

# **Lielahiti-Lakiala ratayhteyden YVA+YS Tärinä- ja runkomeluserivitus**



**Päiväys** 30.1.2024  
**Tekijä** Vesa Vähäkuopus

## Sisällys

1	Lähtökohdat ja ohjeavvot.....	1
1.1	Johdanto .....	1
1.2	Pohjasuhteet .....	2
1.3	Tärinän lähteet .....	2
2	Laskennallinen arviointi .....	3
2.1	Tärinäalttiusluokitus .....	3
2.2	Liikennetärinä.....	3
2.3	Runkomelu.....	4
3	Yhteenvevto .....	6
4	Lähteet ja kirjallisuus .....	6



# 1 Lähtökohdat ja ohjearvot

## 1.1 Johdanto

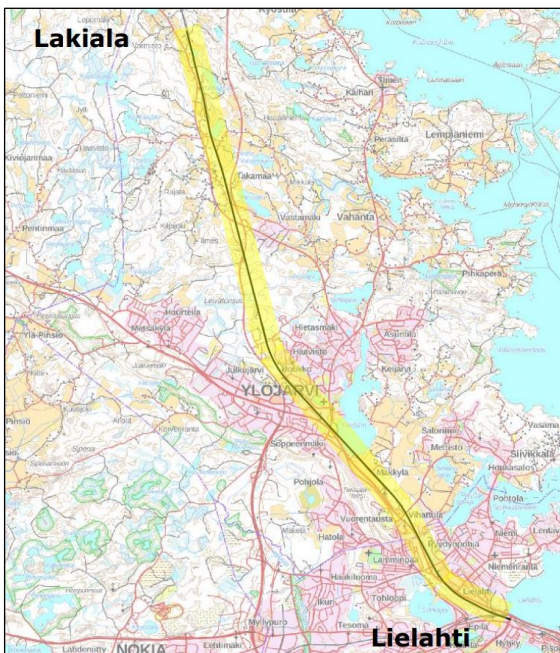
Pirkanmaan maakunnassa Tampereen Lielahden ja Ylöjärven Lakialan väliselle rataosalle suunnitellaan nykyisen raiteen rinnalle uutta raidetta eli kaksoisraidetta. Suunnitteluosuuden pituus on noin 16,8 km. Suunnitteluun sisältyvät kaksoisraiteeseen liittyvät sillat ja muut taitorakenteet sekä tarvittavien tiejärjestelyjen suunnittelu maanteiden, katujen, yksityisteiden ja kevyenliikenteenväylien osalta.

Lielähti-Lakiala yhteysvälin suunnittelu liittyy laajempaan Tampere-Oulu rataosuuden ratasuunnitteluhankkeeseen. Tampere-Seinäjoki rataosa on Suomen toiseksi vilkkain rataosa, jonka matkustajamäärien on enustettu kasvavan vuoden 2019 tilanteesta 11 % vuoteen 2030 mennessä ja edelleen 26 % vuoteen 2050 mennessä.

Suunnittelun tueksi toteutettiin joulukuussa 2023 liikennetärinän mittaussarja. Koska kaksoisraide tulee sijoittumaan nykyisen raiteen vierelle, voidaan näitä mittauksia hyödyntää myös tulevaisuuden tilannetta arvioitaessa. Radanoikaisukohdilla ratageometrian muutos on vähäinen ja mittaukset ovat hyödynnettävissä myös niiden kohdalla. Mittausraportti on esitetty liitteessä 7.1.

Tässä selvityksessä kuvataan suunnittelualueen liikennetärinän ja runkomelun laskennalliset arviointimenetelmät ja laskenta-arvot. Liikennetärinän ja runkomelun laskennalliset vaikutusalueet on esitetty liitteessä 7.2. Vaikutukset ja vaikutusten muutosten suuruudet eri hankevaihtoehdoissa on esitetty varsinaisessa YVA-selostuksessa.

Suunnitteilla oleva rataosuus on esitetty likimääräisesti kuvassa 1 ja se sijoittuu välille km 193+000 – km 209+500.

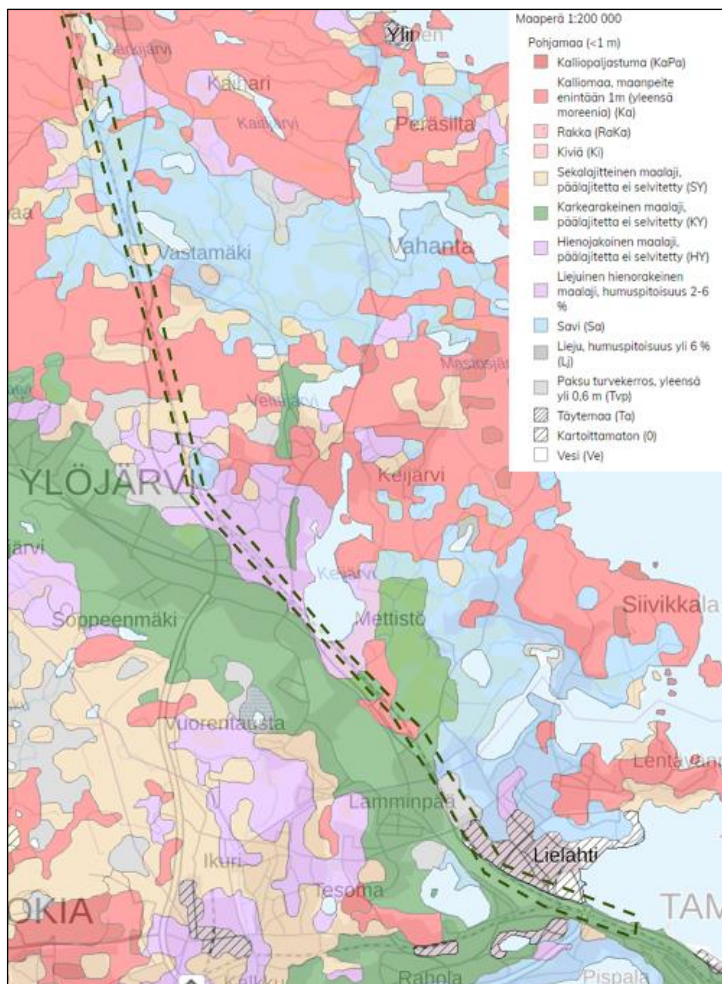


Kuva 1 Lielähti-Lakiala rataosuus likimääräinen sijainti. YVA-ohjelma esittelyaineisto 2023.



## 1.2 Pohjasuhteet

Kuvassa 2 on esitetty tarkastelualueen maaperä perustuen geologian tutkimuskeskuksen pohjatutkimuksiin. Maaperä on monimuotoista, joissa kovien kallio- ja karkearakeisten maalajien alueiden välillä sijaitsee myös pehmeämpiä ja tärinää paremmin välittäviä alueita. Rakennuksia sijoittuu jokaisella maalajille. Suurimmat asutuskeskittymät sijaitsevat suunnittelualueen eteläisemmällä puoliskolla.



Kuva 2 Rataosuuden ympäristön pohjasuhteet ([gtkdata.gtk.fi/maankamara](http://gtkdata.gtk.fi/maankamara)). Radan lähivaikutusalue esitetty katkoviivalla välillä Lielähti-Lakiala.

