



Harjoitustehtävä 7

QGIS-harjoituksia:
Verkostoanalyysit



Nylander, A. & Muukkonen, P. (2022)

Johdanto

Tässä harjoituksessa tutustutaan verkostoanalyysiin ja QGIS:n reitinetsintätyökaluihin. Harjoitus sisältää kolme tehtävää ja kaksi vapaaehtoista lisätehtävää. Kannattaa tallentaa tässäkin harjoituksessa tallennettavat kartat ja muut tiedostot *samaan kansioon* (luo itsellesi vaikka kutakin kurssikertaa/moduulia varten oma kansio), jotta ne löytyvät helposti. Harjoituksesta koostetaan **raportti**: jokaisesta tehtävästä raporttiin liitetään visualisointi ja mahdollisesti lyhyt pohdinta.

Tehtävä 1: Yksinkertainen reititys

Kenties yleisimmin reitinetsintää käytetään liikkumisen suunnittelua varten luoduissa sovelluksissa ja esim. navigaattoreissa, mutta toki sitä voidaan hyödyntää monissa muissakin tilanteissa. Tässä tehtävässä tutustutaan QGIS:n verkostoanalyysiin ja reitinetsintään kahden pisteen välillä. *Shortest path (point to point)* (*Lyhin polku (pisteestä pisteeseen)*) on työkalu, joka viiva-aineistoon perustuen etsii lyhyimmän tai nopeimman reitin kahden pisteen välillä. Viiva-aineistona käytetään Väyläviraston Digiroad-liikenneväylädataa.

1. Avaa QGIS ja avaa *Add WFS Layer (Lisää WFS-taso)* -sivu painamalla  -painiketta tai valitsemalla *Layer → Add Layer → Add WFS Layer (Taso → Lisää taso → Lisää WFS-taso)*. Yhdistä Väyläviraston Digiroad-WFS-palveluun valitsemalla se *Server Connections (Palvelinyhteydet)* -listasta ja painamalla  -painiketta.

Jos et ole aiemmin yhdistänyt Digiroad-WFS-palveluun, klikkaa  ja lisää palvelu ensin:

Name: Väylävirasto Digiroad

URL: <https://julkinen.vayla.fi/inspirepalvelu/digiroad/wfs?request=getcapabilities>

2. Etsi avautuvasta aineistolistasta *Nopeusrajoitus (Digiroad)* -niminen aineisto, joka sisältää Suomen autotiet nopeusrajoituksineen. Klikkaa aineistoa siten, että kyseinen rivi muuttuu siniseksi, mutta älä kuitenkaan lisää sitä vielä *Add (Lisää)* -painikkeella vaan valitse **Build query** (*Tee kysely*) sivun alaosasta (**kuva 1**).

Laatijat:

Alex Nylander & Petteri Muukkonen*

Geotieteiden ja maantieteen osasto,
Helsingin yliopisto & HY+

* petteri.muukkonen@helsinki.fi

Tämä materiaali on laadittu CRITICAL-tutkimushankkeessa (2020–2023), jota on tukenut Strategisen tutkimuksen neuvosto (STN). Lisäksi materiaalin laatimista ovat tukeneet Opettajien akatemia, Helsingin yliopisto sekä HY+. Tekstiä ja kuvia saa käyttää CC BY 4.0 -lisenssillä (vapaa käyttö- ja muokkausoikeus, viittaa alkuperäiseen).

Server Connections

Väylävirasto Digiroad

Connect New Edit Remove Load Save

Filter

Title	Name	Abstract	Sql
Päällystetty tie (Digiroad)	digiroad:DR_PAALLYSTETTY_TIE		
Pysäköintikielto (Digiroad)	digiroad:DR_PYSAKOINTIKIELTO		
Palvelu (Digiroad)	digiroad:DR_PALVELU		
Opastustaulu (Digiroad)	digiroad:DR_OPASTUSTAULU		
Nopeusrajoitus (Digiroad)	digiroad:DR_NOPEUSRAJOITUS		
Liittymänumero (Digiroad)	digiroad:DR_LIITYMANRO		
Liikennevalo (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEVALO		
Liikennemäärä (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEMAARA		
Liikennemerkit (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEMERKIT		

☐ Use title for layer name

☐ Only request features overlapping the view extent

Coordinate Reference System

EPSG:3067 Change...

Build query Close Add Help

Kuva 1.

Koko Suomen kattava *Digiroad*-aineisto on kohtuuttoman raskas ja latautuu erittäin hitaasti. Sen takia on viisasta valita vain niiden alueiden tiet, joita tulemme analysissa tarvitsemaan.

Väyläviraston [ohjesivulla](#) kehoitetaan käyttämään aineistoja kunta-aluejaolla, ja tietyn kunnan/kuntien teiden lataaminen onnistuu nimenomaan *Build query (Tee kysely)* -valinnassa (**kuva 2**). Tällä kertaa tehtävässä riittää pääkaupunkiseudun kuntien eli Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten tiet.

Jokainen Digiroad-aineiston tienpätkä sisältää tiedon siitä, minkä kunnan alueella se sijaitsee. Kunta on ilmoitettu kuntakoodilla [Tilastokeskuksen luokituksen](#) mukaisesti, ja koodi löytyy *KUNTAKOODI*-sarakkeesta. *Build query (Tee kysely)* -kohdassa (**kuva 2**) asetetaan seuraavanlainen lauseke *SQL Statement* -kohtaan:

```
SELECT * FROM DR_NOPEUSRAJOITUS
WHERE DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 049 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 091 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 092 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 235
```

Tällöin Nopeusrajoitus-aineistosta valitaan ainoastaan ne tienpätkät, jotka sijaitsevat pääkaupunkiseudulla eli niiden kuntien alueella, joiden kuntakoodi on 049, 091, 092 tai 235. Kun olet asettanut lausekkeen oikeaan kohtaan, paina *OK*.

SQL Query Composer

SQL Statement

```
SELECT * FROM DR_NOPEUSRAJOITUS WHERE
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 049 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 091 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 092 OR
```

Columns *

Table(s) DR_NOPEUSRAJOITUS

Joins

Joint layer	ON condition

Where

```
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 49 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 91 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 92 OR
DR_NOPEUSRAJOITUS.KUNTAKOODI = 235
```

Order by

Reset OK Cancel Help

Kuva 2.

Nyt olet takaisin *Server Connections (Palvelinyhteydet)* -valikossa (**kuva 3**). Ennen kuin lisäät tason kartalle, katso, että kohtaa *Only request features overlapping the view extent (Hae vain näkymän alueella olevia kohteita)* **ei ole valittu**. Vaihda lisäksi tuotavan tason koordinaattijärjestelmä ETRS-TM35FIN:ksi (EPSG:3067) kohdassa **Change...** (*Muuta*). Varmista myös, että olet klikannut **Nopeusrajoitus (Digiroad)** -tason siniseksi. Kun on valmista, tuo taso kartalle klikkaamalla *Add (Lisää)*.

