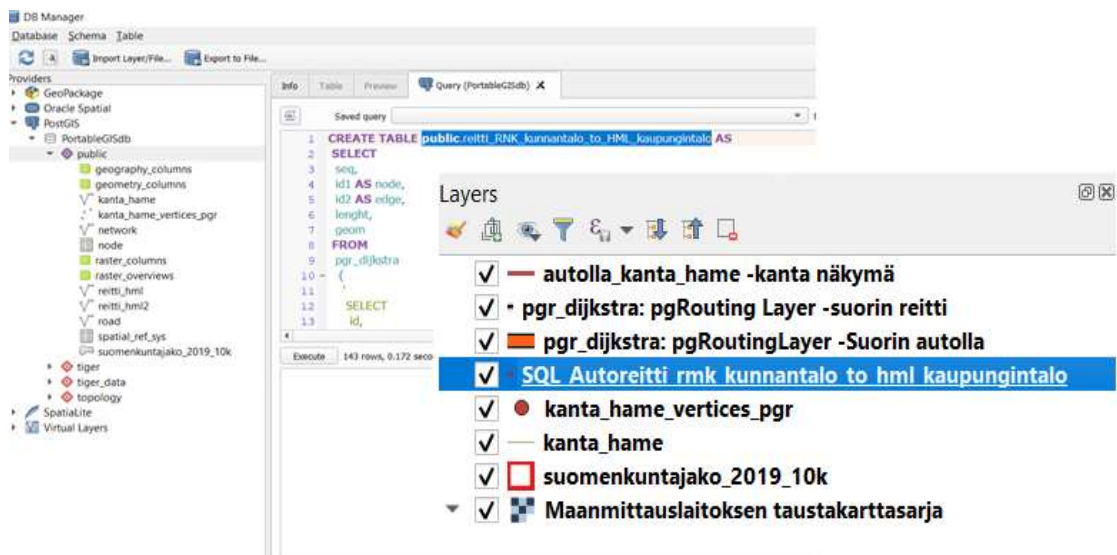
Kuvio 25. Qgis lyhin reitti kartalla

Tiedon rajausta varten perustetaan näkymä, jossa on rajattu digiroad-aineiston ei autolla liikennöitävät tiet arvoilla 6-8 pois. Kun QGIS pgRouting layer ohjataan tähän tauluun, saadaan yllä kuviossa 25 esitetty punainen viiva. Seuraavassa kuviossa 26 näkymän.

```
CREATE OR REPLACE VIEW autolla_kanta_hame AS
SELECT *,lenght :: float8 AS cost
FROM kanta_hame
WHERE toiminn_ik NOT BETWEEN 6 AND 8;
```

Kuvio 26. Näkymän luontilause, autoilla ajettavat tiet.

Kyselyt ja taulun luonnit voi ajaa QGIS tietokanta-valikon DB Managerissa. Seuraavassa kuviossa 27 esimerkki tästä ja lauseet, joilla muodostettu taulut, sekä lisätty kuviossa 27 olevat tasot (tietokantataulut, Huomio nimet osin muutettu). Kyselyn voi toteuttaa näkymätauluun (autolla_kanta_hame) ja Kanta_hame tauluun.



Kuvio 27. QGIS DB manager ja tasot

Seuraavassa kuviossa 28 pgr_dijkstra fuktion käyttö vielä erikseen SQL-lauseessa. Se sisältää alku- ja päätepisteen ja muodostaa halutun nimisen taulun. Lauseessa on valmiiksi otettu tielinkit 6-8 pois.

```
CREATE TABLE public. SQL_Autoreitti_rmk_kunnantalo_to_hml_kaupungin-  
talo AS SELECT seq, id1 AS node, id2 AS edge, cost, geom FROM pgr_dijk-  
stra ('SELECT id, source, target, lenght :: float8 AS cost FROM pub-  
lic.kanta_hame WHERE toiminn_ik NOT BETWEEN 6 AND 8', 25371, 55350,  
false, false) AS solmut JOIN public.kanta_hame verkko ON solmut.id2 =  
verkko.id ;
```

Kuvio 28. SQL-lause, jolla ajetaan pgr_dijkstra -funktio tauluksi Postgis-kantaan

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda esille tietokantapalvelimeen ja tietokantaan liittyvät perusasiat ja laajentaa tätä käsitystä paikkatietokannan lisämahdollisuuksilla. Lisäksi tavoitteena oli myös antaa peruskuva taulukkoaineiston käsittelystä funktioilla, ja liittää taulukoita liitoksilla toisiin kyselyiden avulla. Opinnäytetyöstä oli tarkoitus saada myös oppilaitokselle harjoitusaineisto tietokannan perustamisesta ja funktioiden käytöstä, sekä aineiston viemisestä tietokantaan.

Opinnäytetyön tavoite täyttyi hyvin jokaisella osa-alueella. Tutkittuja funktioita hyödynnettiin esimerkeillä ja harjoitteessa. Kerätty teoria ja tietoperusta toimi hyvänä pohjana toteutuksessa, lukuun ottamatta teknistä ympäristöä ja siihen liittyviä komponentteja, jotka vaativat lisätutkimusta erilaisista lähteistä. Lopputuloksena syntynyt tietokantapalvelin ja paikkatietokanta, joka täytti kaikki sille asetetut vaatimukset ja ominaisuudet. QGIS:n visualisointi ja mahdollisuudet tehostuivat tietokannan funktioiden käytöllä.

Opinnäytetyön empiirisen osuuden toteuttaminen sisälsi monia erilaisia vaiheita ja se vaati paljon selvitystyötä eri lähteiden ja esimerkkien rakentamisen kautta. Suurimpina haasteina olivat aineistojen prosessointi ja kuvaus esimerkein varustettuna useampaan kertaan, jotka veivät myös suurimman osan ajasta. Toteutuksessa teknisen ympäristön osalta tehdyt valinnat tietokannan, palvelimen ja paikkatieto-ohjelmiston osalta osoittautuivat onnistuneiksi ja tulen hyödyntämään niitä tulevaisuudessa muissakin tehtävissäni.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö toi esille paljon uusia asioita, jota varten saa etsiä tietoa muutoin monesta lähteestä. En ollut aikaisemmin tehnyt työssäni näin laajaa toteutusta, varsinkaan paikkatieto funktioiden osalta. Lähestulkoon kaikki projektissa käytetyt tekniikat lukuun ottamatta SQL-kieltä, olivat minulle uusia asioita. Näin ollen perehtyminen oli todella mielenkiintoista ja opettavaista. Opin toteutuksen aikana paljon hyödyllisiä asioita itsenäisestä projektityöskentelystä, vaatimusmäärittelyistä ja paikkatietoa hyödyntävän tietokannan toteutusarkkitehtuurista. Ammattitaitoni kehittymisen kannalta tärkeimpinä oppeina olivat syvämpi tutustuminen paikkatiedon funktioihin ja teknisen ympäristön toteutuksessa käytettyihin avoimen lähdekoodin ohjelmistoihin.

Tietokantapalvelimen ja paikkatietokannan hyödyntäminen toisillakin rajapinnoilla, kuin QGIS- paikkatieto-ohjelmalla on mahdollinen. Tämä mahdollistaa myös erilaisia jatkokehitysmahdollisuuksia eri prosessien kehittämisen kannalta, kuten esimerkiksi tiedon helpompaa ja tehokkaampaa jakamista erilaisten käyttöliittymien avulla organisaation eri yksöiden kesken. Tällä mahdollistetaan parempi suorituskyky ja selkeytetään ylläpitoa.

Opinnäytetyön tulosten perusteella jatkotutkimuksena voitaisiin perustaa tietokantapalvelin sekä paikkatietokanta ja lisätä sinne jonkin ohjelmiston/web sivuston kantayhteys ja käyttää sitä kokonaisvaltaisemmin hyödyntäen kantaa osana yrityksen paikkatieto-prosesseja.

LÄHTEET

Boston Gis 2019. What is Postgis. Viitattu 22.10.2019 https://www.boston-gis.com/PrinterFriendly.aspx?content_name=postgis_tut01.

EnterpriseDB Corporation 2019. Installation-guide-installer. Viitattu 21.10.2019 <https://www.enterprisedb.com/edb-docs/d/postgresql/installation-getting-started/installation-guide-installers/12/index.html>.

EnterpriseDB Corporation 2019. Download. Postgres-postgresql-downloads. Viitattu 21.10.2019. <https://www.enterprisedb.com/downloads/postgres-postgresql-downloads/>.

Gdal-org 2019. Viitattu 22.10.2019 <https://gdal.org>.

Github inc 2019. Pointcloud. Viitattu 24.10.2019. <https://github.com/pgpointcloud/pointcloud>.

Portablegis 2019. About. Viitattu 6.1.2020. <https://portablegis.xyz/post/about/>.

Postgis.net 2019. Address Standardizer. Viitattu 24.10.2019. http://postgis.net/docs/Address_Standardizer.html.

Postgis.net 2019. features. Viitattu 24.10.2019 <https://postgis.net/features/>.

Postgis.net 2019. Geometries. Viitattu 29.10.2019 <http://postgis.net/workshops/postgis-intro/geometries.html>

Postgis.net 2019. Introduction. Viitattu 29.10.2019 <http://postgis.net/workshops/postgis-intro/introduction.html>.

Postgis.net 2019. Loading data. Viitattu 6.11.2019 https://postgis.net/workshops/postgis-intro/loading_data.html.

Postgis.net 2019. manual-3.0 20. Viitattu 26.11.2019 <https://postgis.net/docs/manual-3.0/Extras.html>.

Postgis.net 2019. PostGIS manual RT reference. Viitattu 24.10.2019 [https://postgis.net/docs/RT reference.html](https://postgis.net/docs/RT%20reference.html).

Postgis.net 2019. PostGIS manual. Viitattu 24.10.2019 <https://postgis.net/docs/manual-3.0/>.

Postgis.net 2019. PostGIS manual Topology. Viitattu 26.11.2019 <https://postgis.net/docs/Topology.html>.

Postgis.net 2019. Spatial Joins. Viitattu 7.11.2019 <https://postgis.net/workshops/postgis-intro/joins.html>.

Postgis.net 2019. Spatial Relationships. Viitattu 29.10.2019 http://postgis.net/workshops/postgis-intro/spatial_relationships.html.

Postgresql tutorial 2019. postgresql index-types. Viitattu 28.10.2019 <http://www.postgresqltutorial.com/postgresql-indexes/postgresql-index-types/>.

PostgreSQL version 11 Documentation 2019. fuzzystmatch. Viitattu 26.11.2019 <https://www.postgresql.org/docs/11/fuzzystmatch.html>.

Qgis.org 2019. About page. Viitattu 22.10.2019 <https://www.qgis.org/fin/site/about/index.html>.

Qgis.org 2019. Download page. Viitattu 21.10.2019 <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>.

Rosehosting.com 2018. What is curl. Viitattu 24.10.2019 <https://www.rosehosting.com/blog/what-is-curl/>.

Sfcgal.org 2019. sfcgal. Viitattu 26.11.2019 <http://www.sfcgal.org>.

The PostgreSQL Global Development Group. About. Viitattu 20.10.2019 <https://www.postgresql.org/about/>.

Vayla.fi 2019. Avoimet aineistot Digiroad. Viitattu 6.1.2020 <https://aineistot.vayla.fi/digiroad/latest/>.

Vayla.fi 2019. Digoroad dokumentointi. Viitattu 6.1.2020 https://vayla.fi/documents/20473/588403/Tietolajien+kuvaus+3_2019/1e72dd52-5724-4ccf-9f4a-c51464435e67.

Wikipedia 2015. BSD-lisenssi. BSD lisenssin kuvaus. Viitattu 20.10.2019
<https://fi.wikipedia.org/wiki/BSD-lisenssi>.

Wikipedia 2020. GNU_General_Public_License. Viitattu 22.10.2019 https://fi.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License.