## 1.3 Tärinän lähteet

Alueen ainoa tiedossa oleva värähtelylähde on Tampere-Oulu rautatieväylä. Radalla liikennöi vilkkaasti henkilö- ja tavarajunaliikennettä. Suurimman tärinärasituksen aiheuttavat tavarajunat ohittavat tarkastelualueen ja mittauspisteet nopeuksilla ~60-90 km/h. Suurin nopeusrajoitus suunnittelualueella on 200 km/h.





## 2 Laskennallinen arviointi

### 2.1 Tärinäalttiusluokitus

Tärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta” [2] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 2.1.

Taulukko 2.1 Suositus rakennusten värähtelyluokitukselta.

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$

Ratateknisissä ohjeissa (esim. RATO3, Radan rakenne) suositellaan vanhoilla radoilla käytettäväksi värähtelyluokkaa D ja luokkaa C, mikäli uudistettavalla radalla nostetaan sallittuja akselipainoja tai nopeuksia. Toisaalta samassa ohjeessa todetaan myös mahdollisuus arvioida haitan kohtuullisuuden ja keinojen käytettävyyden perusteella sovellettavat tunnusluvut ja värähtelyluokka.

Rakennusten vaurioituminen tapahtuu yllä mainitussa taulukossa huomattavasti suuremmilla tärinätasoilla. Mikäli asumismukavuus ei selvästi häiriinny (tärinän tasot selvästi yli 0,6 mm/s) ei rakenteiden vaurioitumisen mahdollisuutta käytännössä ole olemassa.

### 2.2 Liikennetärinä

Liikennetärinän arvioinnissa on hyödynnetty VTT:n tutkimusraportissa [1] esitettyä laskentamallia. Malli on yksinkertaistettu likimääräismenetelmä, minkä avulla voidaan huomioida radalla liikkuvan kaluston ominaisuudet (massa, nopeus), maaperän ominaisuudet sekä raiteiston kunnon vaikutus tärinään. Laskennassa epävarmuus on huomioitu käyttämällä varmuuskertoimenä (FoS) arvoa 2.

Mitoittavana, eli suurimman tärinähaitan aiheuttavana junatyypinä on käytetty 3500 tonnin massaista tavarajunaa etenemässä enintään nopeudella 80 km/h. Nopeammin etenevät henkilöjunat eivät pienen massan takia ole määrääviä liikennetärinää arvioitaessa.

Laskentamallin parametrit on esitetty kaavassa 1:

$$v_{z,max} = v_{z,15} \cdot k_D \cdot k_S \cdot k_G \cdot k_R \cdot F \quad (1)$$

missä laskentaparametreinä on käytetty seuraavia:

- $v_{z,max}$  = laskennallinen pystyheilähdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä
- $v_{z,15}$  = pystyvertailuheilähdusnopeus maassa 15 metriä raiteen keskilinjasta



–	$k_D$	=	etäisyyskerroin	(referenssietäisyys 15 metriä)
–	$k_S$	=	junan nopeuskerroin	(laskettu arvolla tavarajuna 80 km/h)
–	$k_G$	=	junan painokerroin	(laskettu arvolla tavarajuna 3500t)
–	$k_R$	=	radan kuntokerroin	(= 1, normaalikuntoinen raide)
–	$F$	=	varmuuskerroin	(= 2)

Tässä tarkastelussa värähtelyn oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin.

Mahdolliset pohjanvahvistukset laskennallisessa menetelmässä on huomioitu seuraavasti:

- Paalulaatan tulkitaan vähentävän liikennetärinää aiheuttavaa värähtelyä 65 %
- Vaihdetun massan varaan perustettu raide tulkitaan perustetuksi karkearakeiselle maaperälle
- Pilari- tai massastabiloidulle maaperälle perustettu raide tulkitaan perustetuksi välimaalajeille

Yllä mainitulla laskentamenetelmällä liikennetärinän riskialueiden laajuudet raiteista muodostuvat taulukon 2.2 osoittamiksi. Alueilla joissa toteutettiin liikennetärinämittauksia, huomioitiin niiden tulokset tärinän vaikutus- ja riskialueita määritettäessä.

Taulukko 2.2 Liikennetärinän riskialueiden laajuus metreinä raiteista.

Maalaji / pohjanvahvistus					Värähtely- luokka C	Värähtely- luokka D
Tärinäherkkä koheesiomaa	ljSa	ljSi	Lj		<i>maalajille ei voida perustaa rataa</i>	<i>maalajille ei voida perustaa rataa</i>
Normaali koheesiomaa	Sa	saSi	Si		180 m	70 m
Välimaalajit	karkea Si	hkSi	siHk	hieno Hk	55 m	30 m
Karkearakeinen	Hk	Sr	HkMr	SrMr	30 m	20 m
Kallio					15 m	15 m
Pilaristabilointi					30 m	15 m
Lj = lieju Sa = savi Si = siltti	lj = liejuinen sa = savinen si = silttinen	Hk = hiekka Sr = sora Mr = moreeni			hk = hiekkainen	

## 2.3 Runkomelu

Runkomelun vaikutusvyöhykkeiden laajuuksien arvioinnissa on otettu huomioon radan, rakennusten ja maaperän ominaisuudet VTT:n oppaan [4] mukaisesti. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.

Julkaisun mukaan värähtelyn perustaso saadaan kaavasta 2:

$$L_v[dB] = 103 - 14 \cdot \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) - 0,8 \cdot \left( \frac{d}{d_0} \right), \quad (2)$$



missä:

d = etäisyys tarkasteltavan raiteen reunasta  
d0 = vertailuetäisyys, 10 m

Arvio sisätilojen runkomelutasosta ( $L_{prm}$ ) saadaan kaavasta 3:

$$L_{prm}[dB] = L_v[dB] + \Sigma \Delta L_{v,i}[dB], \quad (3)$$

jossa värähtelyn perustasoon lisätään käytetyt korjaustekijät. 250 km/h nopeuteen kykenevät junat eivät ole veturivetoisia, joten niiden yhteydessä +11 dB korjausta ei käytetä. Toisin sanoen 200 km/h nopeudella etenevä IC-juna tuottaa suuremman runkomeluvaikutuksen kuin nopeampi suurnopeusjuna. Tästä syystä runkomelutasot on arvioitu käyttäen mitoittavana junatyypinä veturivetoista IC-junaa nopeudella 200 km/h

Laskennassa käytetyt korjaustekijät ovat:

- nopeus (200 km/h): + 6 dB
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva korjaus: + 11 dB (veturivetoiset junat)
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva korjaus: + 0 dB (normaali jousitus)
- väylän kunnosta riippuva korjaus: 0 dB (hyväkuntoinen rata)
- radan eristämistavasta riippuva korjaus: 0 dB (ei eristystä), - 5 dB (pohjain), - 10 dB ja - 15 dB (sepe-  
likerroksen eristäminen)
- väylän sijainnista riippuva tekijä: avorata 0 dB, (ilmarata) - 10 dB
- rakennuksen tyypistä riippuva korjaus: Puutalo 1–2 krs - 5 dB
- maanperän ominaisuuksista johtuvat tekijät
  - pehmeät, savi-, siltti- ja hiekka-alueet, - 50 dB
  - kovat, savi-, siltti- ja moreenialueet, - 35 dB
  - kallioalueet, - 20 dB
- rakenneosien resonanssin vaikutus, vakio: + 6 dB
- muunto äänenpainetasoksi, vakio: - 28 dB
- varmuusmarginaali: + 6 dB

Edellä esitettyjä korjaustekijöitä tarkasteltaessa on syytä huomioida, että laskenta sisältää + 6 dB varmuusmarginaalin. Myös rakenneosien resonanssin vaikutuksen korjaustekijän voidaan katsoa sisältävän varmuusmarginaalia, kun otetaan huomioon, että arvioinnin kohteena on pientaloja tai niihin rinnastettavia rakennuksia. Yllä mainitulla laskentamenetelmällä runkomelun riskialueiden laajuudet raiteista muodostuvat taulukon 2.3 osoittamiksi.

