

Tampereen kaupunki

Järvensivun koulun asemakaavan tärinäselvitys

Donna ID 5 832 551

RAPORTTI

Sisällysluettelo

1	Taustaa.....	1
2	Arviointiperusteet.....	2
3	Lähtötiedot ja menetelmät	4
3.1	Maaperätiedot	4
3.2	Tärinämittaus	4
3.3	Laskennallinen arviointi	5
4	Tulokset	6
4.1	Epävarmuusarvio.....	6
5	Johtopäätökset	6

Liitteet

Liite 9 Tärinämittausraportti (Forcit Consulting Oy)

Liite 10 Maaperäkartta (A3 1:1000)

Liite 11 Tärinäluokat kartalla (A3 1:1000)

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.***

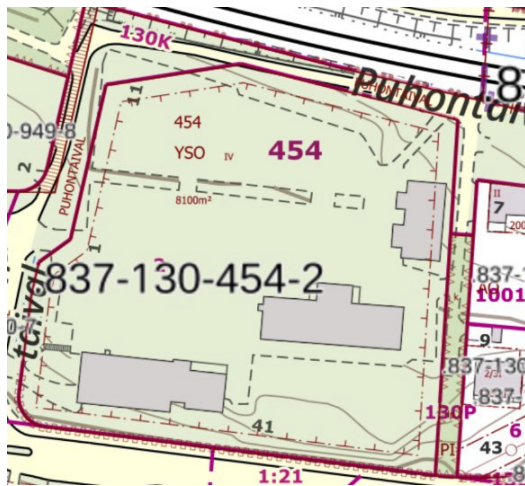
Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

Järvensivun koulun asemakaavan tärinäselvitys

1 Taustaa

Työn tarkoitus on osana Järvensivun koulun asemakaavaa tutkia rakennusten massoittelevaihtoehtojen melu- ja värinävaikutuksia. Meluvaikutuksista on tehty erillinen raportti P44959P001. Suunnittelualue sijaitsee Järvensivun kaupunginosassa noin 3 km kaupungin keskustasta itään osoitteessa Pöllöntaival 1. Kaavamuutos koskee tonttia 837-13-454-2, joka rajautuu etelässä lidesrantaan, lännessä Pöllöntaipaleeseen ja pohjoisessa Oriveden rataan ja lännessä Puhontaipaleen päätteeseen. Tontilla on koulurakennuksia vuosilta 1909, 1911 ja 1955. Lähiympäristössä on pääosin sodan jälkeen rakennettuja asuinpientaloja. Suunnittelualueen pinta-ala on 10575 m².



Kuva 1 Suunnittelualue.

Tilaajan yhteyshenkilönä projektissa toimi hankepäällikkö Jarmo Viljakka. Konsultin yhteyshenkilönä toimi ja selvityksen laati insinööri Mauno Aho. Tärinämittaukset suoritti ja mittauraportin laati alikon-sultti Forcit Consulting Oy:ssä Veikko Sottinen.

2 Arviointiperusteet

Tärinä on yleensä kuultavaa ääntä matalammalla taajuudella tapahtuvaa värähtelyä, mutta sen ylemmät taajuudet yltävät kuuloalueelle. Taajuusalue on yleensä noin 3 Hz ... 80 Hz. Tärinän havaintokynnyksenä voidaan pitää yleensä noin 0,1 mm/s liikenopecta. Katuliikenteessä tärinää voivat aiheuttaa korokkeet, hidastetöyssyt tai päällysteen vauriot.

VTT on julkaisussaan Asko Talja: ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, VTT tiedotteita 2278, (2004) esittänyt asuinrakennuksille käytettäväksi norjalaisen standardin NS 8176:1999 mukaista luokittelua:

Taulukko 1: Värähtelyluokitus ihmisille aiheutuvan haitan mukaan (VTT 2278)

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

Värähtelyluokan C mukaan arvioitaviksi alueiksi katsotaan olemassa olevien väylien varsien alueet, joissa kaavaa laaditaan tai merkittävästi muutetaan ja alueet, joihin kohdistuvat ympäristövaikutukset muuttuvat uuden väylän vuoksi.