Server Connections

Väylävirasto Digiroad

Connect New Edit Remove Load Save

Filter

Title	Name	Abstract	Sql
Päällystetty tie (Digiroad)	digiroad:DR_PAALLYSTETTY_TIE		
Pysäköintikielto (Digiroad)	digiroad:DR_PYSÄKOINTIKIELTO		
Palvelu (Digiroad)	digiroad:DR_PALVELU		
Opastustaulu (Digiroad)	digiroad:DR_OPASTUSTAULU		
Nopeusrajoitus (Digiroad)	digiroad:DR_NOPEUSRAJOITUS		DR_NOPEUSRAJOITUS
Liittymännumero (Digiroad)	digiroad:DR_LIITYMANRO		
Liikennevalo (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEVALO		
Liikennemäärä (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEMAARA		
Liikennemerkit (Digiroad)	digiroad:DR_LIIKENNEMERKIT		

☐ Use title for layer name

☐ Only request features overlapping the view extent

Coordinate Reference System

EPSG:3067 **Change...**

Build query Close Add Help

Kuva 3.

3. Nyt *Digiroad*-aineiston pitäisi näkyä kartalla (aineiston latautumisessa voi kestää pieni hetki). Mikäli aineisto ei lataudu kartalle niin kuin pitäisi, yritä uudelleen ja varmista että kohdan 2 SQL-lauseke ja muut asetukset ovat kohdillaan.

Lisää jokin taustakartta, jotta teiden sijainti erottuu paremmin. Tason pitäisi näyttää suurin piirtein tältä (**kuva 4**):




Kuva 4.

4. Tallennetaan seuraavaksi taso, jotta sen muokkaaminen jatkossa helpottuu. Klikkaa siis sen nimeä hiiren oikealla ja valitse *Export* → *Save features as...* (*Vie* → *Tallenna kohteet nimellä*) ja tallenna taso kurssikerran kansioosi nimellä *DR_nopeus*. Kun taso on onnistuneesti tallennettu, voit poistaa alkuperäisen tason (*digiroad:DR_NOPEUSRAJOITUS*) kartalta.

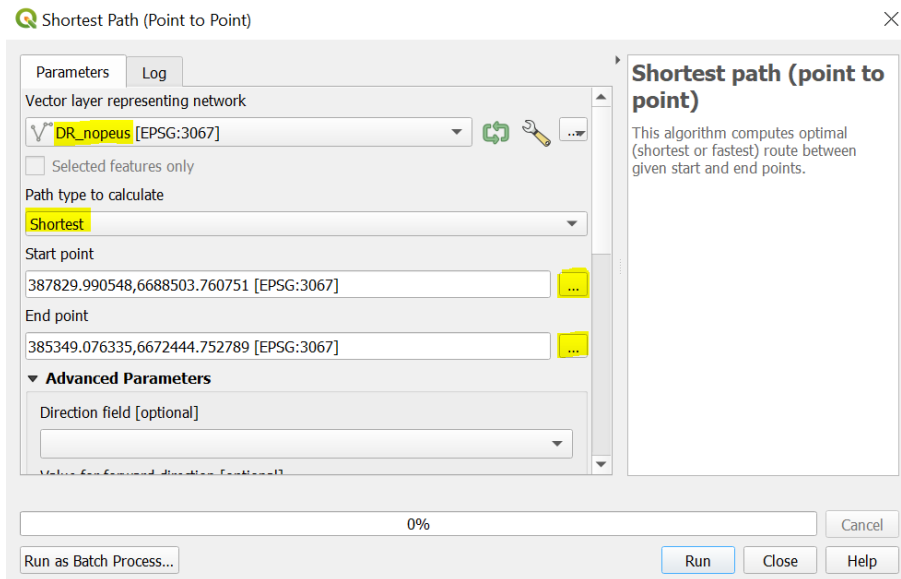
Avaa sitten *DR_nopeus*-tason attribuuttitaulu ja tarkastele sitä. Sarake *ARVO* sisältää tiedon kyseisen tienpätkän nopeusrajoituksesta. Selviää, että n. 2000 tienpätkällä ei ole nopeusrajoitusarvoa, mutta se ei haittaa: *reititystyökalussa* voi määrittää oletusarvon niille pätkille, joilta tieto puuttuu.

5. Seuraavaksi voidaan testata reitinetsintää *DR_nopeus*-tason väyläaineiston avulla. Etsi esim. *Processing Toolbox* (*Prosessointityökalut*) -valikon avulla *Shortest path (point to point)* (*Lyhin polku (pisteestä pisteeseen)*) -työkalu (**kuva 5**). Kokeillaan ensiksi etsiä lyhin reitti kahden pisteen välillä.

Vector layer representing network (*Tutkittava vektoritaso*) -kohtaan valitaan se taso, joka sisältää verkoston, siis tällä kertaa ***DR_nopeus***. Koska nyt etsitään lyhintä reittiä, valitaan *Path type to calculate* (*Reitityisperuste*) -kohdassa ***Shortest*** (*Lyhin*).

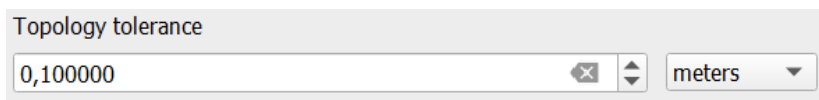
Seuraavaksi haetaan kartalta reitin alkupiste painamalla  -painiketta *Start point* (*Alkupiste*) -kohdan oikeassa reunassa. Etsi kartalta Helsinki-Vantaan lentoasema ja klikkaa aloituspiste sen parkkipaikalle (valitse esimerkiksi *Google Road* -taustakartta, mikäli sinulla on vaikeuksia löytää

asemaa tai parkkipaikkaa). Sitten paina jälleen [...] -painiketta valitaksesi reitin loppupisteen (*End point*). Etsi kartalta esim. Eduskuntatalo ja klikkaa sitä.



Kuva 5.

Tarkastele sitten *Advanced Parameters (Lisäasetukset)* -valikkoa ja etsi sieltä *Topology tolerance (Topologian toleranssi)* -niminen kenttä. Vaihda siihen arvoksi 0,1 metriä (**kuva 6**). HUOM! Tässäkin kohtaa on syytä varmistaa, että verkostotaso (*DR_nopeus*) on sellaisessa koordinaattijärjestelmässä (kuten ETRS-TM35FIN), joka käyttää yksikkönään metrejä.



Kuva 6.