Taulukko 2.3 Runkomelun riskialueiden laajuus.

Maaperä/ sijainti	Etäisyys radasta (m), jossa $L_{prm}$ arvot alitetaan			
	30 dB	35 dB	40 dB	45 dB
Pehmeä maaperä	-	50	30	15
Kova maaperä	-	150	110	80
Kallio	-	290		200



### 3 Yhteenveto

Laskennallisen arvion perusteella liikennetärinän taso olennaisimmilla pehmeikköalueilla yksittäisissä asuinrakennuksissa on suurimmillaan välillä 0,3-0,6 mm/s kaikissa hankevaihtoehdoissa. Laskennallisen vaurioitumisalueen sisälle ei sijoitu asuinrakennuksia missään hankevaihtoehdossa. Joulukuun 2023 liikennetärinämittaukset huomioitiin arvioissa.

Runkomelu voi olla havaittavissa yksittäisissä kohteissa, joissa se sekoittuu nykyisellään todennäköisesti junan aiheuttaman ilmaäänien kokemukseen.

Mahdolliset torjuntatoimenpiteet suunnitellaan tarvittaessa jatkosuunnitteluvaiheissa. Uuden raiteen osalta pehmeikköalueet vaativat lähtökohtaisesti pohjanvahvistusta, joka jo itsessään vaikuttaa liikennetärinää vähentävästi. Runkomelun osalta on mahdollista toteuttaa radanoikaisukohtilla tarvittaessa runkomelun vaimennusta ratarakenteessa.

### 4 Lähteet ja kirjallisuus

- [1] Talja & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [2] Asko Talja. 2005. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT.
- [3] Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö: Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Ympäristöministeriö.
- [4] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.





# **Lielahdi-Lakiala ratayhteyden YVA+YS Liikennetärinän mittausraportti**



**Päiväys** 30.1.2024  
**Tekijä** Vesa Vähäkuopus

## **Sisällys**

1	Lähtökohdat ja ohjeavot.....	1
1.1	Johdanto .....	1
1.2	Lielähti-Lakiala rataosuus .....	1
2	Lähtötiedot .....	2
2.1	Pohjasuhteet .....	2
2.2	Tärinän lähteet .....	2
2.3	Tärinäalttiusluokitus .....	2
3	Liikennetärinämittaukset .....	3
3.1	Mittausjärjestelyt .....	3
3.2	Liikennetärinän tulokset ja niiden käsittely .....	4
4	Yhteenvedo ja epävarmuudet .....	5
5	Lähteet ja kirjallisuus .....	5



# 1 Lähtökohdat ja ohjeavot

## 1.1 Johdanto

Pirkanmaan maakunnassa Tampereen Lielahden ja Ylöjärven Lakialan väliselle rataosalle suunnitellaan nykyisen raiteen rinnalle uutta raidetta eli kaksoisraidetta. Suunnitteluosuuden pituus on noin 16,8 km. Suunnitteluun sisältyvät kaksoisraiteeseen liittyvät sillat ja muut taitorakenteet sekä tarvittavien tiejärjestelyjen suunnittelu maanteiden, katujen, yksityisteiden ja kevyenliikenteenväylien osalta.

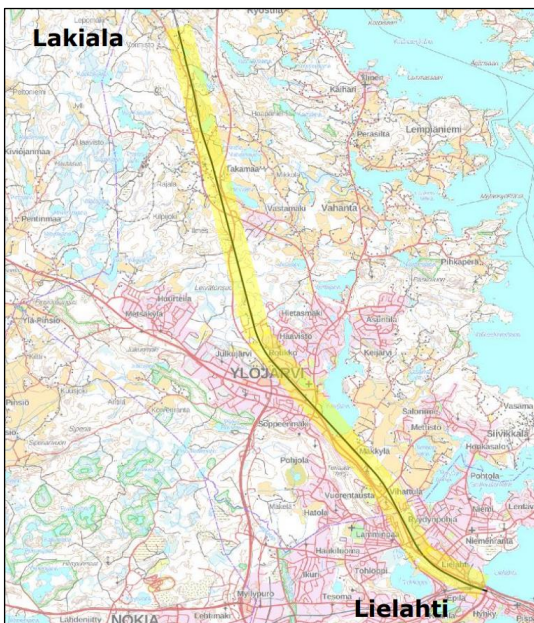
Lielähti-Lakiala yhteysvälin suunnittelu liittyy laajempaan Tampere-Oulu rataosuuden ratasuunnitteluhankkeeseen. Tampere-Seinäjoki rataosa on Suomen toiseksi vilkkain rataosa, jonka matkustajamäärien on enustettu kasvavan vuoden 2019 tilanteesta 11 % vuoteen 2030 mennessä ja edelleen 26 % vuoteen 2050 mennessä.

Suunnittelun ja YVA-menettelyn yhteydessä rataosalla on suoritettu liikennetärinämittaukset joulukuussa 2023 joita hyödynnetään YVA-menettelyssä ja radan jatko suunnittelussa. Koska kaksoisraide tulee sijoittumaan nykyisen raiteen vierelle, voidaan näitä mittaustuloksia hyödyntää myös tulevaisuuden tilannetta arvioidessa. Radanoikaisukohtilla ratageometrian muutos on vähäinen ja mittaukset ovat hyödynnettävissä myös niiden kohdalla.

Tässä mittausraportissa kuvataan suunnittelu- ja arviointialueen liikennetärinän nykyinen taso olennaisimpien asumiskeskittymien ja tärinää hyvin välittävien maa-alueiden kohdalla.

## 1.2 Lielähti-Lakiala rataosuus

Rataosuus on esitetty likimääräisesti kuvassa 1 ja se sijoittuu välille km 193+000 – km 209+500.



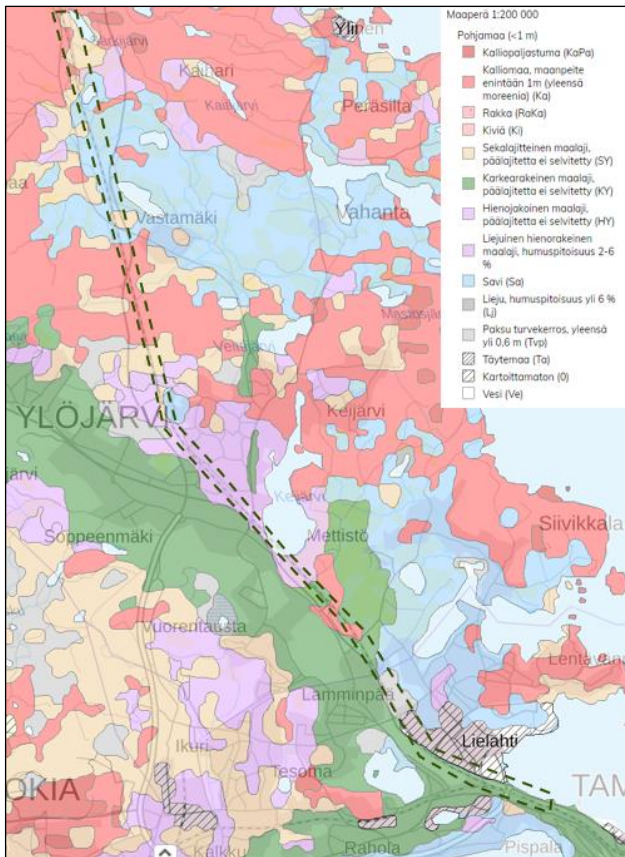
Kuva 1 Lielähti-Lakiala rataosuus likimääräinen sijainti. YVA-ohjelma esittelyaineisto 2023.