Wikipedia 2019. PostgreSQL. Viitattu 20.10.2019 <https://fi.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>.

LIITTEET

- Liite 1. PostgreSQL ja Postgis asennus.
- Liite 2. QGIS ja GDAL-OGR -kirjaston asennus.
- Liite 3. PostGIS kannan luonti SQL lauseilla.
- Liite 4. PostGIS paikkatietokannan lisääminen.
- Liite 5. Funktioiden esimerkit.

LIITE 1

PostgreSQL asennusohje sisältäen postgis tietokanta

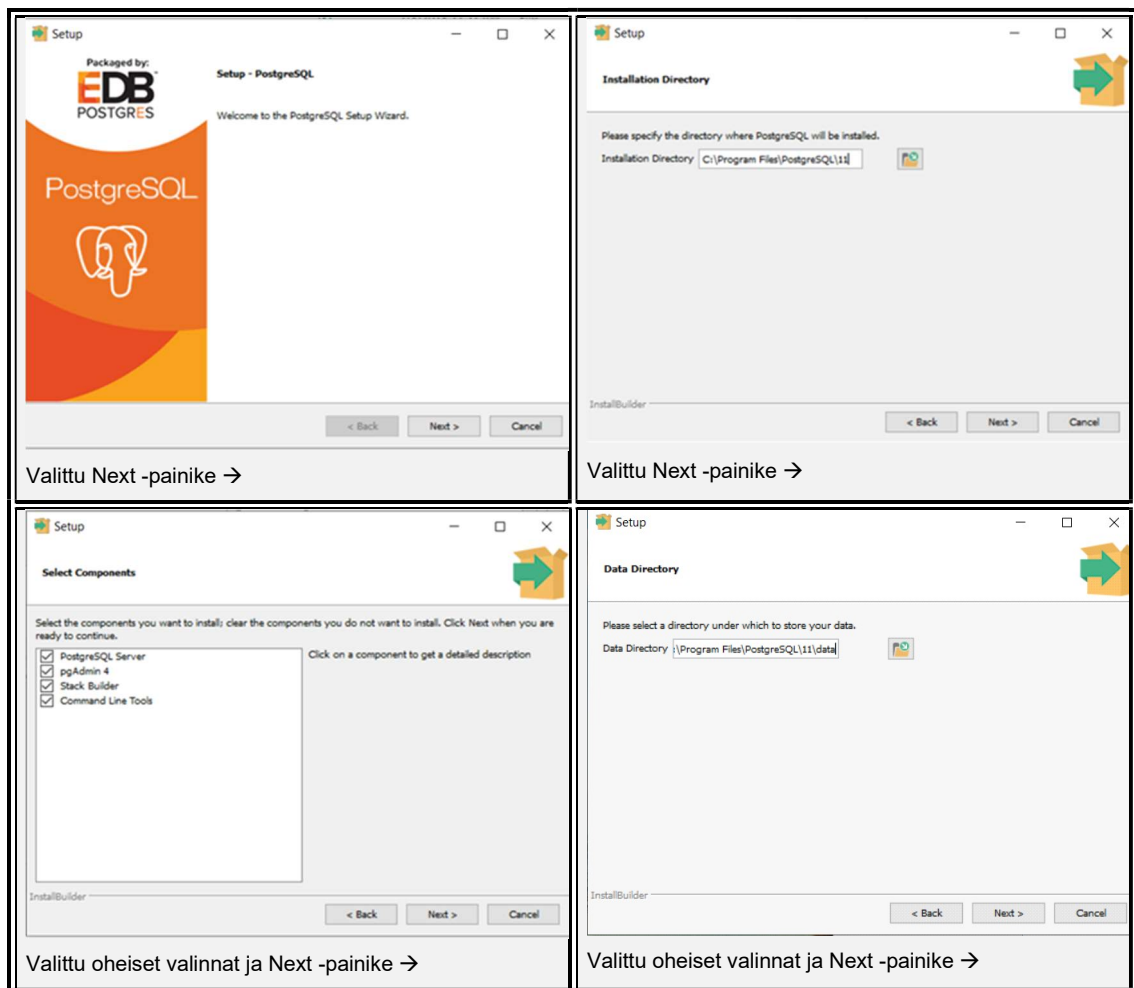
ks. <http://kielitoimistonohjepankki.fi/selaus/3180/ohje/23>

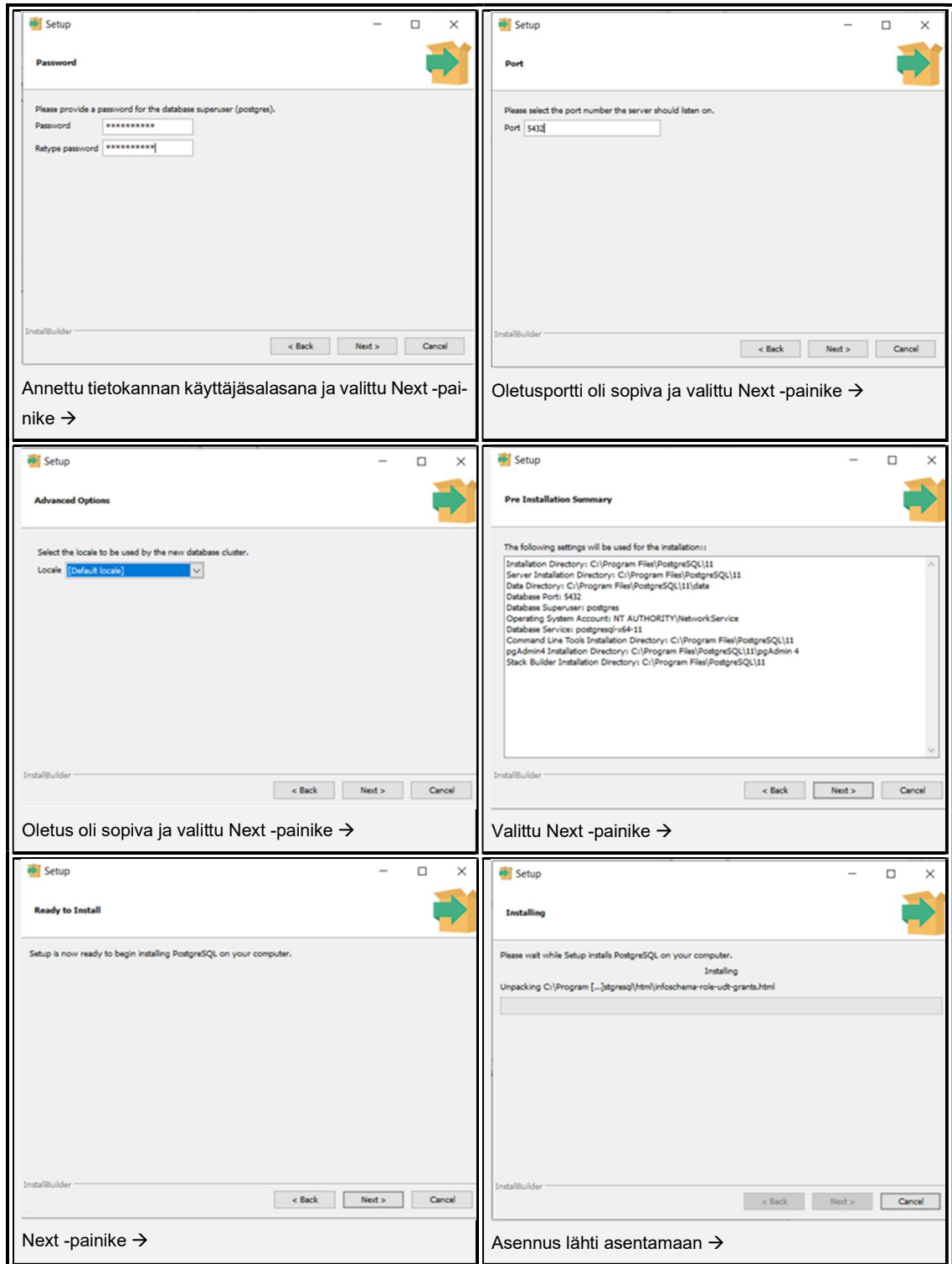
Vaihe 1 Asennuspaketti ladattu haluttuun polkuun osoitteesta

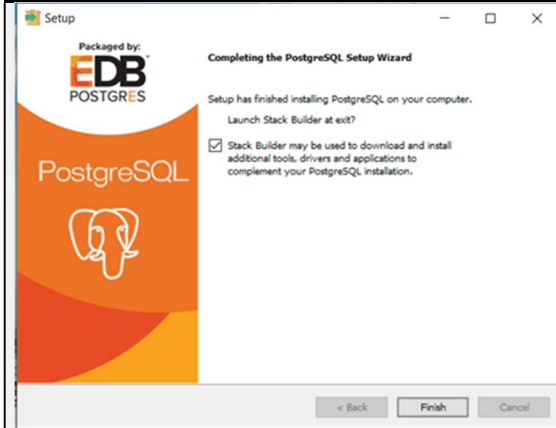
<<http://www.enterprisedb.com/downloads/postgres-postgresql-downloads>>

Vaihe 2 UAC (User Account Control) on Windowsissa todettu olevan päällä, asennus hiiren oikealla järjestelmän valvojana.

Vaihe 3 Eteneminen kuvatussa järjestyksessä.



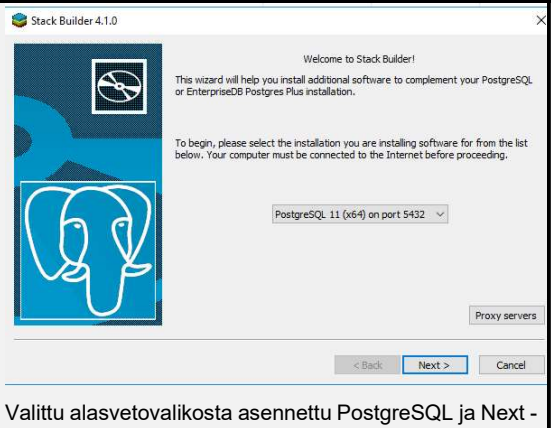




Setup
Packaged by: **EDB POSTGRES**
Completing the PostgreSQL Setup Wizard
Setup has finished installing PostgreSQL on your computer.
Launch Stack Builder at exit?
 Stack Builder may be used to download and install additional tools, drivers and applications to complement your PostgreSQL installation.

< Back Finish Cancel

Finish -painike →

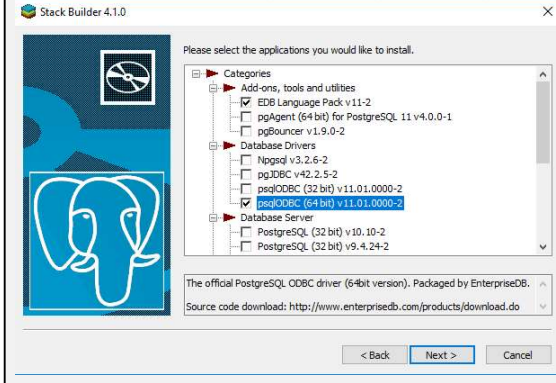


Stack Builder 4.1.0
Welcome to Stack Builder!
This wizard will help you install additional software to complement your PostgreSQL or EnterpriseDB Postgres Plus installation.
To begin, please select the installation you are installing software for from the list below. Your computer must be connected to the Internet before proceeding.

PostgreSQL 11 (x64) on port 5432

< Back Next > Cancel

Valittu alavetovaiikosta asennettu PostgreSQL ja Next -painike →



Stack Builder 4.1.0
Please select the applications you would like to install.