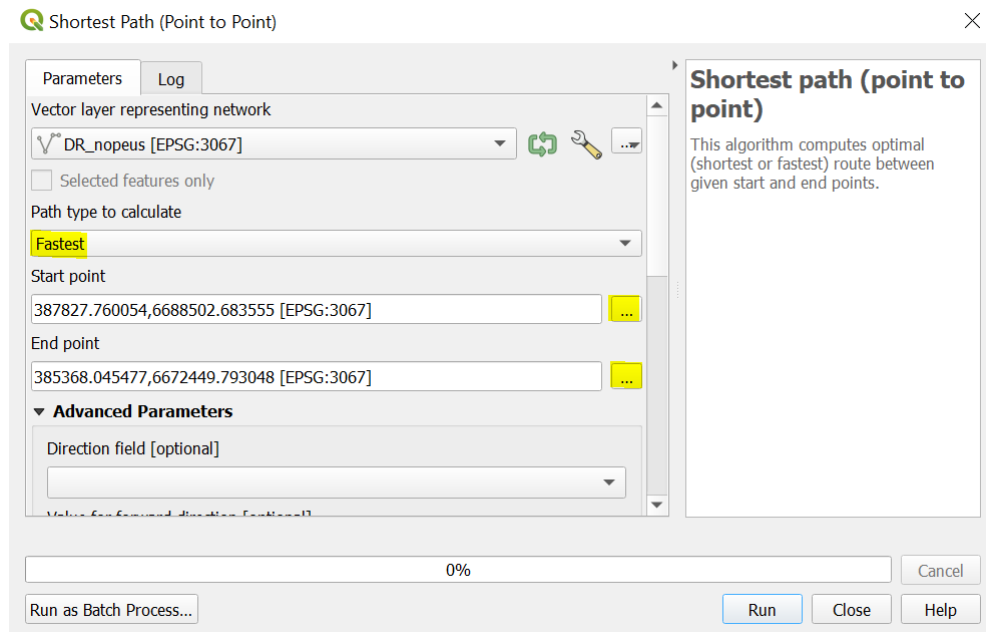
Vaikka esim. *Digiroad* on pääosin hyvälaatuista dataa, sekin sisältää joitain geometriavirheitä. Reitityksen suhteen erityisen ongelmallisia voivat olla sellaiset virheet, kun kahden tienpätkän väliin on jäänyt esim. aineiston digitointivaiheessa minimaalinen rako, eikä analyysi toimi silloin niin kuin pitäisi. Kun *Topology tolerance (Topologian toleranssi)* -kohdan arvoksi asetetaan *0,1 metriä*, työkalu jättää reititysvaiheessa huomiotta sitä pienemmät raot. Voit halutessasi testata lisäksi reitinetsintää oletusarvolla 0 ja kokeilla sisältääkö reitti esimerkiksi kummallisia mutkia tms.

Klikkaa *Run (Suorita)*, ja tovin kuluttua lyhimmän reitin näiden kahden pisteen välillä pitäisi ilmestyä kartalle. Kyseessä on väliaikainen taso, mutta voit vaihtaa sen nimeksi vaikkapa ”*Lyhyin reitti*”, jotta erotat sen seuraavaksi luotavasta reitistä.

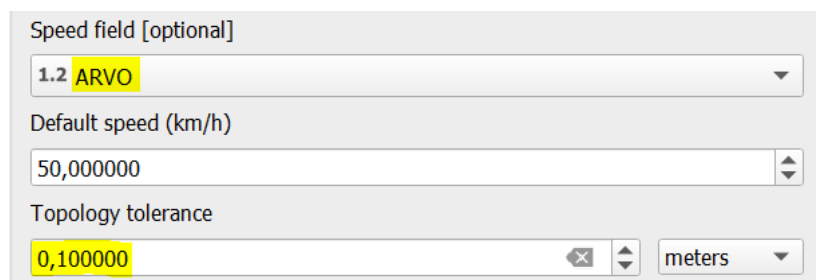
6. Toistetaan seuraavaksi analyysi siten, että haetaan **nopein** reitti näiden pisteiden välillä. Avaa siis jälleen *Shortest path (point to point) (Lyhin polku (pisteestä pisteeseen))* -työkalu (**kuva 7**), mutta vaihda *Path type to calculate (Reititystyyppi)* -kohtaan valinnaksi **Fastest (Nopein)**. Valitse sitten [...] -painikkeiden avulla samat alku- ja loppupisteet kuin edellisessä reitityksessä.

Jotta eri teiden nopeusrajoitukset tulevat analyysissä huomioiduksi valitaan *Advanced parameters* -valikon alareunasta *Speed field [optional] (Nopeuskenttä [valinnainen])* -kohdassa (**kuva 8**) se sarake, joka sisältää nopeusrajoitustiedot. Kuten aiemmin todettiin, sen sarakkeen nimi on **ARVO**.

Sääda lisäksi jälleen *Topology tolerance* (*Topologian toleranssi*) -arvoksi **0,1** metriä. *Default speed* (*Oletusnopeus*) -arvoksi voidaan jättää 50 km/h. Tämä tarkoittaa sitä, että kyseistä arvoa käytetään niillä tienpätkillä, joilta nopeusrajoitus puuttuu.



Kuva 7.



Kuva 8.

Paina jälleen *Run* (*Suorita*) käynnistääksesi analyysin. Ohjelmalla kestää jälleen hetken, mutta seuraavaksi myös nopeimman reitin pitäisi ilmestyä kartalle! Vaihda tason nimeksi esimerkiksi ”*Nopein reitti*”.

7. Tarkastele luotuja reittejä. Eroavatko ne toisistaan ja jos eroavat niin miten? Muokkaa kartan kohteiden symboliikkaa siten, että lyhin ja nopein reitti erottuvat muusta tieverkosta (voit esimerkiksi käyttää harmaata *Esri Gray* -taustakarttaa ja muokata tieverkoston reittejä lukuun ottamatta harmaaksi). **Liitä kuvankaappaus tai kartta reiteistä raporttiisi!**

Tehtävä 2: Realistisempaa reititystä

Edellisen tehtävän aineistolla toteutettu reitinetsintä vaikuttaa päällisin puolin toimivalta, mutta siinä on joitakin rajoitteita, jotka vaikuttavat lopputuloksen realistisuuteen. Jos tarkastelet äsken luotuja reittejä, voit huomata, etteivät ne ota huomioon ajosuuntia ja teiden yksisuuntaisuuksia eivätkä sitä, onko väylä todella autotie vai esimerkiksi kevyen liikenteen väylä. Seuraavaksi toteutetaan reitinetsintä siten, että reitit vastaavat enemmän todellisuutta. Väyläaineistoa täytyy kuitenkin ensin hieman modifioida.

1. Jotta teiden ja kaistojen ajosuunnat sekä tieluokat voidaan ottaa huomioon, tarvitaan kyseiset tiedot kultakin tienpätkältä. *Digiroad*-WFS-palvelusta löytyy onneksi taso, josta nämä seikat selviävät.