## 2 Lähtötiedot

### 2.1 Pohjasuhteet

Kuvassa 2 on esitetty tarkastelualueen maaperä perustuen geologian tutkimuskeskuksen pohjatutkimuksiin. Maaperä on monimuotoista, joissa kovien kallio- ja karkearakeisten maalajien alueiden välillä sijaitsee myös pehmeämpiä ja tärinää paremmin välittäviä alueita.



Kuva 2 Rataosuuden ympäristön pohjasuhteet (gtdata.gtk.fi/maankamara). Radan lähivaikutusalue esitetty katkoviivalla välillä Lielähti-Lakiala.

### 2.2 Tärinän lähteet

Alueen ainoa tiedossa oleva värähtelylähde on Tampere-Oulu rautatieväylä. Radalla liikennöi vilkkaasti henkilö- ja tavarajunaliikennettä. Suurimman tärinärasituksen aiheuttavat tavarajunat ohittavat tarkastelualueen ja mittauspisteet nopeuksilla ~60-90 km/h. Suurin nopeusrajoitus suunnittelualueella on 200 km/h.

### 2.3 Tärinäalttiusluokitus

Tärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” [2] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 1.





Taulukko 2.1 Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta.

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$

Ratateknisissä ohjeissa (esim. RATO3, Radan rakenne) suositellaan vanhoilla radoilla käytettäväksi värähtelyluokkaa D ja luokkaa C, mikäli uudistettavalla radalla nostetaan sallittuja akselipainoja tai nopeuksia. Toisaalta samassa ohjeessa todetaan myös mahdollisuus arvioida haitan kohtuullisuuden ja keinojen käytettävyyden perusteella sovellettavat tunnusluvut ja värähtelyluokka.

Rakennusten vaurioituminen tapahtuu yllä mainitussa taulukossa huomattavasti suuremmilla värähtelytasolla. Mikäli asumismukavuus ei selvästi häiriinny (värähtelytasot yli 0,6 mm/s) ei rakenteiden vaurioitumisen mahdollisuutta käytännössä ole olemassa.

## 3 Liikennetärinämittaukset

### 3.1 Mittausjärjestelyt

Alueella toteutettiin liikennetärinämittaukset viidessä mittauspisteessä aikavälillä 5.12-17.12.2023. Tärinämittauksen toteutti Sitowise Oy:n alikonsulttina Forcit Consulting Oy. Mittaukset toteutettiin miehittämättömänä mittauksena VTT:n ohjeen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT, 2005” mukaisesti. Tärinämittareiden tyyppinä olivat kolmiaksaalisesti mittaavat geofonit, jotka sijoitettiin olemassa olevien rakennusten perusmuureihin.

Tuloksista valittiin edustaviksi 15 merkittävintä tapahtumaa mittauspistekohtaisesti. Tämän jälkeen suoritettiin tunnuslukujen määrittäminen. Mittareiden asennus ja purkuhetkellä alueella ei huomattu mittaus tulosten luotettavuuteen vaikuttavia tapahtumia. Muuten mittauksista ei mittausaikavälillä valvottu tai tarkkailtu tuloksia aiheuttavaa liikennettä.

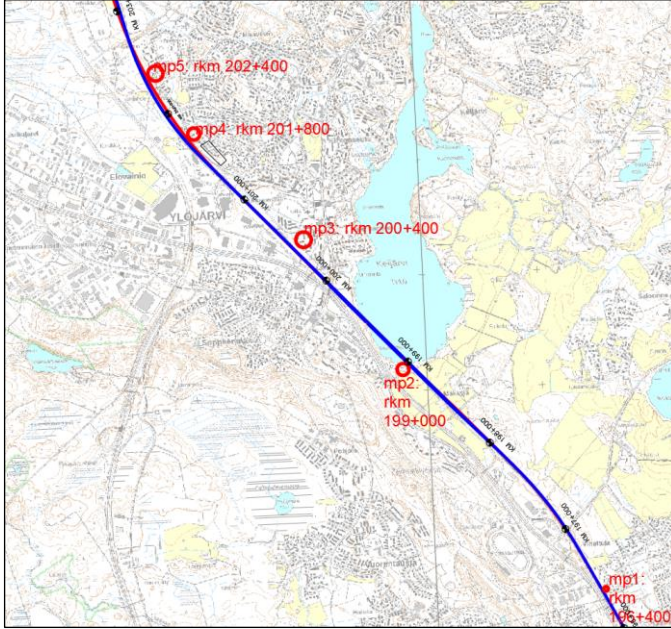
Mittauspisteet sijoitettiin asumiskeskittymien alueille, joilla maaperäkartan perusteella liikennetärinä leviää helposti. Mittauspisteiden sijoittelu tarkastelualueelle on esitetty taulukossa 2 ja visuaalisesti kuvassa 3.

Taulukko 3.1 Mittauspisteet suunnittelualueella.

Mittauspiste	Osoite	Sijainti [TM35]
mp1	Pyrytie 6	321461, 6826185
mp2	Terätie 58	319838, 6828197
mp3	Rautatieläisentie 5	318995, 6829265



mp4	Perkiöntanhua 10	318053, 6830296
mp5	Kortteentie 13	317731, 6830819



Kuva 3 Mittauspisteet suunnittelualueella.

## 3.2 Liikennetärinän tulokset ja niiden käsittely

Mittaustuloksista valittiin tyypillistä liikennettä edustamaan 15 tapahtumaa, joiden jokainen komponentti arvioitiin erikseen. Tapahtumat todettiin junista aiheutuneiksi mittauskuvaajien muodon ja aikataulutietojen perusteella. Asumismukavuutta tarkisteltiin värähtelyn taajuuspainotetulla (ISO2631-2) tehollisarvolla. Mikäli tehollistason 0,04 mm/s ylittäneitä junan ohituksesta tallennettuja tapahtumia oli vähemmän kuin 15, on tunnusluku laskettu pienemällä otosmäärällä.

Mittauspisteessä 5 tallennetut värähtelytasot olivat niin pieniä, että nauhoitteesta oli vaikea todentaa värähtelytasot ohittaneista junista aiheutuneiksi.

Mittauspisteen suurimman tunnusluvun omaava komponentti on määräävä ja määrittää mittauspisteen luokituksen. Mittauspisteen hallitseva taajuus on suurimman mittaustuloksista todennetun junan ohituksen hallitseva taajuus. Tunnuslukulaskentaan liittyvät laskentaparametrit ja asumismukavuusluokitus on esitetty oheisessa taulukossa (taulukko 3).

Taulukko 3.2 Mittaustulokset.