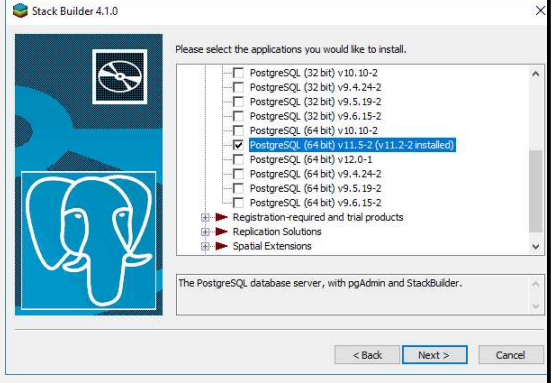
Categories

- Add-ons, tools and utilities
 - EDB Language Pack v11-2
 - pgAgent (64 bit) for PostgreSQL 11 v4.0.0-1
 - pgBouncer v1.9.0-2
- Database Drivers
 - Npgsql v3.2.6-2
 - pgJDBC v42.2.5-2
 - psqlODBC (32 bit) v11.01.0000-2
 - psqlODBC (64 bit) v11.01.0000-2
- Database Server
 - PostgreSQL (32 bit) v10.10-2
 - PostgreSQL (32 bit) v9.4.24-2

The official PostgreSQL ODBC driver (64-bit version). Packaged by EnterpriseDB.
Source code download: <http://www.enterprisedb.com/products/download.do>

< Back Next > Cancel

Valittu oheiset valinnat (Huom. Next-painike vasta kun kaikki oli valittu)→



Stack Builder 4.1.0
Please select the applications you would like to install.

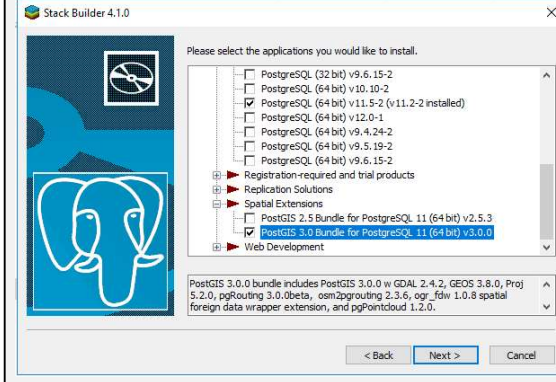
- PostgreSQL (32 bit) v10.10-2
- PostgreSQL (32 bit) v9.4.24-2
- PostgreSQL (32 bit) v9.5.19-2
- PostgreSQL (32 bit) v9.6.15-2
- PostgreSQL (64 bit) v10.10-2
- PostgreSQL (64 bit) v11.5-2 (v11.2-2 installed)
- PostgreSQL (64 bit) v12.0-1
- PostgreSQL (64 bit) v9.4.24-2
- PostgreSQL (64 bit) v9.5.19-2
- PostgreSQL (64 bit) v9.6.15-2

Registration-required and trial products
Replication Solutions
Spatial Extensions

The PostgreSQL database server, with pgAdmin and StackBuilder.

< Back Next > Cancel

Valittu oheiset valinnat →



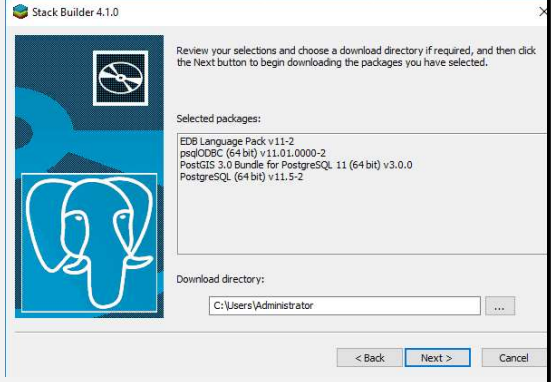
Stack Builder 4.1.0
Please select the applications you would like to install.

- PostgreSQL (32 bit) v9.6.15-2
- PostgreSQL (64 bit) v10.10-2
- PostgreSQL (64 bit) v11.5-2 (v11.2-2 installed)
- PostgreSQL (64 bit) v12.0-1
- PostgreSQL (64 bit) v9.4.24-2
- PostgreSQL (64 bit) v9.5.19-2
- PostgreSQL (64 bit) v9.6.15-2
- Registration-required and trial products
- Replication Solutions
- Spatial Extensions
 - PostGIS 2.5 Bundle for PostgreSQL 11 (64 bit) v2.5.3
 - PostGIS 3.0 Bundle for PostgreSQL 11 (64 bit) v3.0.0
- Web Development

PostGIS 3.0.0 bundle includes PostGIS 3.0.0 w GDAL 2.4.2, GEOS 3.8.0, Proj 5.2.0, pgRouting 3.0.0beta, osm2pgsql 2.3.6, ogr_fdw 1.0.0 spatial foreign data wrapper extension, and pgPointcloud 1.2.0.

< Back Next > Cancel

Valittu oheiset valinnat ja Next -painike →



Stack Builder 4.1.0
Review your selections and choose a download directory if required, and then click the Next button to begin downloading the packages you have selected.

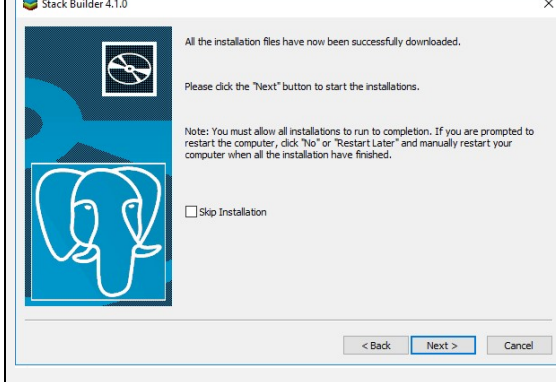
Selected packages:

- EDB Language Pack v11-2
- psqlODBC (64 bit) v11.01.0000-2
- PostGIS 3.0 Bundle for PostgreSQL 11 (64 bit) v3.0.0
- PostgreSQL (64 bit) v11.5-2

Download directory:
C:\Users\Administrator

< Back Next > Cancel

Oletus oli sopiva ja valuttu Next -painike →




Stack Builder 4.1.0
All the installation files have now been successfully downloaded.
Please click the "Next" button to start the installations.
Note: You must allow all installations to run to completion. If you are prompted to restart the computer, click "No" or "Restart Later" and manually restart your computer when all the installation have finished.

Skip Installation

< Back Next > Cancel

Oheiset valinnat oli sopivia ja valittu Next -painike →



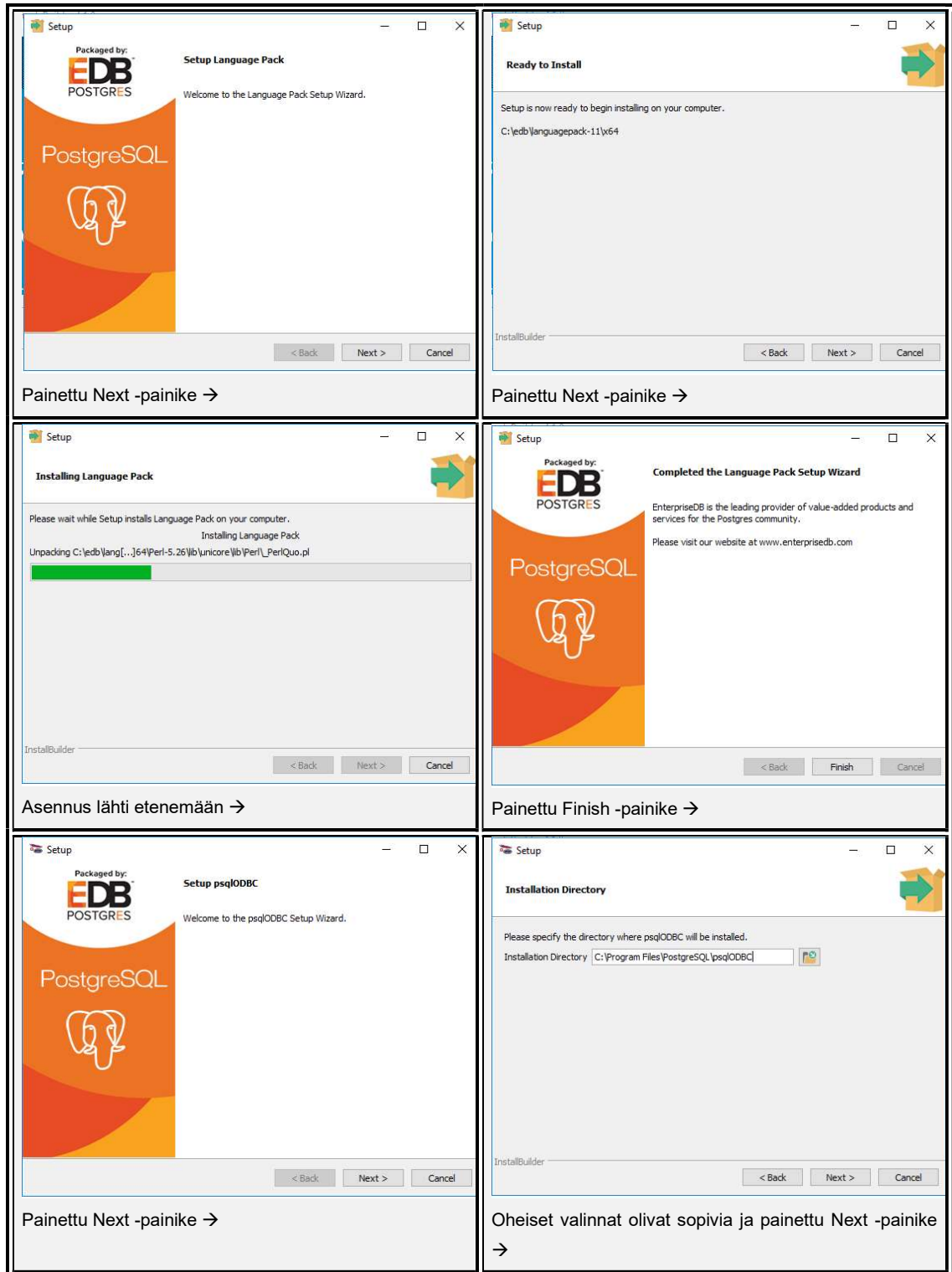
Stack Builder 4.1.0
All the installation files have now been successfully downloaded.
Please click the "Next" button to start the installations.