Avaa siis jälleen *Add WFS Layer (Lisää WFS-taso)* -työkalu ja yhdistä *Digiroad-WFS-palveluun*. Etsi palvelusta *Toiminnallinen luokka (Digiroad)* -niminen taso. Tuokin taso on koko Suomen laajuinen, joten sitä täytyy ensin rajata! Klikkaa tason nimeä siten, että rivi muuttuu siniseksi ja paina sitten sivun alalaidasta (Tee kysely) -painiketta. Avautuvassa ikkunassa (**kuva 9**) kirjoitetaan jälleen **SQL Statement** -kohtaan lauseke, jolla valitaan vain ne tienpätkät, jotka sijaitsevat pääkaupunkiseudulla:

```
SELECT * FROM dr_tielinkki_toim_lk WHERE  
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 049 OR  
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 091 OR  
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 092 OR  
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 235
```

SQL Query Composer

SQL Statement

```
SELECT * FROM dr_tielinkki_toim_lk WHERE
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 049 OR
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 091 OR
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 092 OR
```

Columns *

Table(s) dr_tielinkki_toim_lk

Joins

Joint layer	ON condition

Where

```
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 49 OR
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 91 OR
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 92 OR
dr_tielinkki_toim_lk.KUNTAKOODI = 235
```

Order by

Reset OK Cancel Help

Kuva 9.

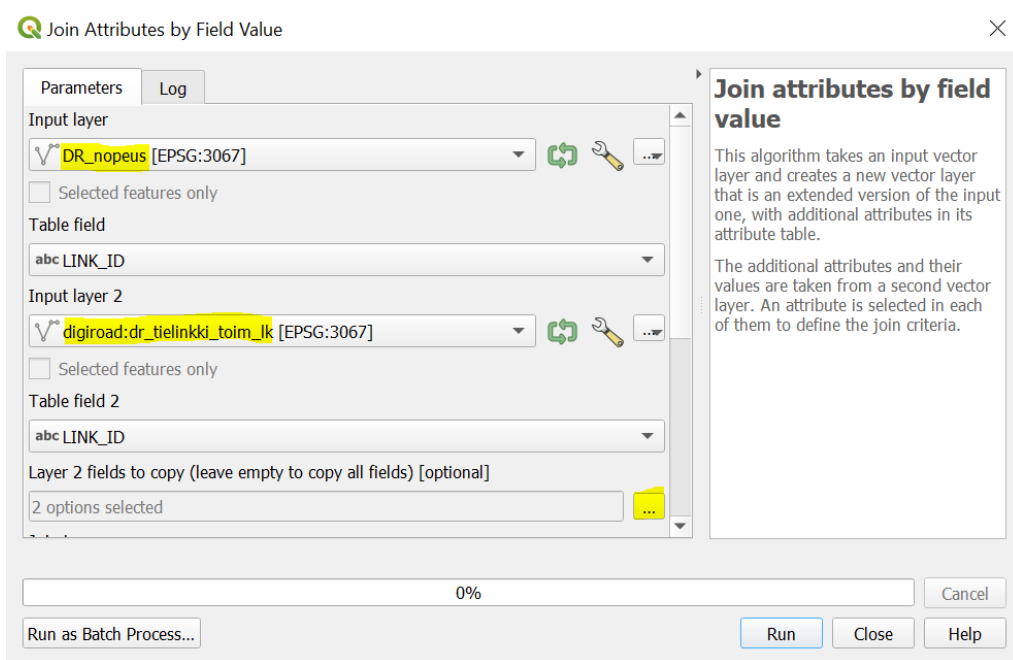
Paina sitten *OK*. Varmista sitten, että *Toiminnallinen luokka (Digiroad)* -taso on edelleen valittu ja että *Only request features overlapping the view extent (Hae vain näkymän alueella olevia kohteita)* -kohtaa **ei ole valittu**. Katso myös, että tuotavan tason koordinaattijärjestelmä on ETRS-TM35FIN (EPSG:3067) – jos ei, niin vaihda se *Change...* (*Muuta*) -painikkeella. Tuo sitten taso kartalle painamalla *Add (Lisää)* -painiketta.

2. Avaa seuraavaksi nyt tuodun tason attribuuttitaulu. Digiroad-aineiston [tietolajien kuvauksesta](#) selviää, että ajosuuntaa ja tienpätkän tyyppiä kuvaavat sarakkeet ovat *AJOSUUNTA* ja *LINKKITYYP*. Lisäksi jokaiselle tienpätkälle eli linkille on annettu oma yksilöllinen ID:nsä (*LINK_ID*), jollaiset löytyy myös edellisessä tehtävässä käytetystä *DR_nopeus*-tasosta. Seuraavaksi yhdistetään tämän link_id:n avulla *DR_nopeus*-tasoon tiedot ajosuunnasta ja tienpätkän tyypistä tietokantaliitoksella!

3. Hae esim. *Processing toolboxista (Prosessointityökalut)* työkalu nimeltä *Join Attributes by Field Value (Liitä attribuutit sarakkeen arvolla)* (**kuva 10**). Valitse *Input layer (Syötetaso)* -kohtaan *DR_nopeus*-taso ja *Input layer 2 (Syötetaso 2)* -kohtaan äsken tuotu *dr_tielinkki_toim_lk*-taso.

Table fieldillä (Taulun kenttä) tarkoitetaan sitä saraketta, joka on näiden kahden tason yhdistävä tekijä. Tällä kertaa sarakkeella on kummassakin tietokannassa sama nimi (*LINK_ID*). Valitaan se kumpaankin *Table field* -kohtaan.

Klikkaa sitten *...* -painiketta *Layer 2 fields to copy* -kohdan oikeassa reunassa. Valitse ensimmäiseen syötetasoon liitettävät kaksi saraketta eli *AJOSUUNTA* ja *LINKKITYYP*.