#MP	etäisyys väylään[m]	suurin tapahtuma (mm/s) ja aiheuttaja	keskiarvo (mm/s)	keskihajonta (mm/s)	$v_w, 95$ (mm/s)	Taajuus (Hz)	luokitus
1L	30	0,10 T 3161	0,08	0,01	0,10	11	A
1T	30	0,09 T 3161	0,07	0,01	<0,10	11	A
1V	30	0,09 T 3161	0,06	0,01	<0,10	10	A
2L	30	0,13 T 5002	0,08	0,02	0,12	4	B
2T	30	0,15 T 5002	0,10	0,02	0,14	5	B



2V	30	0,26	T 5002	0,19	0,03	0,24	4	C
3L	70	0,07	T 3069	0,06	0,01	<0,10	9	A
3T	70	0,07	T 3069	0,06	0,01	<0,10	9	A
3V	70	0,04	T 3069	0,03	0,01	<0,10	10	A
4L	70	0,07	T53216	0,06	0,01	<0,10	10	A
4T	70	0,09	T53216	0,06	0,01	<0,10	9	A
4V	70	0,14	T53216	0,08	0,02	0,13	10	B
5L	60	0,04	-	0,01	0,01	<0,10		A
5T	60	0,05	-	0,02	0,01	<0,10		A
5V	60	0,04	-	0,02	0,01	<0,10		A
V = pystysuunta								
L = väylän suuntaisesti								
T = kohtisuoraan väylästä								

Missään mittauspisteessä tulokset tai määritetty tunnusluku ei ylittänyt tasoa 0,3 mm/s. Asumismukavuuden mukaiset värähtelyluokitukset ovat siten välillä A-C. Suurin tärinärasitus aiheutui mittauspisteet ohittaneesta tavarajunaliikenteestä, mutta niiden tasot olivat pieniä. Rakennusten vaurioitumisalttiutta voidaan pitää erittäin epätodennäköisenä mittauspisteiden läheisyydessä.

## 4 Yhteenveto ja epävarmuudet

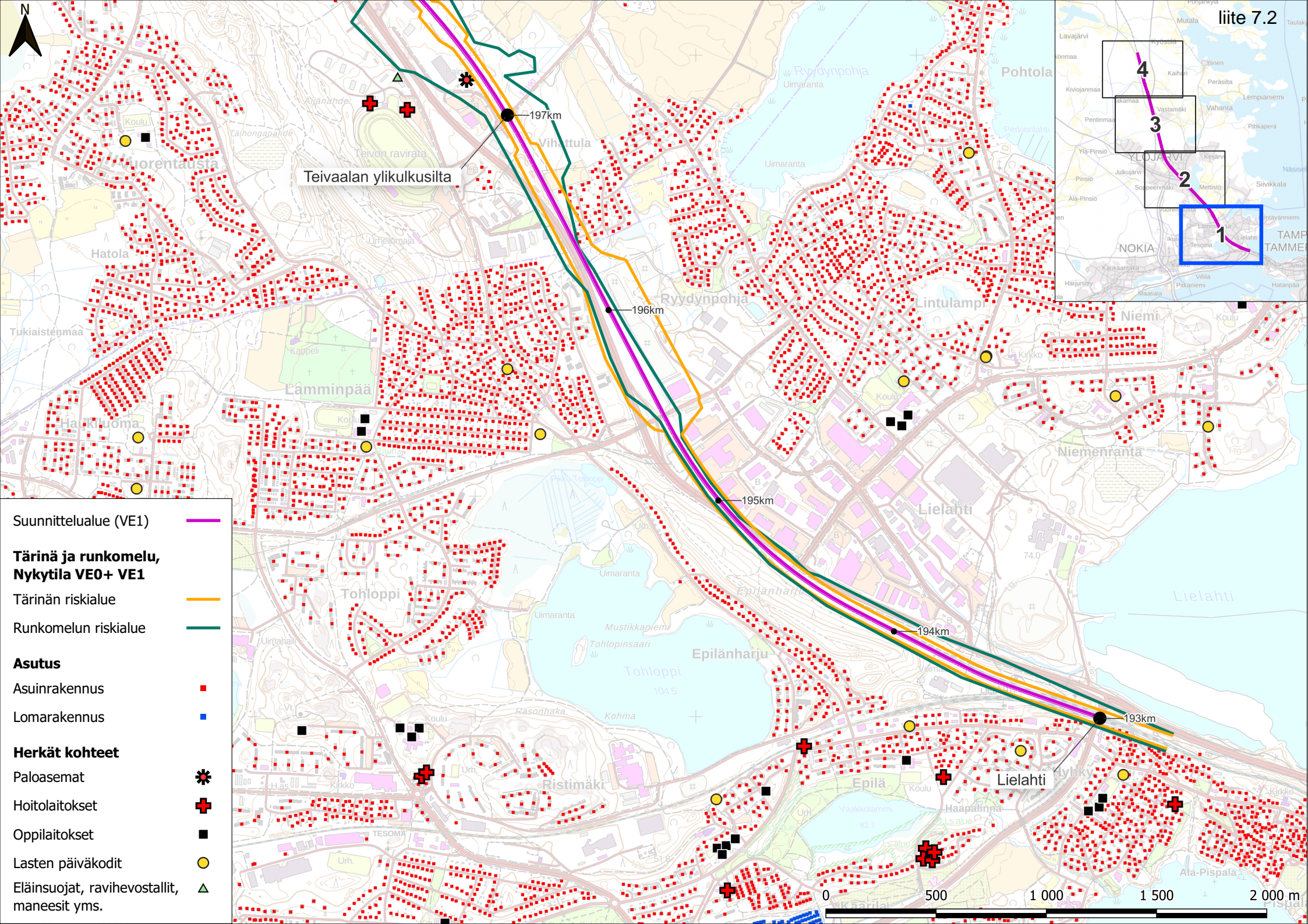
Nyt suoritettujen liikennetärinämittausten perusteella radan liikenteestä aiheutuva liikennetärinän taso on alhainen mittauspisteiden läheisyydessä olennaisimmilla asukaskeskittymillä. Suurimmat tulokset aiheutuivat tavarajunista, mutta myös henkilöliikenne oli nähtävissä osassa mittaustallenteita. Asumismukavuuden värähtelyluokitus on välillä A-C ja vaurioitumisriskiä ei näiden mittausten perusteella ole olemassa mittauspisteiden läheisyydessä. Maaperä rakennuksen alla ja rakennuksen ominaisuudet voivat vaikuttaa koettavaan liikennetärinään suuresti, joten on mahdollista, että rakennuskohtaisesti koettava liikennetärinä eroaa nyt mitatuista tuloksista samoilla alueilla.

## 5 Lähteet ja kirjallisuus

- [1] Talja & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [2] Asko Talja. 2005. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta. VTT.
- [3] Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö: Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Ympäristöministeriö.
- [4] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.