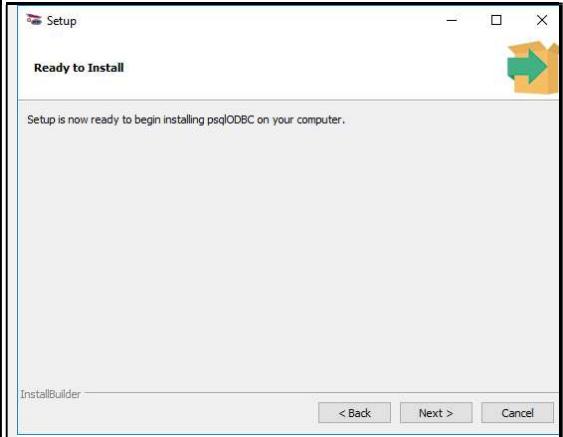
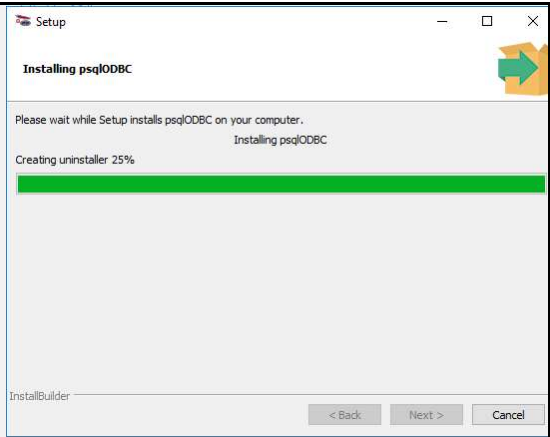
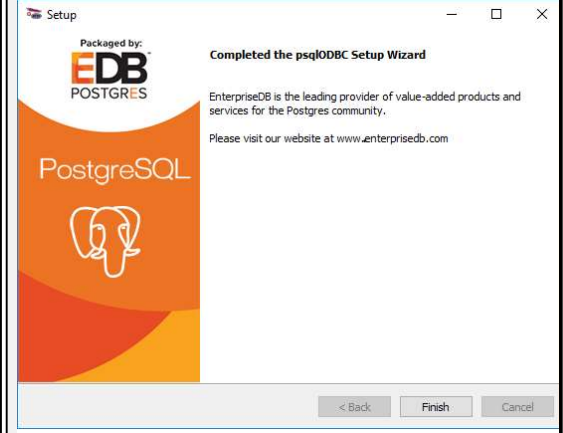
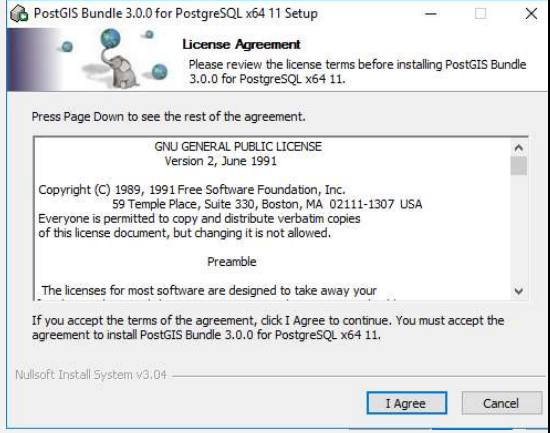
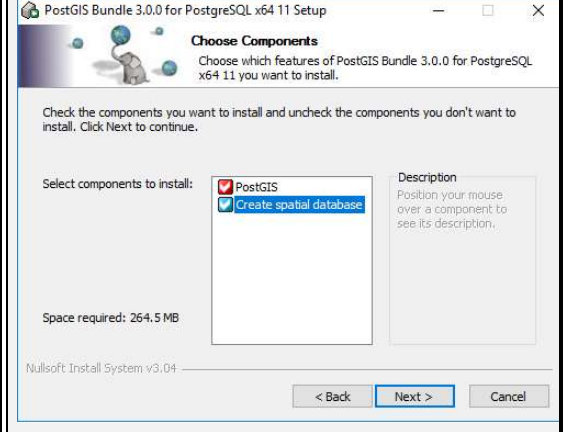
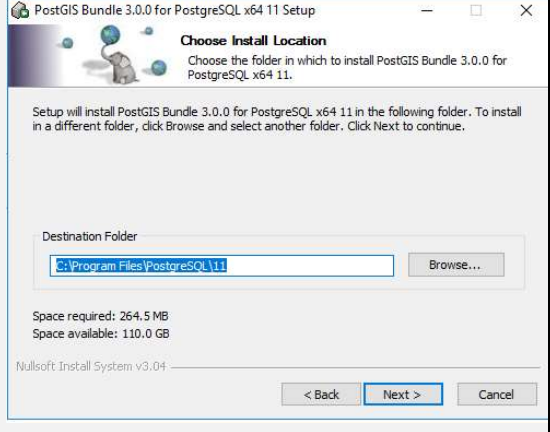
Language Sel...
Please select the installation language.
English - English

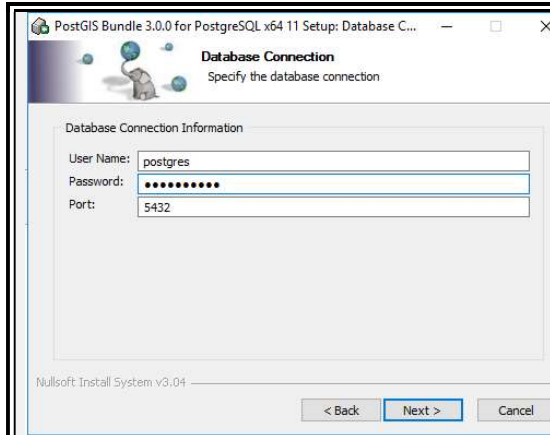
OK Cancel

< Back Next > Cancel

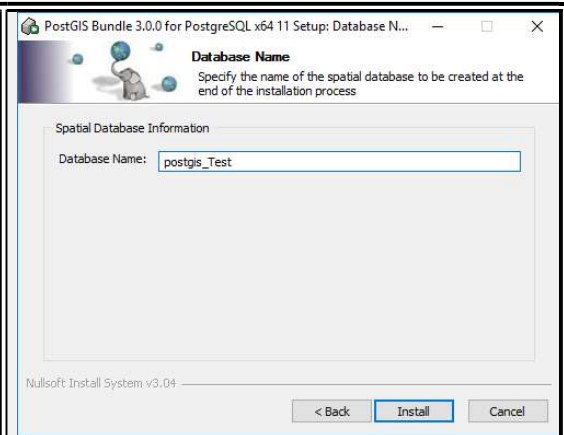
Painettu OK -painike →



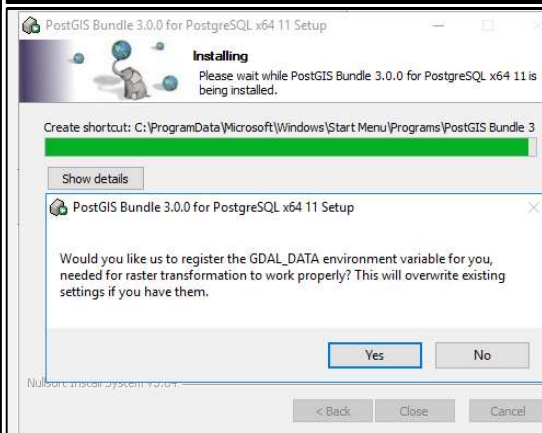
	
Painettu Next -painike →	Asennus lähti etenemään →
	
Painettu Finish -painike →	Hyväksytyt lisenssiehdot Next -painikkeella →
	
Valittu spatial tietokannan luonti ja painettu Next -painike →	Oletus oli sopiva ja painettu Next -painike →



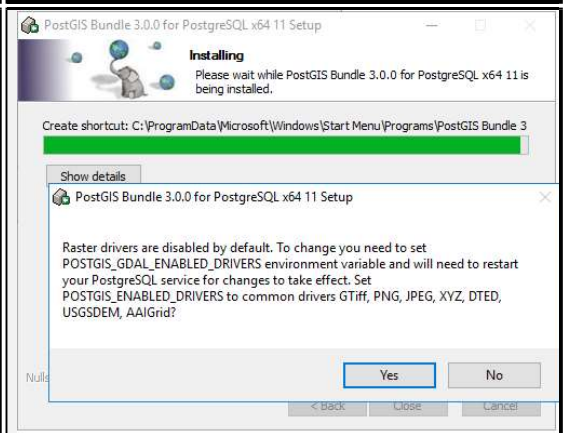
Annettu asennuksessa valittu tietokannan salasana ja painettu Next -painike →



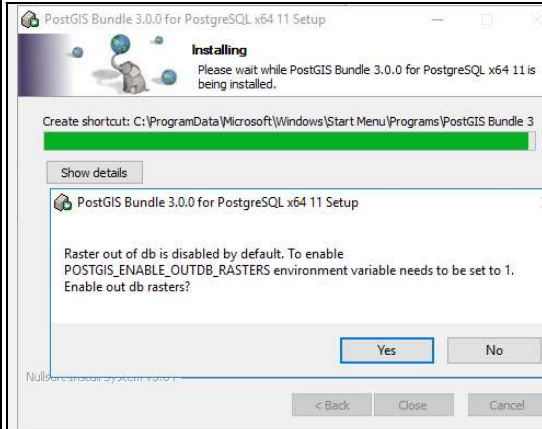
Valittu Spatial tietokannan nimi ja painettu Install -painike →