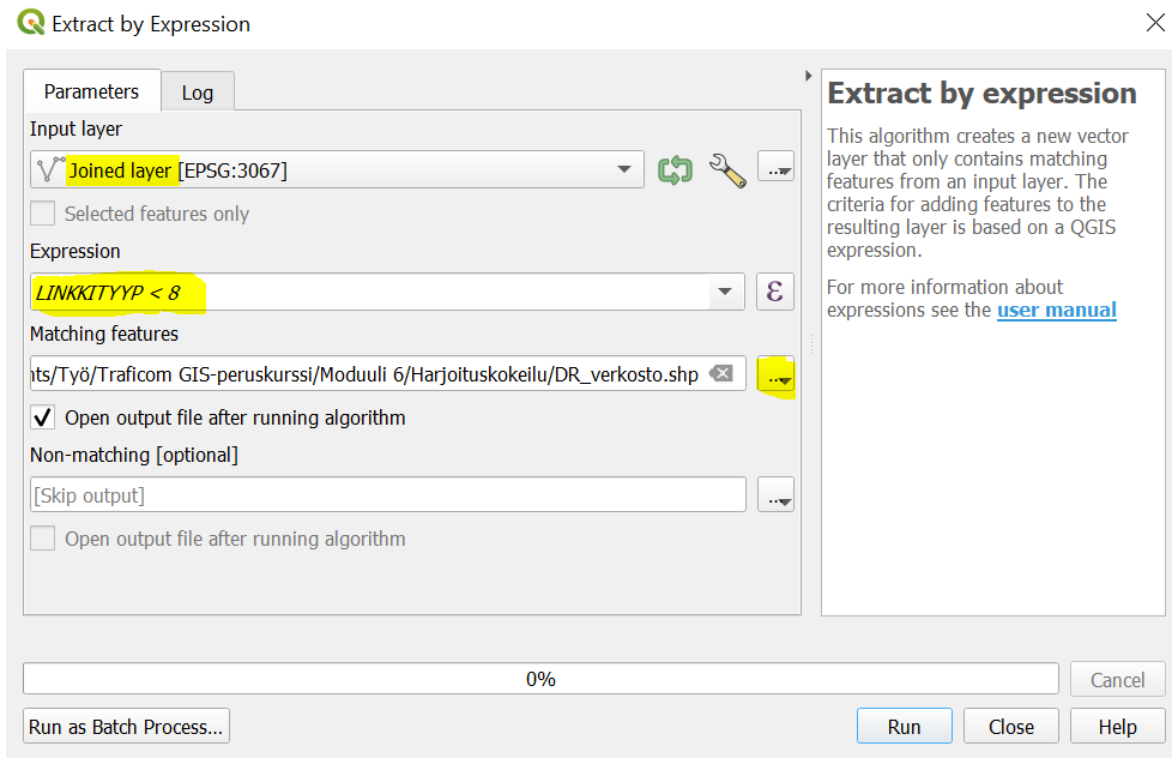
Kuva 10.

Paina sitten *Run* (*Suorita*). Uuden väliaikaisen tason (*Joined layer/Yhdistetty taso*) pitäisi ilmestyä kartalle. Kun avaat sen attribuuttitaulun, voit huomata, että sama taso sisältää nyt tiedon paitsi nopeusrajoituksesta, myös tien tyypistä ja ajosuunnasta!

4. Jos järjestät tason attribuuttitaulun linkkityypin mukaan (klikkaamalla *LINKKITYYP*-sarakkeen otsaketta) ja vertaillet arvoja [tietolajien kuvauksen](#) linkkityyppien selitteisiin (s. 48), voit huomata, että taso sisältää vielä joitain reititykseen kelpaamattomia tienpätkiä. Näitä ovat linkkityypin arvot kahdeksasta ylöspäin; ne sisältävät esimerkiksi ”huoltoaukkoja moottoritiellä”, ”erikoiskuljetusyhteyksiä puomilla” ym. Luodaan seuraavaksi lopullinen reititykseen kelpaava taso poistamalla nämä tieosuudet aineistosta.

Hae esim. *Processing toolboxista* (*Prosessointityökalut*) työkalu nimeltä *Extract by Expression* (*Irrota käyttäen lauseketta*) (**kuva 11**). Syötetasoksi (*Input layer*) tulee äsken luotu *Joined layer* -taso. *Expression* (*Lauseke*) -kohtaan taas kirjoitetaan se lauseke, jolla erotetaan syötetasosta halutut kohteet. Tällä kertaa siihen kirjoitetaan *LINKKITYYP < 8* eli valitaan ne kohteet, joiden

linkkityypin arvo on pienempi kuin 8. Luodaan tästä tasosta sitten pysyvä taso klikkaamalla  -painiketta *Matching features* -kohdan oikeassa reunassa. Valitse *Save to file...* (*Tallenna tiedostoon...*) ja tallenna taso kurssikerran kansioosi nimellä *DR_verkosto*. Paina sitten *Run* (*Suorita*).



Kuva 11.

5. Kun taso on ilmestynyt kartalle, varmista attribuuttitaulusta, ettei se sisällä kohteita, joiden linkkityypin arvo on 8 tai enemmän. Voit sitten halutessasi poistaa *digiroad:dr_tielinkki_toim_lk*- ja *Joined layer* -tasot.

Nyt on luotu taso, jonka avulla reitinetsinnän pitäisi antaa realistisempia tuloksia. Aineisto sisältää edelleen suljettuja tai osin suljettuja tieosuuksia (esim. Seurasaaressa, Santahaminassa ja Helsinki-Vantaan lentokentällä), mutta ainakin ajosuuntien suhteen reitityksen pitäisi toimia paremmin.

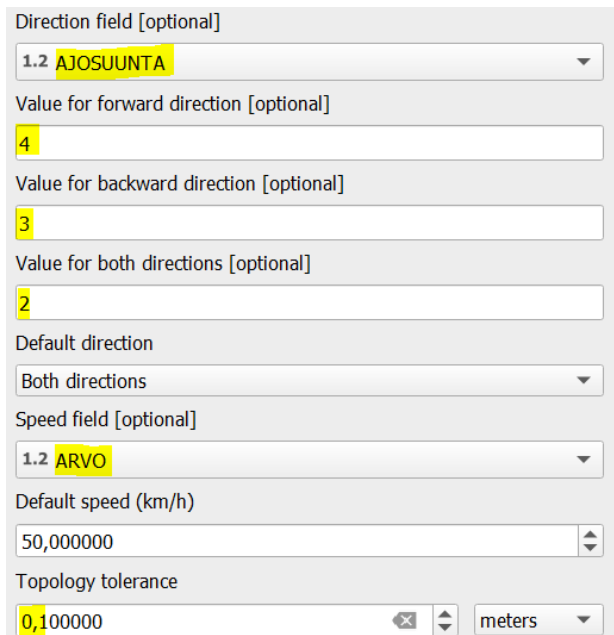
6. Kokeillaan reitinetsintää seuraavaksi käyttäen *DR_verkosto*-tasoa väylädatana. Avaa siis jälleen *Shortest path (point to point) (Lyhin polku (pisteestä pisteeseen))* -työkalu.

Aseta *DR_verkosto*-taso *Vector layer representing network (Tutkittava vektoritaso)* -kohtaan ja valitse vaihtoehto *Shortest (Lyhin)* reitinlaskennan tyyppiksi. Valitse sitten **haluamasi** lähtö- ja päätepisteet klikkaamalla [...] -painiketta *Start point (Alkupiste)*- ja *End point (Loppupiste)* -kohdissa ja valitsemalla kohteet kartalta. Koeta valita sellaiset pisteet, jotka ovat riittävän kaukana toisistaan ja joiden välillä lyhin ja nopein reitti voisi olla eri.