- Suunnittelualue (VE1) —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue —
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Lomarakennus ■
- Herkät kohteet**
- Paloasemat ✱
- Hoitolaitokset +
- Oppilaitokset ■
- Lasten päiväkodit ●
- Eläinsuojat, ravihevostallit, maneesit yms. ▲

Teivaalan ylikulkusilta

197km

196km

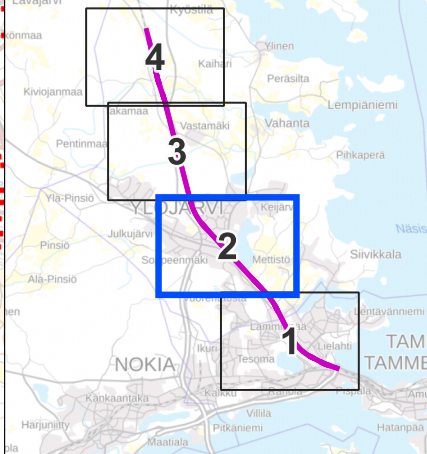
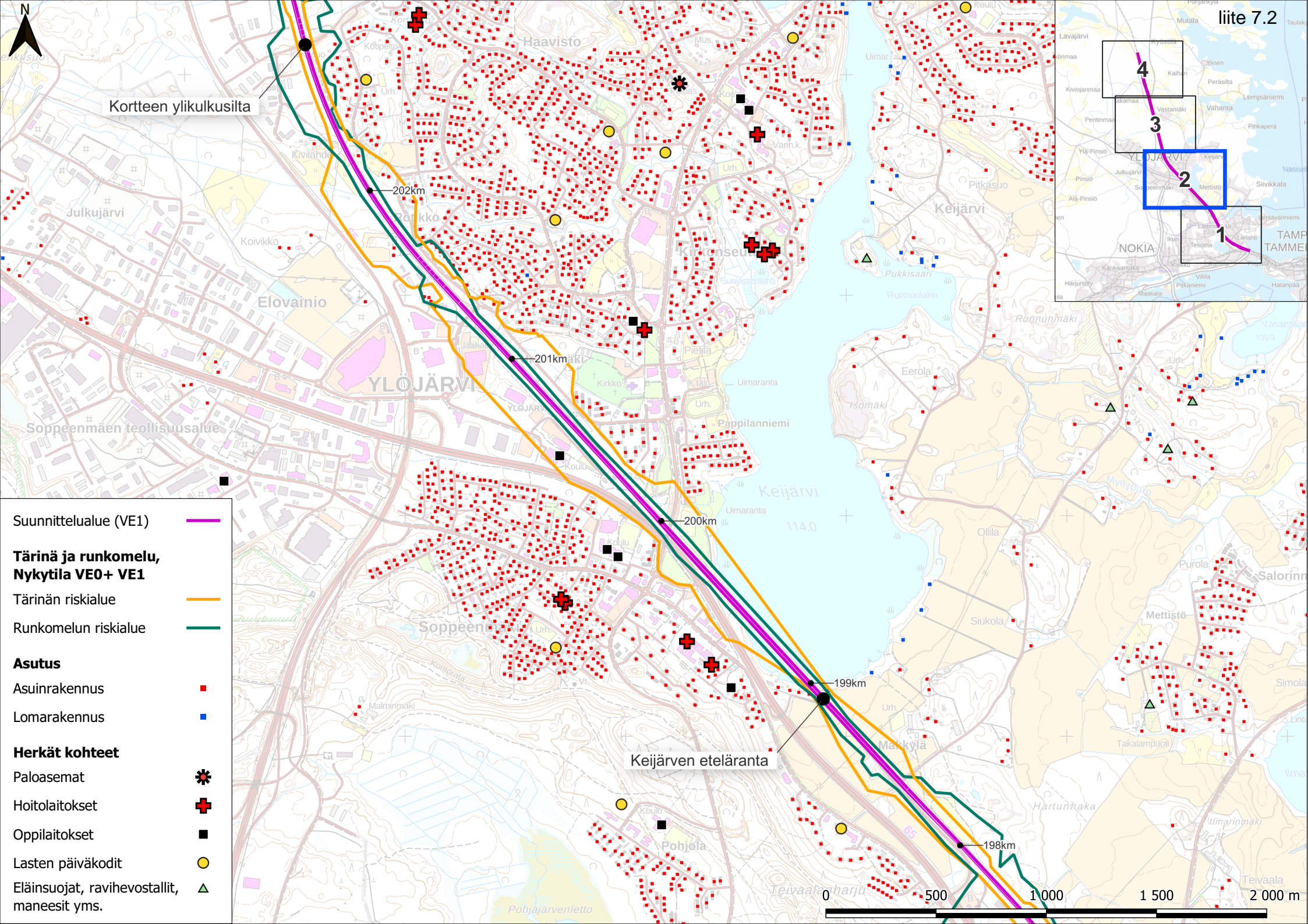
195km

194km

193km

0 500 1000 1500 2000 m





Korteen ylikukusilta

202km

201km

200km

199km

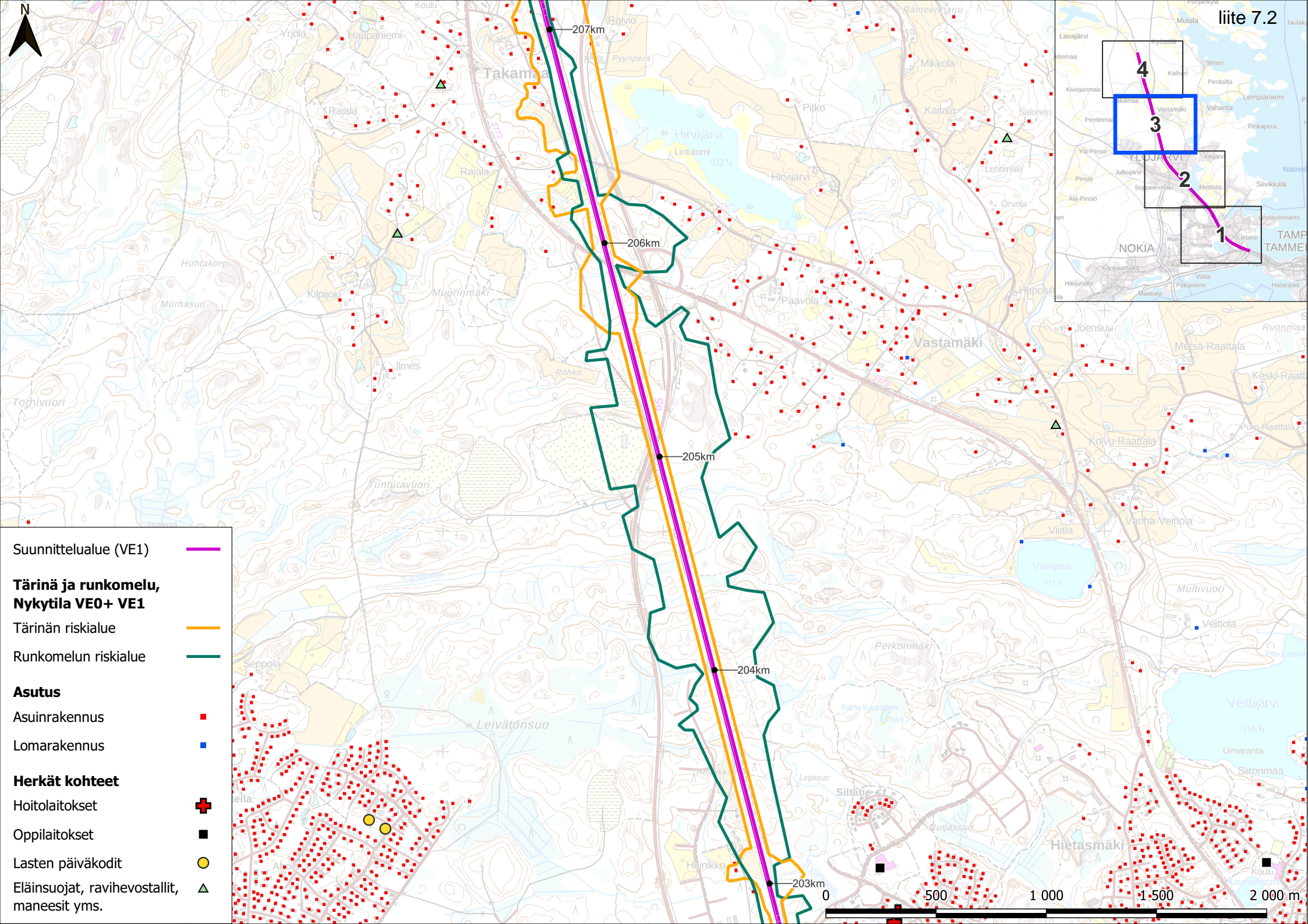
198km

Keijärven eteläranta

- Suunnittelualue (VE1) —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue —
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Lomarakennus ■
- Herkät kohteet**
- Paloasemat ✱
- Hoitolaitokset +
- Oppilaitokset ■
- Lasten päiväkodit ●
- Eläinsuojat, ravihevostallit, maneesit yms. ▲