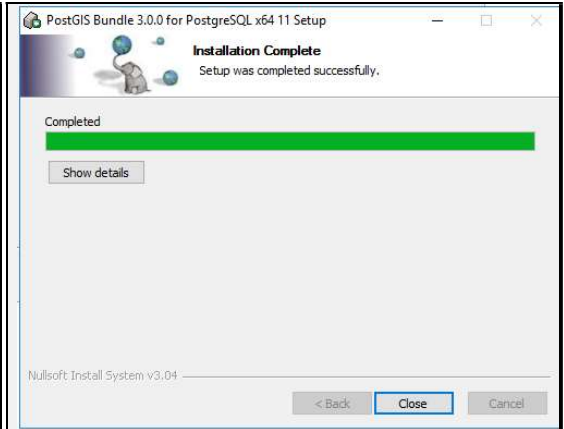
Painettu Yes -painike →



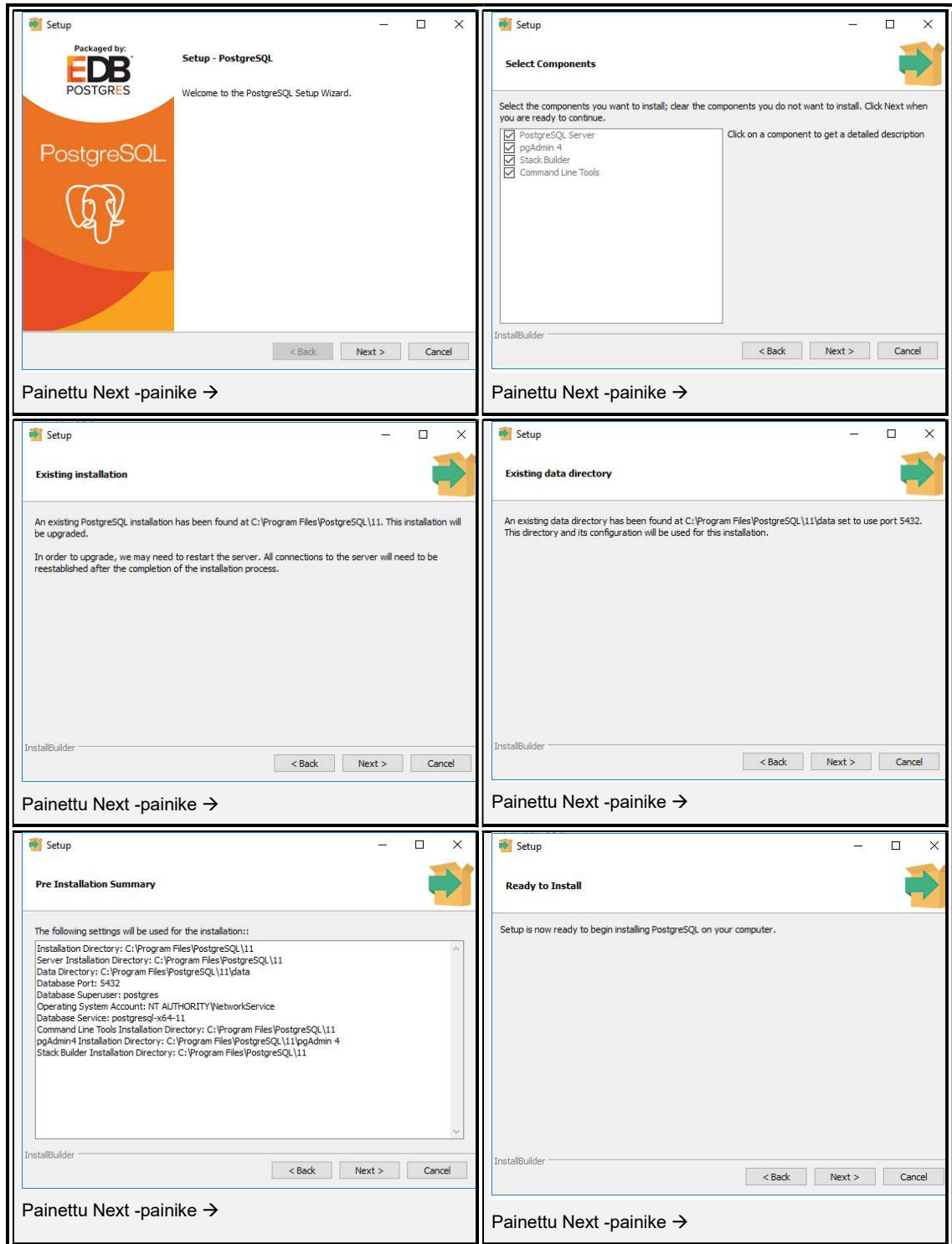
Painettu Yes -painike →

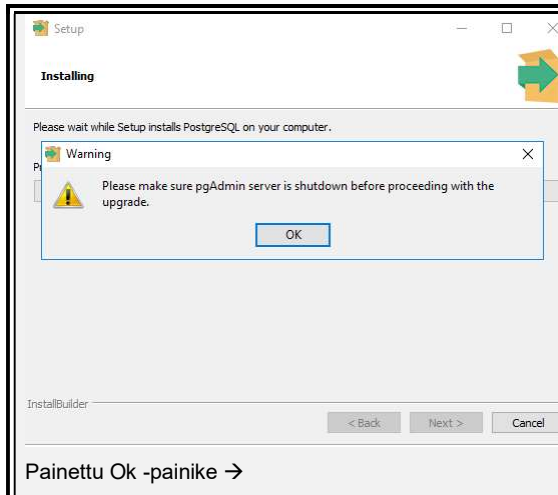


Painettu Yes -painike →

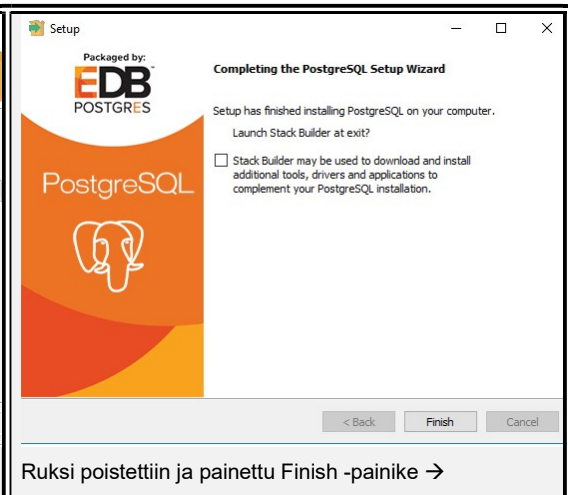


Painettu Close -painike →



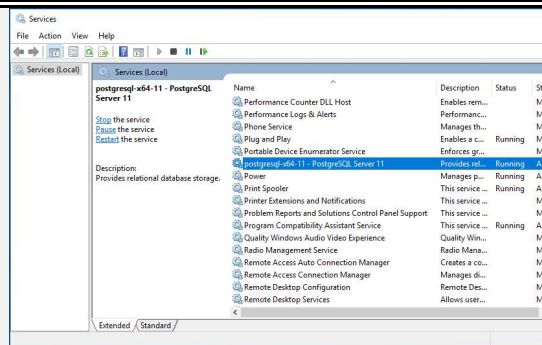


Painettu Ok -painike →

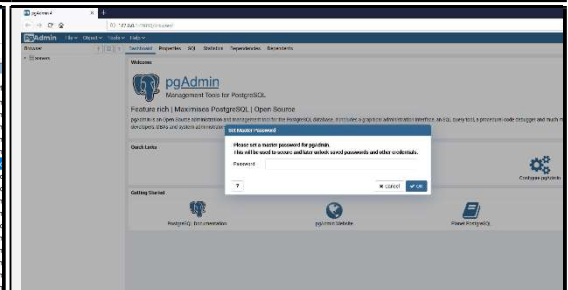


Ruksi poistettiin ja painettu Finish -painike →

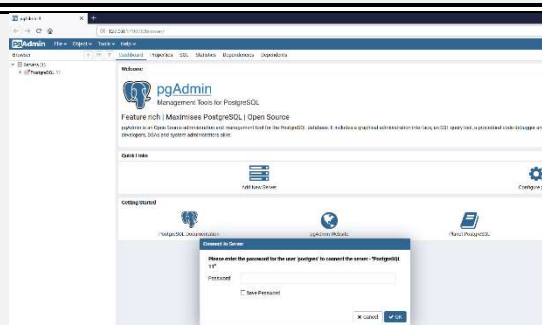
→ Asennus lähti uudelleen asentamaan edellisen ruksin ollessa valittuna. Asennus kuitenkin suorituu toisen kerran valinnoilla loppuun ja vaati työaseman/palvelimen uudelleen käynnistykseen. Käynnistys kannattaa joka tapauksessa tehdä. →



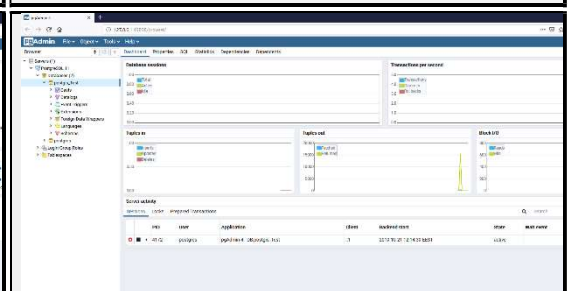
Varmista että PostgreSQL palvelu on päällä



PG admin 4 löytyi asennuksen jälkeen järjestelmän käynnistä valikosta PostgreSQL 11.. Huomioitavaa Windows Server asennuksessa että serverin oma selain ei välttämättä tue PG adminin toimintaa, jolloin selain voi olla syynä jos käynnistys ei tässä kohtaa toiminut. Asennuksessa annettu salasana käynnittää PG Admin hallintaohjelmiston.



Ja sama salasana otti yhteyden PostgreSQL tietokantaan.



Tälöin voitiin nähdä että asennuksessa on tullut annettu kannan postgis_Test.

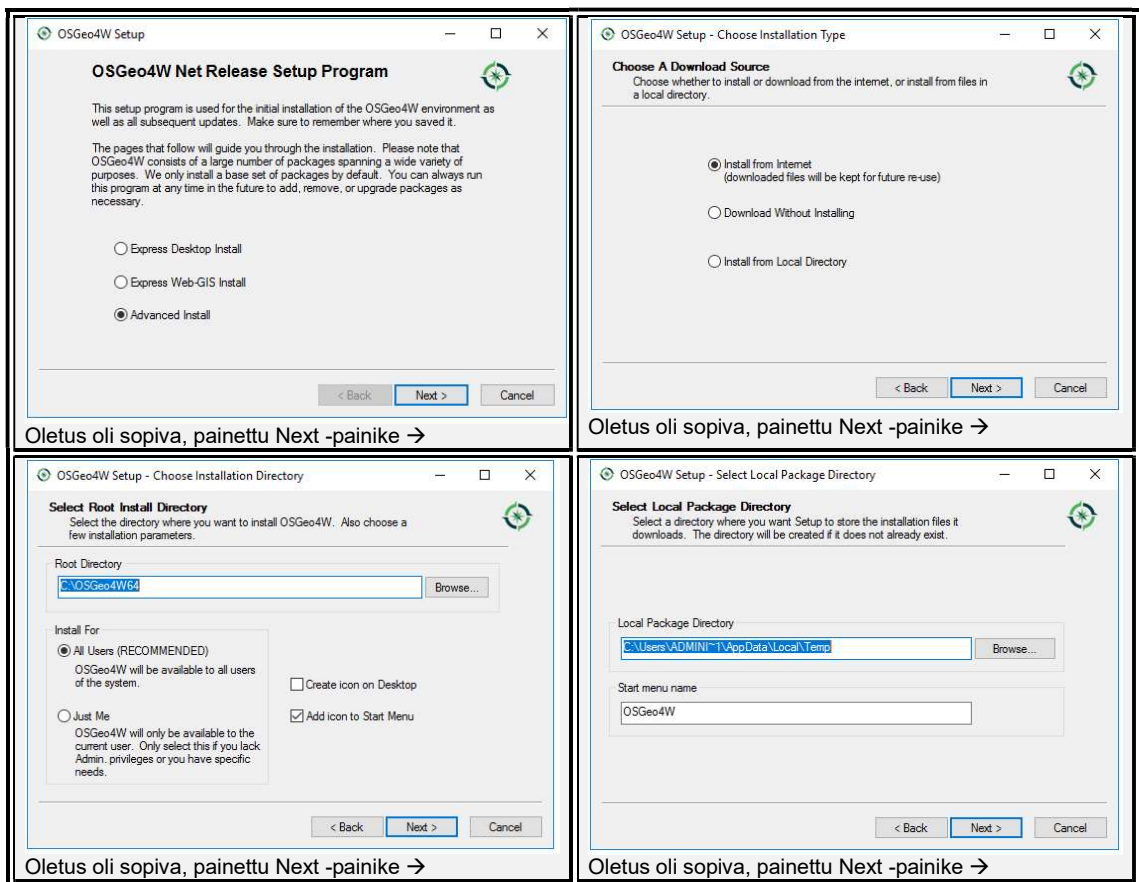
LIITE 2

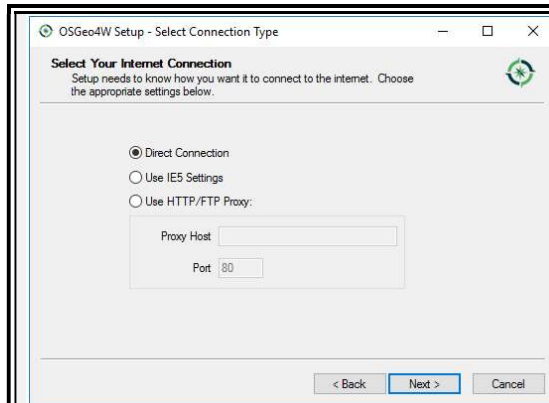
QGIS ja GDAL-OGR asennusohje

Vaihe 1 Asennuspaketti ladattu haluttuun polkuun osoitteesta
<<https://www.qgis.org/fin/site/forusers/download.html>>

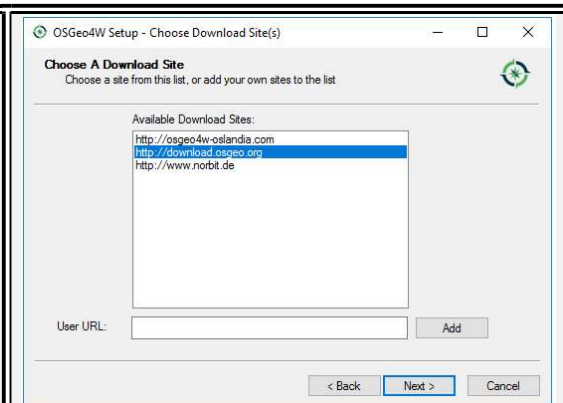
Vaihe 2 UAC (User Account Control) on Windowsissa todettu olevan päällä, asennus hiiren oikealla järjestelmän valvojana.

Vaihe 3 Eteneminen kuvatun asennuksen järjestyksessä.