Koska tällä kertaa on otettava huomioon esimerkiksi ajosuunnat, tulee *Advanced parameters (Lisäasetukset)* -asetuksiin (**kuva 12**) kiinnittää tarkempaa huomiota. *Direction field (Suunta kenttä)* -kenttään valitaan se sarake, jonka arvot kuvaavat tieosuuden ajosuuntaa, eli tässä tapauksessa **AJOSUUNTA**.

[Tietolajien kuvauksesta](#) (s. 16) voidaan jälleen tarkistaa, että arvo digitointisuunnan myötäiselle (*forward direction*) ajosuunnalle on **4**. Digitointisuunnan vastaiselle (*backward direction*) ajosuunnalle arvo taas on **3**, ja kaksisuuntaisille tieosuuksille arvo on **2**. Vaikka lyhimmän matkan

analyysissä ei tarvitakaan nopeuden arvoa (**ARVO**), voi sen silti asettaa *Speed field* (*Nopeuskenttä*) -kenttään. Ja kuten aiemmin, asetetaan *Topology tolerance* (*Topologian toleranssi*) -arvoksi **0,1 metriä**.



Kuva 12.

Kun olet määrittänyt asetukset, paina *Run* (*Suorita*), niin reitin pitäisi ilmestyä kartalle. Vaihda tason nimeksi esim. ”*Lyhyin reitti*”.

HUOM! Joissain tapauksissa voi käydä niin, ettei analyysi tuota reittiä vaan herjaa esim. ”*There is no route from start point to end point*”. Siinä tapauksessa siirrä hieman alku- ja lähtöpistettäsi ja yritä uudelleen.

7. Toista äsken tekemäsi analyysi samalle reitille, mutta etsi tällä kertaa nopein reitti lyhyimmän sijasta. Aseta siis *Path type to calculate* (*Reititystapa*) -kohtaan valinnaksi *Fastest* (*Nopein*). Huolehdi, että *Advanced parameters* (*Lisäasetukset*) -asetukset on määritetty **kuvan 12** lailla, ja paina taas *Run* (*Suorita*) kun on valmista. Anna sitten tasolle nimeksi esim. ”*Nopein reitti*”.

Muokkaa seuraavaksi reittien symboliikkaa siten, että ne erottuvat taustasta paremmin. Voit esimerkiksi vaihtaa viivojen väritystä (klikkaa tasoa hiiren oikealla ja valitse *Styles* (*Tyylit*) →) tai niiden paksuutta (*Properties/Ominaisuudet* → *Symbolology/Kuvaustekniikka* → *Width/Paksuus*).

8. Kun symboliikka on mielestäsi kunnossa, vie kartta taittonäkymään (*Project/Projekti* → *New Print Layout.../Uusi taitto...*) ja lisää legenda, pohjoisnuoli ja mittakaava (ja halutessasi otsikko). Kun olet valmis, tallenna kartta kuvana kurssikerran kansioosi (*Layout/Taitto* → *Export as Image.../Vie kuvaksi...*). Lopputuloksesi voi näyttää esimerkiksi tältä (**kuva 13**):

Reittivalinnat Lauttasaaren (Sotkatie) ja Meilahden (Oksakoskenpolku) välillä



Kuva 13. Reitinetsinnän tulos Lauttasaaren ja Meilahden välillä. Verkstodata: Väylävirasto (Digiroad) 2020.

Liitä kartta raporttiisi!

Tarkastele vielä kummankin reitin attribuuttitaulua! Voit huomata, että kumpikin attribuuttitaulu sisältää kolme saraketta: lähtöpisteen ja maalipisteen sijainnit sekä *cost*-arvon. *Cost*-arvo kuitenkin poikkeaa merkittävästi reittien välillä. Tämä johtuu siitä, että *cost*-arvo kuvaa eri suuretta: nopeimman reitin kohdalla se kuvaa matka-aikaa (tunteina), ja lyhyimmän reitin kohdalla kyse taas on reitin pituudesta (metreinä).

Selvitä vielä, mikä on nopeimman reitin pituus ja kuinka paljon lyhyintä reittiä pidempi se on. Se onnistuu seuraavasti:

1. Avaa Nopein reitti -tason attribuuttitaulu
2. Klikkaa sivun yläreunasta *Open field calculator* (Avaa kentän arvojen laskin) -painiketta ()
3. Luo uusi sarake (**kuva 14**) ja anna sille nimeksi **Pituus**, kentän tyyppiä **Decimal number (real)** (*Liukuluku (reaali)*) ja kirjoita sitten lauseke **\$length** Expression/Lauseke-kenttään.
4. Paina sitten OK.

Q Nopein reitti — Field Calculator

☐ Only update 0 selected features

☒ **Create a new field**

☐ Create virtual field

Output field name **Pituus**

Output field type **Decimal number (real)**

Output field length 10 Precision 3

Expression Function Editor

\$length

Kuva 14.

Tarkastele myös reitityksen laatua: näyttääkö reitti tietämyksesi rajoissa oikealta? Vertaa (nopeinta) reittiä esim. [Google Mapsin](#) tarjoamaan reittiehdotukseen. Onko reiteissä eroja? Mistä mahdolliset erot voisivat johtua? **Lisää pohdinta raporttiisi.**

Tehtävä 3: Useamman kohteen reitittäminen

Edellisessä tehtävässä käytettiin *Shortest path (point to point)* (*Lyhin polku (Pisteestä pisteeseen)*) -työkalua laskemaan lyhin tai nopein reitti kahden pisteen välillä. On kuitenkin mahdollista selvittää tieverkkoa pitkin useamman kohteen reitti ja etäisyys (tai sinne pääsemiseen kuluva aika) lähtöpisteestä samanaikaisesti. Se onnistuu *Shortest path (point to layer)* (*Lyhin polku (pisteestä tasoon)*) -työkalulla, jossa tasona voidaan käyttää esimerkiksi itse luotua pisteaineistoa.

1. Luodaan itse pistetaso -painikkeen (tai *Layer/Tasot* → *Create Layer/Luo taso* → *New Shapefile layer.../Uusi Shapefile-taso*) avulla.

Avautuvassa valikossa (**kuva 15**) määritetään luotavan tason asetukset. Klikkaa ensin -symbolia *File Name (Tiedostonimi)* -kohdan oikeassa reunassa ja tallenna taso kurssikerran kansioosi esim. nimellä *Pisteet*. Valitse *Geometry type* -kohtaan **Point**, ja katso että tason koordinaattijärjestelmä on sama kuin viiva-aineistolla (**EPSG:3067**).