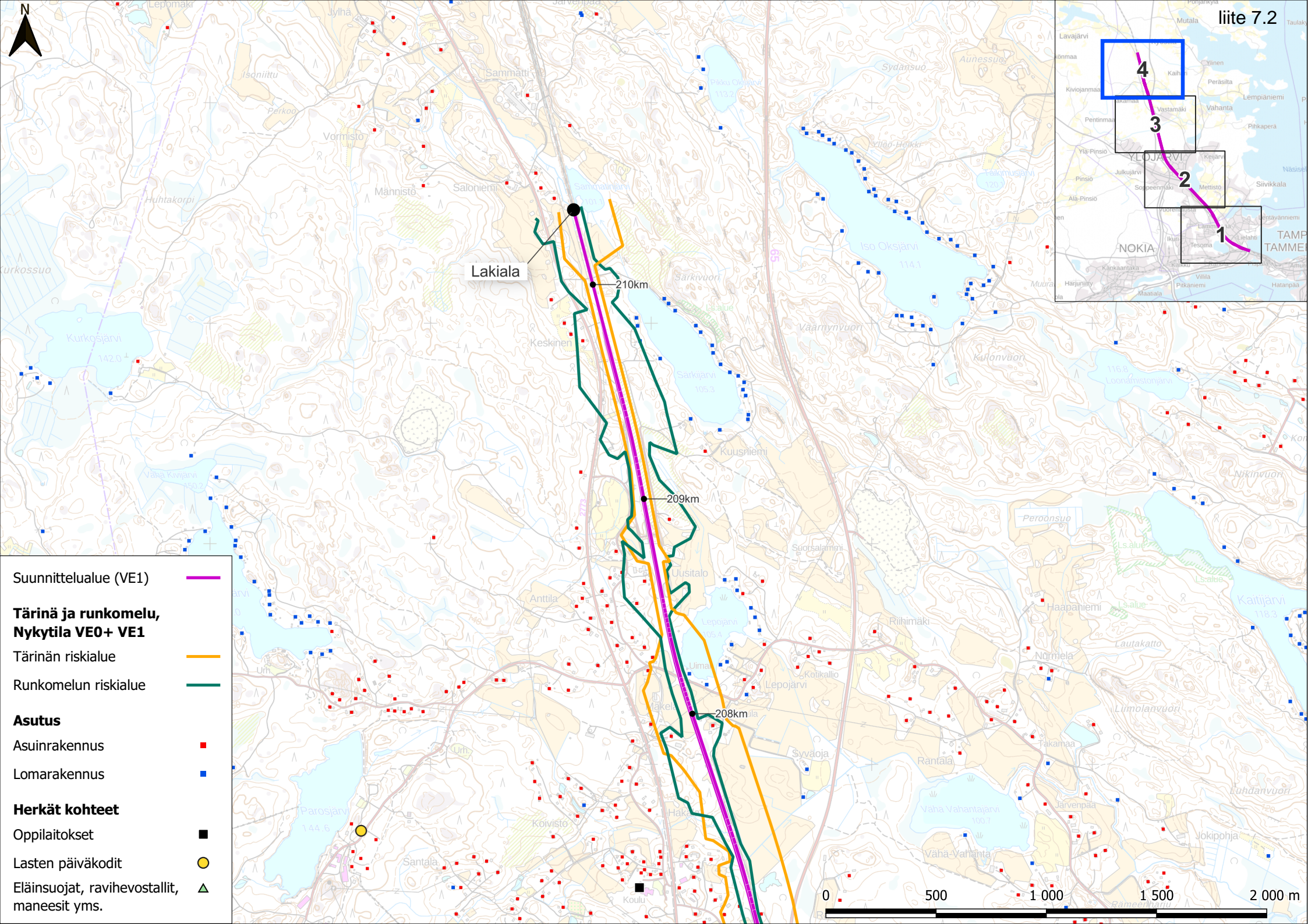




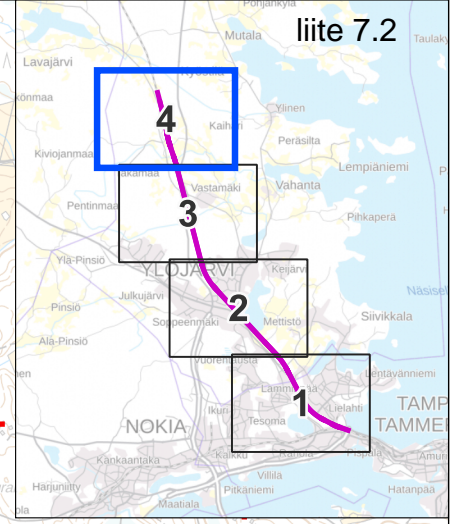
- Suunnittelualue (VE1) —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1** —
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue —
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Lomarakennus ■
- Herkät kohteet**
- Hoitolaitokset +
- Oppilaitokset ■
- Lasten päiväkodit ●
- Eläinsuojat, ravihevostallit, maneesit yms. ▲







- Suunnittelualue (VE1) —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue —
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Lomarakennus ■
- Herkät kohteet**
- Oppilaitokset ■
- Lasten päiväkodit ●
- Eläinsuojat, ravihevostallit, maneesit yms. ▲