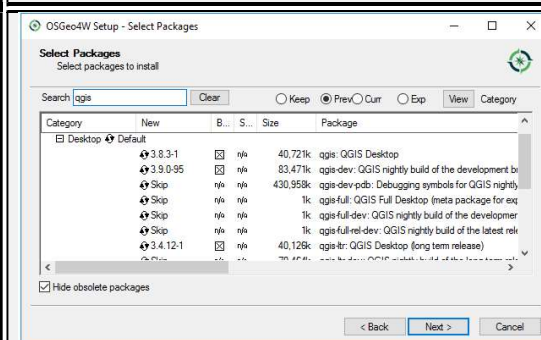




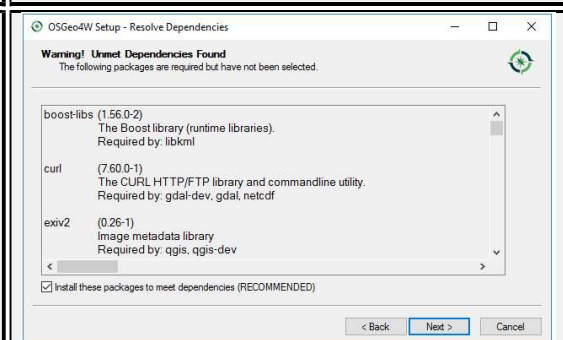
Oletus oli sopiva, painettu Next -painike →



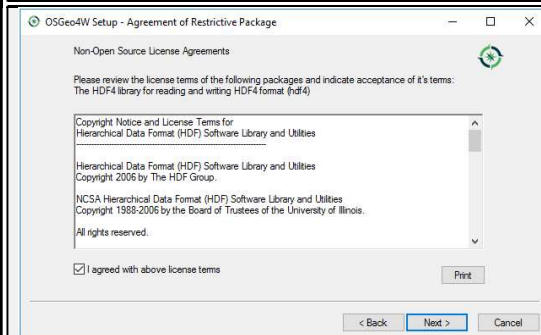
Valittu lataus osoitteesta download.osgeo.org, painettu Next -painike →



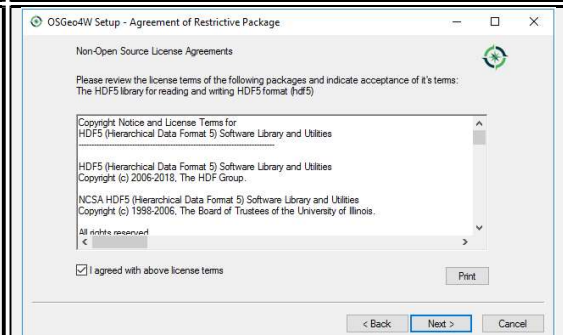
Haettu Qgis ja desktop kohdasta ja valittu täysi/kehitys ja pitkän ajan vakaat -versiot ja painettu Next -painike →



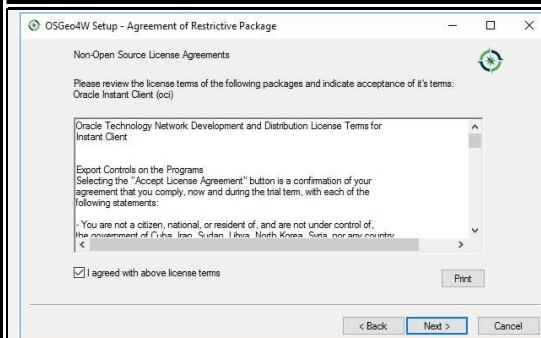
Oletuksena tapahtuvat riippuvuuksien vaatimat muutokset olivat perustellut, painettu Next -painike



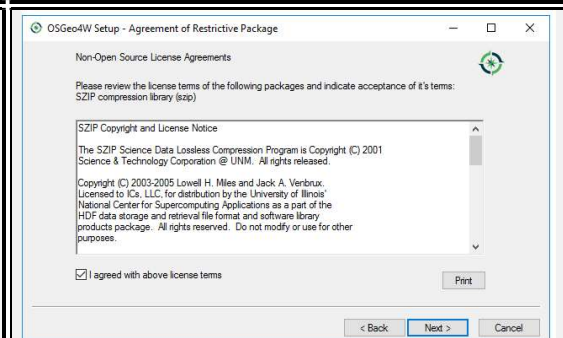
Painettu ruksi lisenssin hyväksyntä kohtaan ja painettu Next -painike →



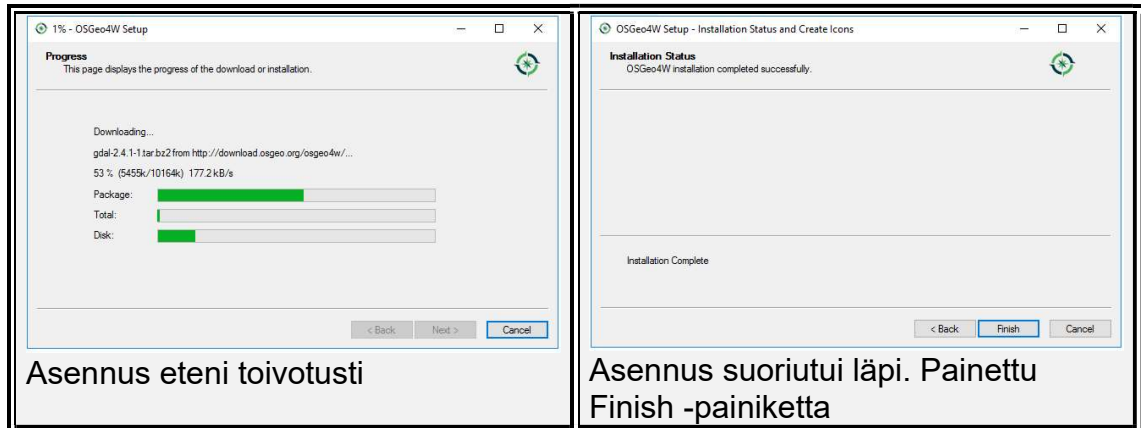
Painettu ruksi lisenssin hyväksyntä kohtaan ja painettu Next -painike →



Painettu ruksi lisenssin hyväksyntä kohtaan ja painettu Next -painike →



Painettu ruksi lisenssin hyväksyntä kohtaan ja painettu Next -painike →

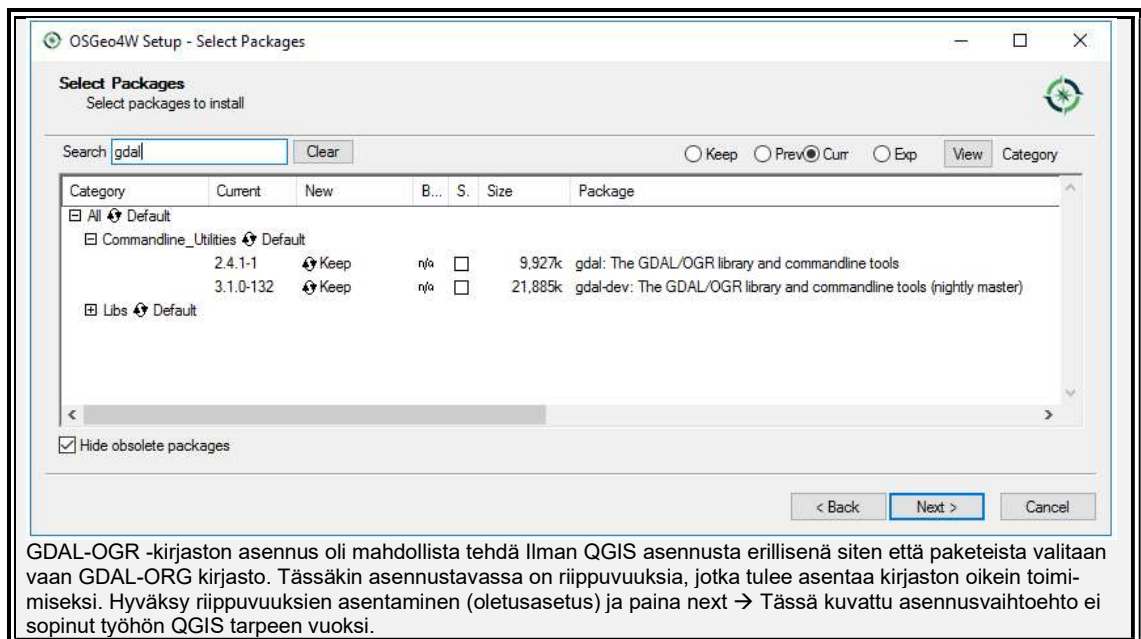


DAL-OGR ASENNUSOHJE ILMAN QGIS ASENNUSTA

Vaihe 1 Asennuspaketti ladattu haluttuun polkuun osoitteesta
<https://www.qgis.org/fin/site/forusers/download.html>

Vaihe 2 UAC (User Account Control) on Windowsissa todettu olevan päällä, asennus hiiren oikealla järjestelmän valvojana.

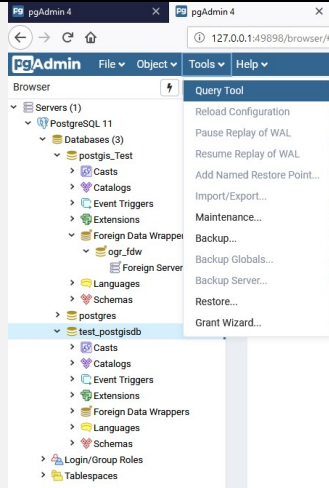
Vaihe 3 Eteneminen valinnan mukaan.



LIITE 3

PostGIS kannan luonti SQL lauseilla.

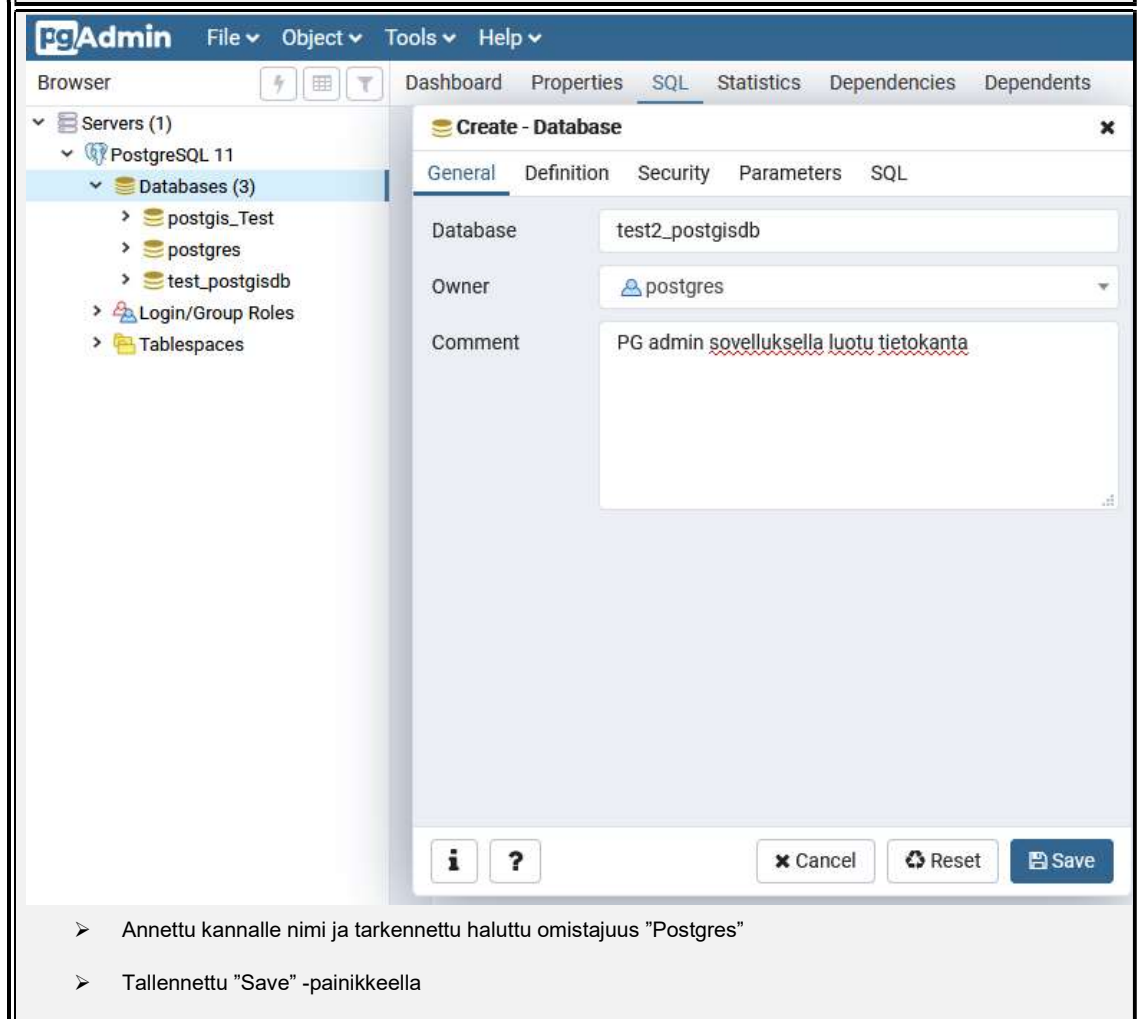
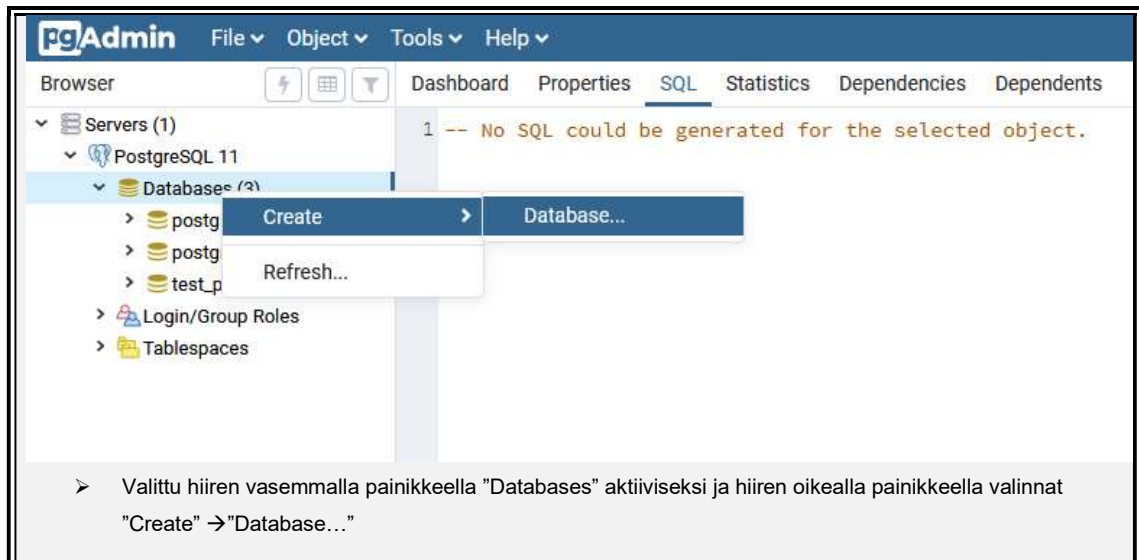
Kuvattu SQL lauseiden ajojärjestys ja vaiheet ja selitys.