Uudella tasolla on automaattisesti yksi sarake attribuuttitaulussa – nimittäin id. Kohdassa *New Field (Uusi kenttä)* voidaan kuitenkin luoda lisää sarakkeita, mikäli niille on tarve. Anna tässä tapauksessa uudelle sarakkeelle nimeksi **Nimi** ja lisää se klikkaamalla **Add to Fields List (Lisää kenttälistaan)** -painiketta. Klikkaa sitten **OK** tuodaksesi uuden tason kartalle.

New Shapefile Layer

File name: S-peruskurssi\Moduuli 6\Harjoituskokeilu\Pisteet.shp

File encoding: UTF-8

Geometry type: Point

Additional dimensions: ☒ None ☐ Z (+ M values) ☐ M values

Project CRS: EPSG:3067 - ETRS89 / TM35FIN(E,N)

New Field

Name: Nimi

Type: Text Data

Length: 80 Precision:

Add to Fields List

Fields List

Name	Type	Length	Precision
id	Integer	10	

Kuva 15.

Jos avaat tason attribuuttitaulun, voit huomata, että se on toistaiseksi tyhjä eikä sisällä yhtäkään riviä tietoa. Seuraavaksi lisätään siis pisteitä tasoon.

2. Klikkaa hiiren oikealla näppäimellä QGIS:n yläpaneeleja, ja katso että *Toolbars (Työkalut)*-valikon alta löytyvä *Digitizing Toolbar (Digitoinnin työkalupalkki)* on valittu. Tällöin kyseisen valikon (**kuva 16**) pitäisi näkyä QGIS:n sivun yläosassa.




Kuva 16. Digitizing Toolbar -valikko

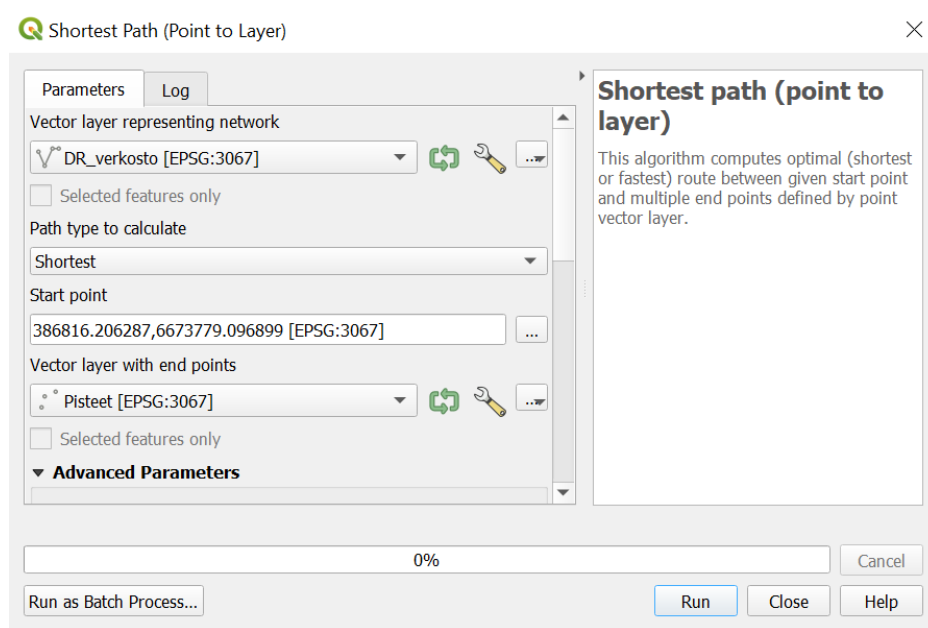
3. Valitse sivun vasemman reunan *Layers (Tasot)* -valikosta äsken luomasi *Pisteet*-taso ja klikkaa sitten *Digitizing Toolbar* -valikon kynäsymbolia (). Kun olet painanut sitä, avautuu mahdollisuus muokata valitsemaasi tasoa. Koska olet valinnut *Pisteet*-tason geometriatyypiksi nimensä mukaisesti pisteet, voit nyt lisätä pisteitä kartalle *Add Point Feature (Lisää pistekohde)* -painikkeen () avulla.

4. Saat nyt päättää minkälaisia kohteita haluat kartalta valita. Ne voivat olla esimerkiksi itsellesi tuttuja paikkoja (kauppoja, kahviloita, liikuntapaikkoja, uimarantoja ym.). Kun olet löytänyt ensimmäisen kohteen, klikkaa karttaa, jolloin avautuu ikkuna, jossa voit määrittää kyseisen kohteen arvot eri sarakkeille.

Anna ensimmäisen kohteen *id*-arvoksi 0 ja kirjoita *Nimi*-kohtaan kyseistä kohdetta kuvaava nimi. Kun painat *OK*, piste ilmestyy kartalle. Toista sitten sama uudestaan seuraavan kohteen kohdalla, mutta anna sille *id*-arvoksi 1 jne. Valitse yhteensä n. 5–10 kohdetta, ja kun olet valmis, klikkaa jälleen *Toggle editing* (, *Tason muokkaus päälle/pois*) -symbolia tallentaaksesi tason muutokset. Tarkastele sitten attribuuttitaulua – nyt jokaiseen kohteeseen (piste) pitäisi olla liitettyä tietoa sen *id*:stä sekä nimestä.

5. Avaa seuraavaksi esim. *Processing toolboxin (Prosessointityökalut)* kautta *Shortest path (point to layer) (Lyhin polku (pisteestä tasoon))* -työkalu (**kuva 17**). Valitse *Vector layer representing network (Tutkittava vektoritaso)* -kohtaan edellisessä tehtävässä luomasi *DR_verkosto*-taso ja *Path type to calculate (Reititystapa)* -kohtaan *Shortest (Lyhin)*. Valitse sitten *Start point (Alkupiste)* kartalta -painikkeen avulla. Aloituspiste voi olla esimerkiksi kotisi, työpaikkasi tai jokin muu kohde kuten julkisen liikenteen asema.

Valitse sitten *Vector layer with end points* -kohtaan äsken luomasi *Pisteet*-taso.



Kuva 17.