Lakiala

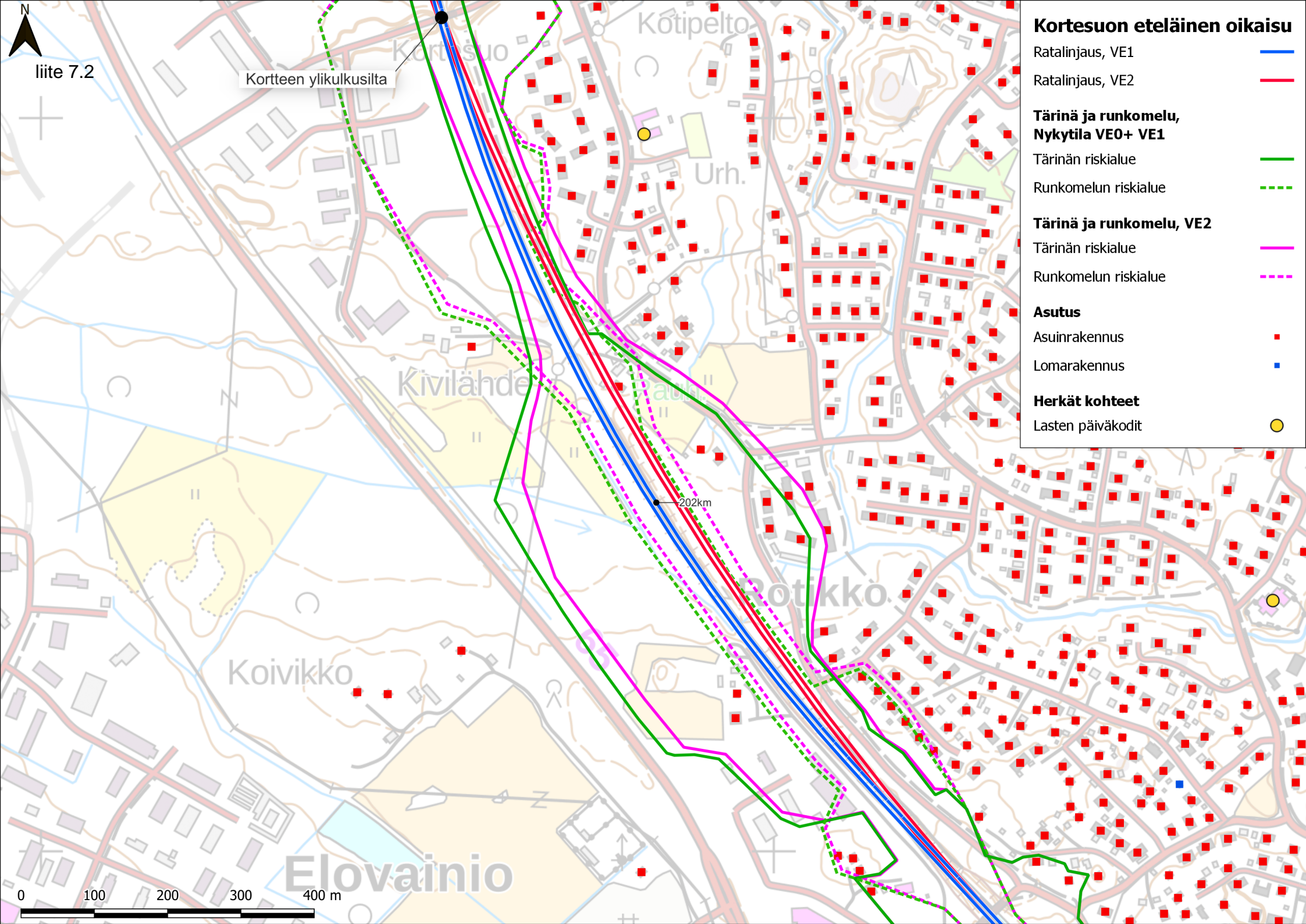
210km

209km

208km







liite 7.2

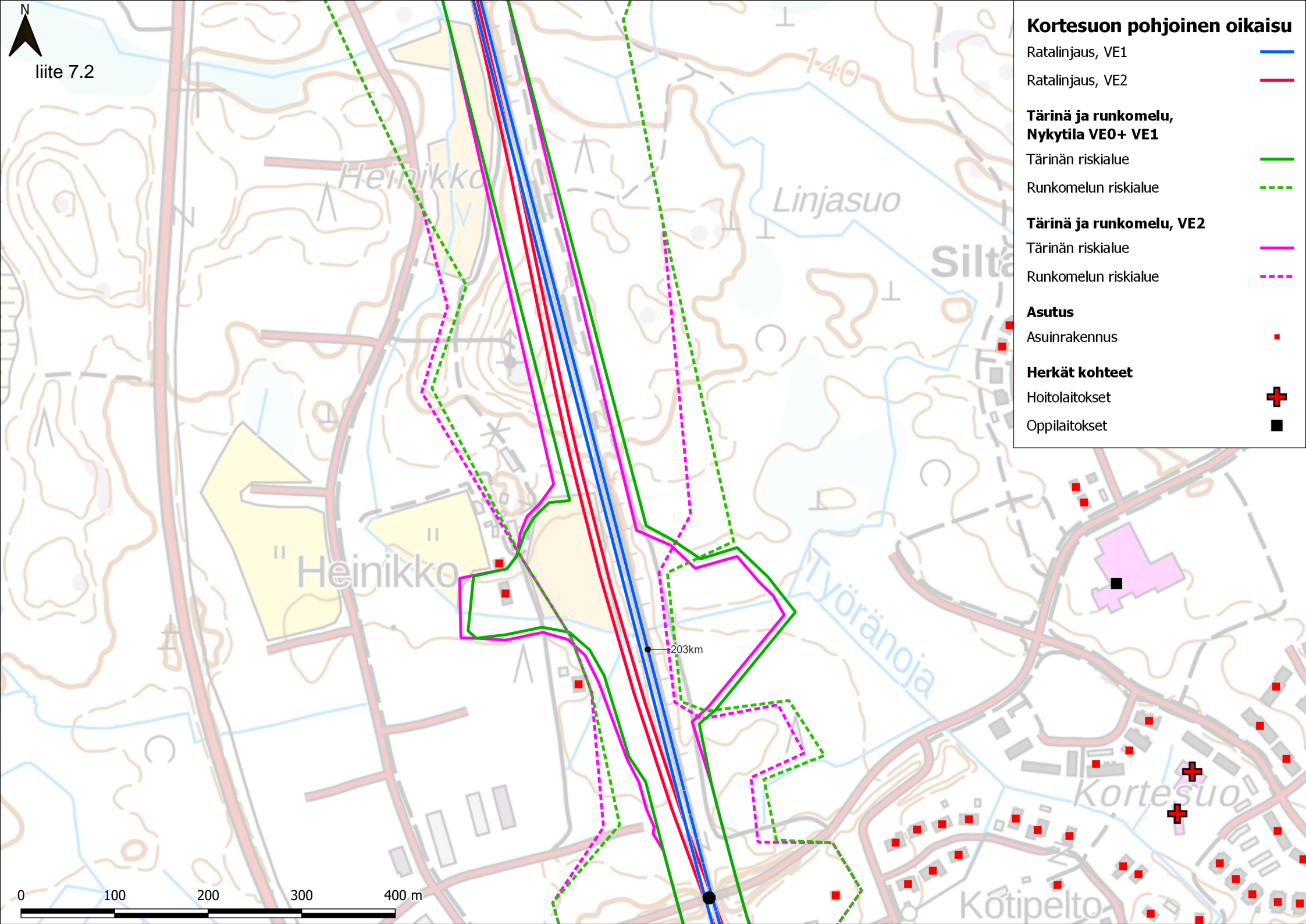
Kortteen ylikulkusilta

202km

- Korttesuon eteläinen oikaisu**
- Ratalinjaus, VE1 —
- Ratalinjaus, VE2 —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue - - -
- Tärinä ja runkomelu, VE2**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue - - -
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Lomarakennus ■
- Herkät kohteet**
- Lasten päiväkodit ●

0 100 200 300 400 m





liite 7.2

- Kortesuon pohjoinen oikaisu**
- Ratalinjaus, VE1 —
- Ratalinjaus, VE2 —
- Tärinä ja runkomelu, Nykytila VE0+ VE1**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue - - -
- Tärinä ja runkomelu, VE2**
- Tärinän riskialue —
- Runkomelun riskialue - - -
- Asutus**
- Asuinrakennus ■
- Herkät kohteet**
- Hoitolaitokset +
- Oppilaitokset ■