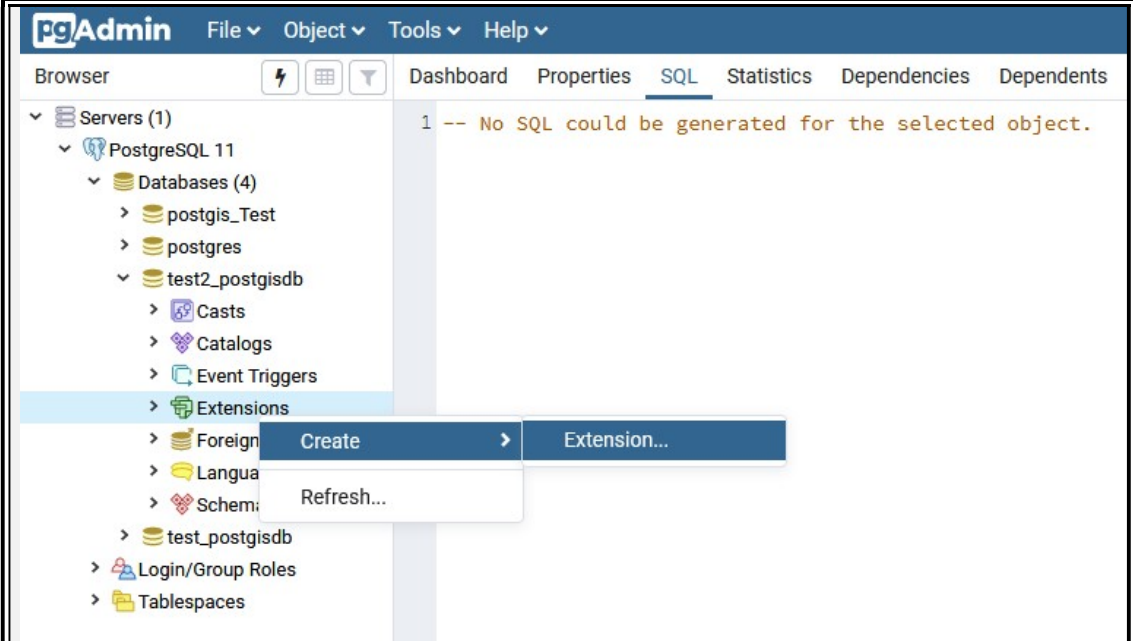
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kannan luonnin, näkymäpäivityksen ja tietokannan aktiiviseksi valinnan jälkeen, avattiin kyselyikkuna valikosta tietokantaan kohdistuvaksi 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ PostGIS käyttöön (sisältäen rasterit) 	<pre>CREATE EXTENSION postgis;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Topologia käyttöön 	<pre>CREATE EXTENSION postgis_topology;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ käyttöön Test_postgis kehittyneempi 3D ➤ ja muut geoprosessi algoritmit 	<pre>CREATE EXTENSION postgis_sfcal;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön täysimääräinen sopivuus Tigerille 	<pre>CREATE EXTENSION fuzzystmatch;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön sääntöpohjainen standardisuoja 	<pre>CREATE EXTENSION address_standardizer;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön (esimerkki) sääntöjen tietojoukosta (Yhdysvalta) 	<pre>CREATE EXTENSION address_standardizer_data_us;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ käyttöön Tiger deokooderi 	<pre>CREATE EXTENSION postgis_tiger_geocoder;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön reititysoiminnot 	<pre>CREATE EXTENSION pgrouting;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön spatiaalisten ulkopuolisten taulukoiden luonnin mahdollistaminen 	<pre>CREATE EXTENSION ogr_fdw;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön LIDAR sopivuus (pistepilvi) 	<pre>CREATE EXTENSION pointcloud;</pre>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Käyttöön Lidar-pistepilvi paikat geometriatyypisiin tapauksiin 	<pre>CREATE EXTENSION pointcloud_postgis;</pre>

LIITE 4

PostGIS paikkatietokannan lisääminen PGAdmin ohjelmalla.

Kuvattu määrittelyjärjestyksen vaiheet.



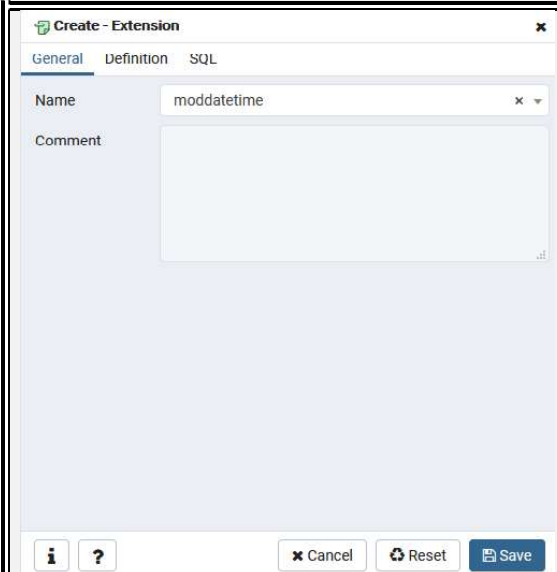


Browser: Servers (1) > PostgreSQL 11 > Databases (4) > test2_postgisdb > Extensions

Context menu: Create > Extension...

Message: 1 -- No SQL could be generated for the selected object.

- Lisäosat litässty yksitellen valitsemalla "Extension" -kohta ja hiiren oikealla näppäimellä valinoilla "Create" → "Extension"

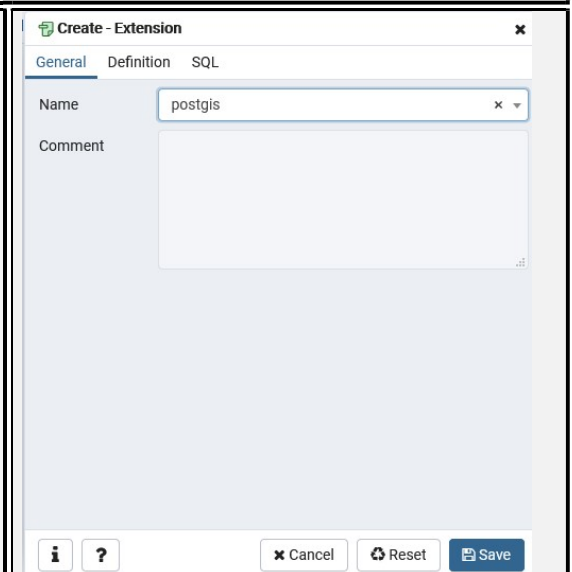


Dialog: Create - Extension

Fields: Name (moddatetime), Comment

Buttons: Cancel, Reset, Save

- Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta
- Tallennus "Save" -painikkeella