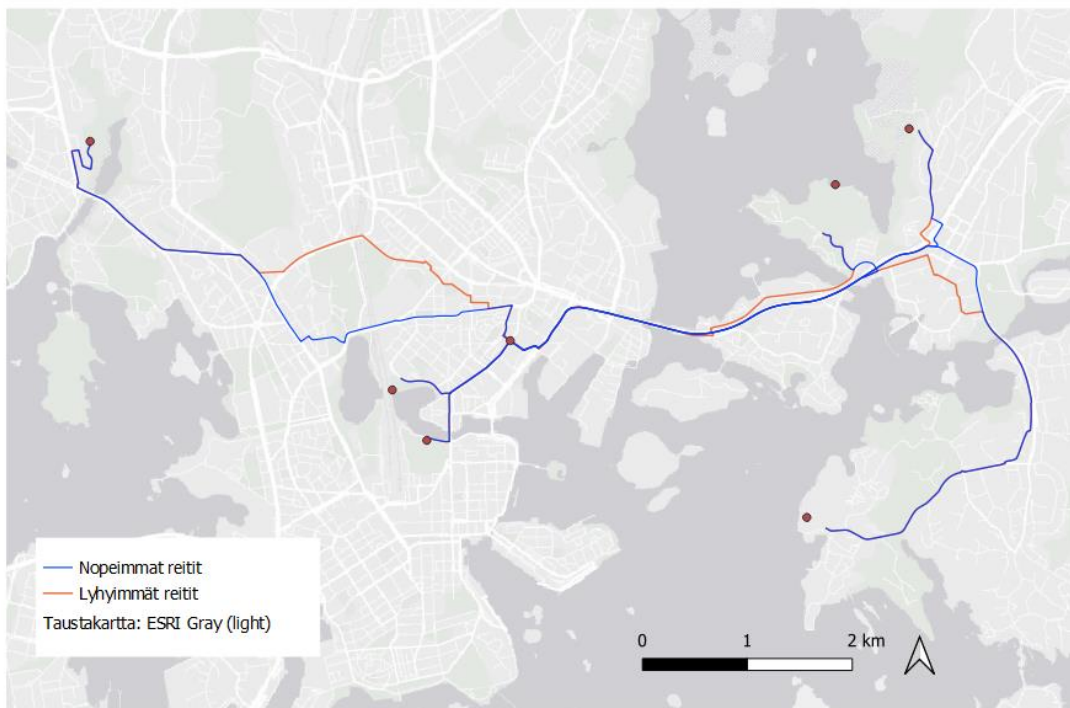
Täytä sitten *Advanced parameters (Lisäasetukset)* -asetukset **kuvan 12** tavalla (huolehdi, että esim. ajosuuntia kuvaavat arvot ovat oikein). Kun olet valmis, paina *Run (Suorita)*, niin työkalu laskee reitin jokaiseen pisteeseen. Kun taso on latautunut, nimeä se uudelleen esim. ”*Lyhyimmiksi reitiksi*” ja avaa sitten attribuuttitaulu. Voit huomata, että *cost*-sarakeessa näkyy etäisyys jokaiseen kohteeseen, ja sitä tarkastelemalla voi helposti nähdä, mikä kohde on lähimpänä ja mikä kauimpana jne.

6. Toteuta sitten reitinetsintä uudelleen, mutta etsi nopeimmat reitit lyhyimpien reittien sijasta. Toisin sanoen valitse *Path type to calculate (Reititystapa)* -kohdassa *Fastest (Nopein)*, ja täytä loput kohdat (muista sarake *ARVO* kohtaan *Speed field/Nopeuskenttä*). Kun olet valmis, paina jälleen *Run (Suorita)* ja kun taso on latautunut, vaihda sen nimeksi esim. ”*Nopeimmat reitit*”.

Muokkaa seuraavaksi jälleen reittien symboliikkaa siten, että ne erottuvat taustasta paremmin. Voit esimerkiksi vaihtaa viivojen väritystä (klikkaa tasoa hiiren oikealla ja valitse *Styles/Tyylit* →) tai niiden paksuutta (*Properties/Ominaisuudet* → *Symbology/Kuvaustekniikka* → *Width/Paksuus*). Muokkaa tässä välissä *Pisteet*-tasoa ja lisää siihen tasoon vielä yksi piste siihen kohtaan, jota käytit reitinetsinnässä alkupisteenä (*Start point*).

7. Kun olet tyytyväinen visualisointiin, vie kartta taittonäkymään (*Project/Projekti* → *New Print Layout.../Uusi taitto...*). Lisää legenda, pohjoisnuoli ja mittakaava (ja halutessasi otsikko). Kun olet valmis, tallenna kartta kuvana kurssikerran kansioosi (*Layout/Taitto* → *Export as Image.../Vie kuvaksi...*). Lopputuloksesi voi näyttää esimerkiksi tältä (**kuva 18**):

Lyhimmät ja nopeimmat reitit lähtöpisteen ja maalipisteiden välillä



Kuva 18.

Mitä sovellutuksia keksit tällaiselle reittihaulle? Mitkä ovat sen vahvuudet ja heikkoudet? Toimiko reitinetsintä mielestäsi hyvin? **Liitä kartta ja lyhyt pohdinta raporttiisi!**

Lisätehtävä 1: Kevyen liikenteen reititys

Tuo Digiroad-WFS-palvelusta *Toiminnallinen luokka (digiroad)* -aineisto. Valitse jälleen vain esimerkiksi pääkaupunkiseudun kunnat (tai voit myös kokeilla analyysia jonkin toisen kaupungin alueella). Valitse aineistosta [tietolajien kuvaukseen](#) perustuen ne väylät missä voi pyöräillä tai kävellä (eli poista aineistosta esim. moottoritiet ja muut sopimattomat väylät)! Kokeile sitten reititystä kahden pisteen välillä – valitse *Path type to calculate (Reititystapa)* -kohtaan tyypiksi *Fastest/Nopein* mutta jätä kuitenkin *Speed field (Nopeuskenttä)* -kenttä täyttämättä. Aseta sen sijaan *Default speed (Oletusnopeus)* -kohtaan vaikkapa keskimääräistä pyöräilyvauhtia kuvaava nopeus (esim. 18 km/h). Ota huomioon liikenneväylien ajosuunnat.

Vaikuttavatko reitti ja siihen käytetty aika (attribuuttitaulun *cost*-sarake) järkeviltä? Toimiiko reititys niin kuin pitää? **Liitä kartta ja/tai** muutaman lauseen **pohdinta raporttiisi**.

Lisätehtävä 2: Lähiliikuntapaikat

Yhdistä *Lipas*-WFS-palveluun* ja tuo sieltä haluamasi liikuntapaikka-aineisto QGIS:iin. Selvitä *Service area (from point) (Palvelualue (pisteestä))* – ja *Buffer (Vyöhyke)* -työkaluja käyttäen niiden liikuntapaikkojen määrä, joihin on esim. Helsingin päärautatieasemalta käsin maksimissaan 5 kilometrin (ajo)matka, ja joiden etäisyys autotiestä on enintään 200 metriä. Käytä tieaineistona tehtävässä 2 luomaasi *DR_verkosto*-tasoa.

Halutessasi voit kokeilla analyysiä myös jollain toisella pisteaineistolla, etäisyydellä tai sijainnilla.

Liitä kartta raporttiisi!

*Name: Lipas

URL: <http://lipas.cc.jyu.fi/geoserver/lipas/ows>