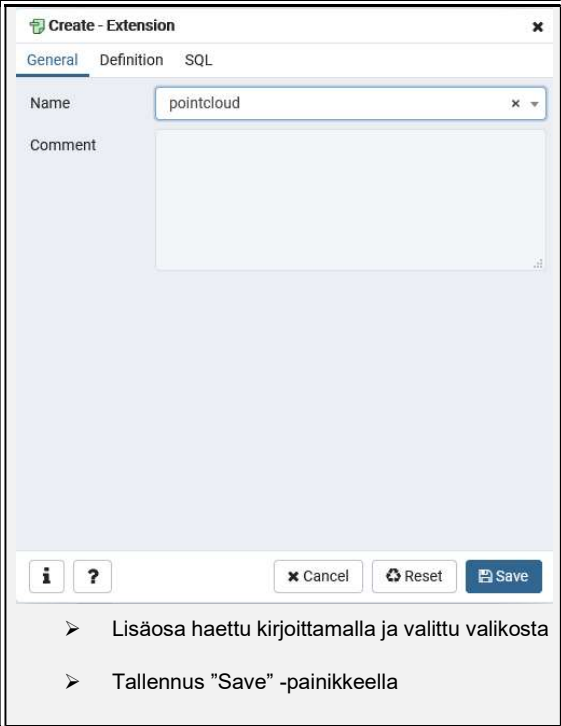

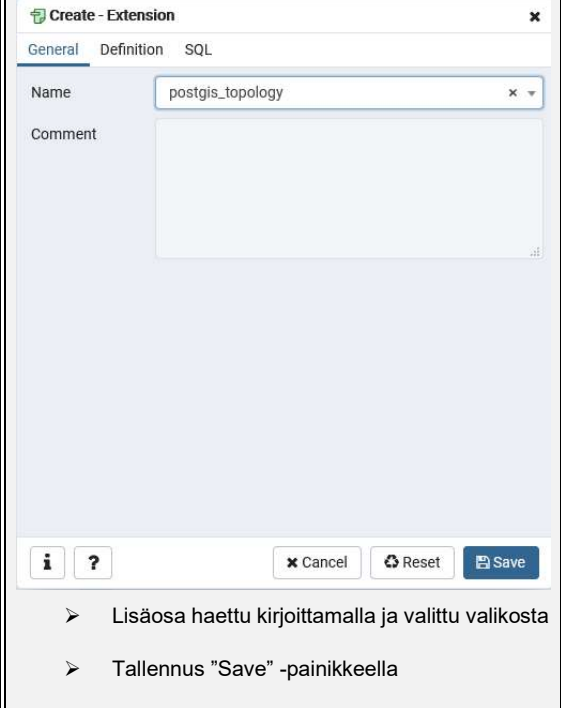







Dialog: Create - Extension

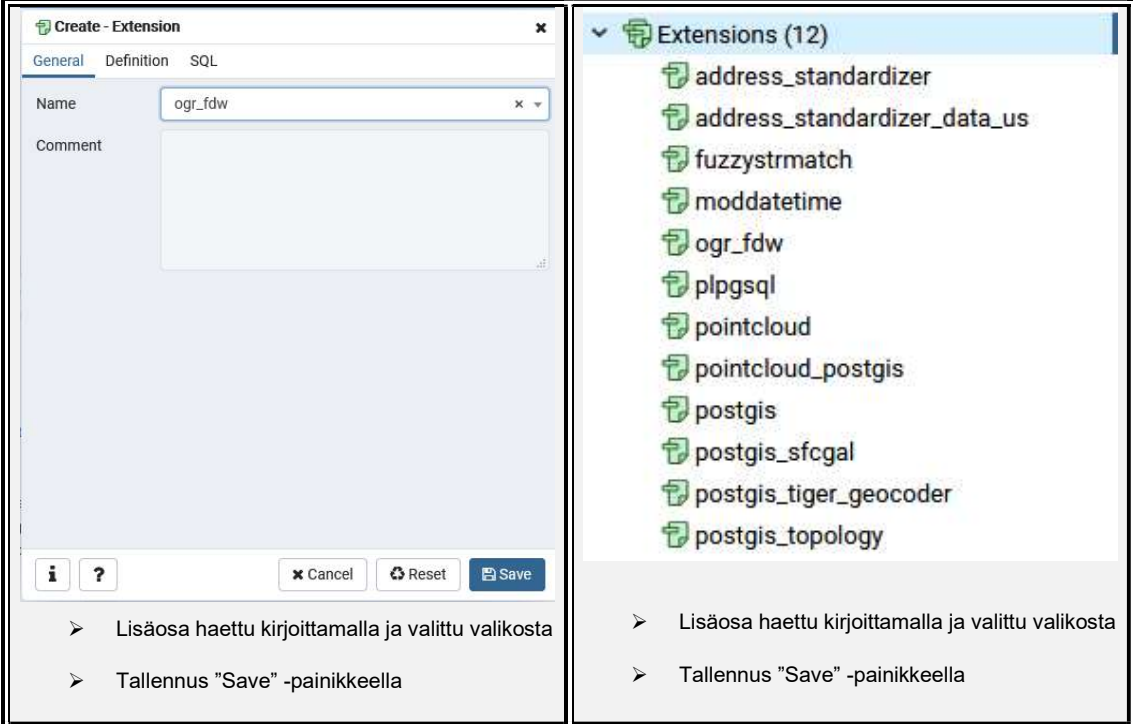
Fields: Name (postgis), Comment

Buttons: Cancel, Reset, Save

- Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta
- Tallennus "Save" -painikkeella

 <p>Create - Extension</p> <p>General Definition SQL</p> <p>Name: pointcloud</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: [i] [?] [Cancel] [Reset] [Save]</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella	 <p>Create - Extension</p> <p>General Definition SQL</p> <p>Name: pointcloud_postgis</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: [i] [?] [Cancel] [Reset] [Save]</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella
 <p>Create - Extension</p> <p>General Definition SQL</p> <p>Name: postgis_topology</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: [i] [?] [Cancel] [Reset] [Save]</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella	 <p>Create - Extension</p> <p>General Definition SQL</p> <p>Name: postgis_sfcgal</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: [i] [?] [Cancel] [Reset] [Save]</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella

 <p>Name: fuzzystmatch</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: Cancel, Reset, Save</p>	 <p>Name: address_standardizer</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: Cancel, Reset, Save</p>
<ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella	<ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella
 <p>Name: address_standardizer_data_us</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: Cancel, Reset, Save</p>	 <p>Name: postgis_tiger_geocoder</p> <p>Comment:</p> <p>Buttons: Cancel, Reset, Save</p>
<ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella	<ul style="list-style-type: none">➤ Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta➤ Tallennus "Save" -painikkeella



Create - Extension

General Definition SQL

Name: ogr_fdw

Comment:

Cancel Reset Save

- Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta
- Tallennus "Save" -painikkeella

Extensions (12)

- address_standardizer
- address_standardizer_data_us
- fuzzystmatch
- moddatetime
- ogr_fdw
- plpgsql
- pointcloud
- pointcloud_postgis
- postgis
- postgis_sfcgal
- postgis_tiger_geocoder
- postgis_topology

- Lisäosa haettu kirjoittamalla ja valittu valikosta
- Tallennus "Save" -painikkeella

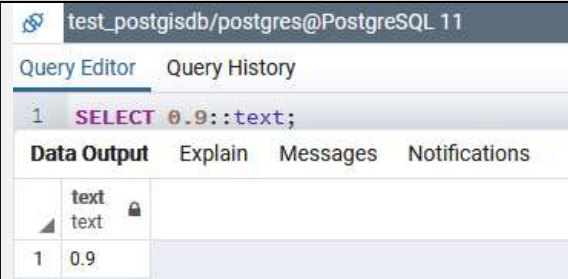
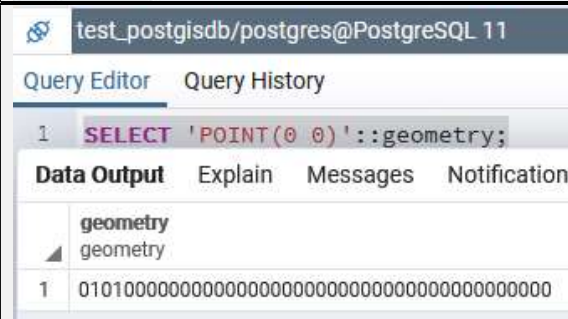
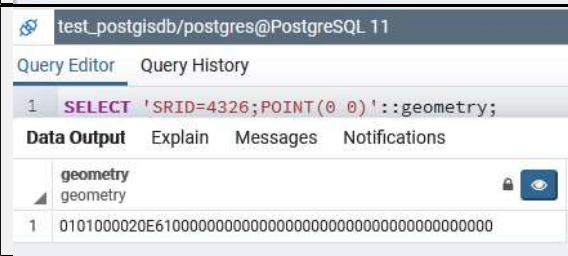
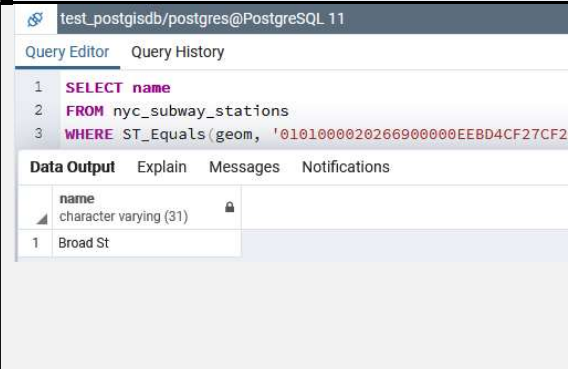

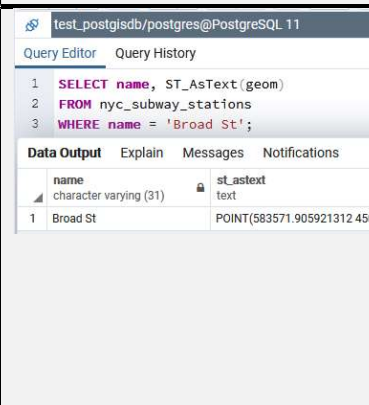
LIITE 5

Funktioiden esimerkit

Kuvattu yleisempien funktioiden esimerkit.

<p>ST_GeometryType, ST_NDims, ST_SRID</p>		
<p>ST_AsText</p>		
<p>ST_X, ST_Y</p>		
<p>ST_AsText, Linestring</p>		
<p>ST_Length</p>		

<p><i>Esimerkki kolmiulotteisesta WKB-esityksestä</i></p>		<p>Kuvion SQL-kysely näyttää on esimerkin kolmiulotteisesta WKB-esityksestä. Kuten huomataan, esitys on muutunut. Postgis käyttää hex -koodattua EWKB, laajennettu tunnettu tekstiä, ja ISO-standardin mukaista tunnettua tekstiä(tarkasta).</p>
<p><i>ST_GeomFromText-funktion käyttäminen ilman SRID-parametria</i></p>		<p>Kuvio esittää muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla</p>
<p><i>ST_GeomFromText-funktion käyttäminen ilman SRID-parametria</i></p>		<p>Kuvio esittää muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla</p>
<p><i>T_Make *-funktion käyttäminen</i></p>		<p>Kuvio esittää muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla</p>
<p><i>PostgreSQL-valuuttasyn-taksin ja ISO WKT: n käyttö</i></p>		<p>Kuvio esittää muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla</p>
<p><i>PostgreSQL-valuuttasyn-taksin ja laajennetun WKT: n käyttö</i></p>		<p>Kuvio esittää muita tapoja luoda geometrioita tunnettujen tekstien tai vastaavien muotoiltujen syötteiden avulla</p>
<p><i>Esimerkki GML/JSON</i></p>		<p>Kuviossa on esimerkki, joka käyttää GML: ää ja tuottaa JSON.</p>

<p><i>Esimerkki tekstimerkkijonon muuttamisesta</i></p>	 <pre> SELECT 0.9::text; </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>text</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.9</td> </tr> </tbody> </table>	text	0.9							
text										
0.9										
<p><i>Esimerkki, jossa muunnetaan WKT-merkijonon geometriaksi</i></p>	 <pre> SELECT 'POINT(0 0)::geometry; </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>geometry</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>POINT(0 0)</td> </tr> </tbody> </table>	geometry	POINT(0 0)							
geometry										
POINT(0 0)										
<p><i>Esimerkki, jossa määritetään geometrian SRID</i></p>	 <pre> SELECT 'SRID=4326;POINT(0 0)::geometry; </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>geometry</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SRID=4326;POINT(0 0)</td> </tr> </tbody> </table>	geometry	SRID=4326;POINT(0 0)							
geometry										
SRID=4326;POINT(0 0)										
<p><i>ST_Equals</i></p>	 <pre> SELECT name FROM nyc_subway_stations WHERE ST_Equals(geom, '010100002026690000EEDB4CF27CF22); </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Broad St</td> </tr> </tbody> </table>	name	Broad St	<p>Kuviossa ST_Equals palauttaa paikannimen, missä kahdella samantyyppisellä geometrialla on identtiset x, y-koordinaattiarvot. Eli jos toinen muoto on yhtä suuri (identtinen) ensimmäisen muodon kanssa.</p>						
name										
Broad St										
<p><i>Esimerkiksi Broad Street -metroasema ja määritetään sen naapurusto ST_Intersects-toiminon avulla</i></p>	 <pre> SELECT name, ST_AsText(geom) FROM nyc_subway_stations WHERE name = 'Broad St'; </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wall St</td> </tr> <tr> <td>Broad St</td> </tr> <tr> <td>Nassau St</td> </tr> </tbody> </table>	name	Wall St	Broad St	Nassau St	 <pre> SELECT name, ST_AsText(geom) FROM nyc_subway_stations WHERE name = 'Broad St'; </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th>name</th> <th>st_astext</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Broad St</td> <td>POINT(583571.905921312 45)</td> </tr> </tbody> </table>	name	st_astext	Broad St	POINT(583571.905921312 45)
name										
Wall St										
Broad St										
Nassau St										
name	st_astext									
Broad St	POINT(583571.905921312 45)									

*Esimerkki
jossa etsi-
tään kadut
jotka on 10
metrin
päässä
Broad
Street -met-
roasemasta*

```
test_postgisdb/postgres@PostgreSQL 11
Query Editor Query History
1 SELECT name
2 FROM nyc_streets
3 WHERE ST_DWithin(
4     geom,
5     ST_GeomFromText('POINT(583571 4586714)',26918),
6     10
7 );
```

name
1 Wall St
2 Broad St
3 Nassau St