Yksittäiset olemassa olevien väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Yleisellä tasolla Suomessa junien aiheuttama tärinä nykyisillä asuinalueilla ylittää usein luokan D rajan ja haitan arviointi tulee tehdä tapauskohtaisesti.

Yllä oleva taulukko koskee normaaleja asuinrakennuksia. Jos rakennus on tarkoituksellisesti suunniteltu häiriöttömäksi (esimerkiksi korkeatasoiset asuinrakennukset, lepokodit, sairaalat), värähtelyluokan tulee olla yhtä luokkaa korkeampi.

Taulukon arvoja ei sovelleta rakennuksiin, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esimerkiksi toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

VTT:n julkaisussa VTT-R-04703-14 Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius on annettu suositukset raideliikenteen aiheuttaman tärinän vaurioriskistä. Maantieliikenteen osalle ei ole erillisiä vaurioriskin tunnuslukuja tai suosituksia. Arvio perustuu tärinän liikenopectuden huippuarvoon

V_{max} .

Taulukko 2: Raideliikenteen aiheuttaman värinän vaurioriski (VTT –R-04703-14)

Alue	Alueen kuvaus	Heilahdusnopeuden huippuarvo (suurin komponentti) maaperässä v_{max} (mm/s)			
	Maalaji	Pehmeä savi, leikkaus-lujuus <25 kN/m ²	Sitekäsavi, silti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkon. tai löyhä kallioli	Kiinteä kallioli
	Värähtelyssä hallitseva taajuus	< 10 Hz	10 -20 Hz	20-50 Hz	>50 Hz
	Vauriot ovat mahdollisia				
V	Lähinnä rataa oleva alue, jossa on vaurioriski rakennuksille ja rakenteille	3	4,2	6	7,2
	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä				
H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomiotu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on yleensä selvästi havaittavaa ja usein asumismukavuutta häiritsevää.	1 - 3	1,4 – 4,2	2 -6	2,4 – 7,2
	Haitat epätodennäköisiä				
E	Tärinä voidaan havaita, mutta tärinä ei yleensä aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista.	< 1	<1,4	<2	<2,4

Värähtelyn nopeuden huippuarvo v_{max} on suurin x, y- ja z-suuntaisista huippuarvoista.

3 Lähtötiedot ja menetelmät

3.1 Maaperätiedot

Maaperätiedot hankittiin Geologian Tutkimuskeskuksen (GTK) karttapalvelusta. Suunnittelualueen maaperäkartta esitetään liitteessä 10. Maalajit on esitetty kartalla ylemmällä rivillä pinta- ja alemmalla pohjamaalaji. Rata on kartan mukaan harjumaaisella hiekka-alueella ja suunnittelualueen pieni kulma kaakossa on hietaa. Väliin jää suurehko kartoittamaton alue.

Maaperät luokitellaan karkealla tasolla pehmeiksi ja koviksi ja tarkemmissa tarkasteluissa seuraavan taulukon mukaisesti:

Taulukko 3: Maalajien luokittelu

Nro	kuvaus	luokittelu	Maalajit	
1	Tärinäherkkä koheesiomaa	pehmeä	ljSA	liejuinen savi
2	Tärinäherkkä koheesiomaa	pehmeä	liSa	lihava savi
3	Tärinäherkkä koheesiomaa	pehmeä	Lj	lieju
4	Normaali koheesiomaa	pehmeä	Sa	Savi
5	Normaali koheesiomaa	pehmeä	saSi	Savinen siltti
6	Normaali koheesiomaa	pehmeä	Si	Siltti (hiesu)
7	Välimaalajit	pehmeä	karkeaSi	karkea siltti (hietä)
8	Välimaalajit	kova	hkSi	silttinen hiekka (hietä)
9	Välimaalajit	kova	hienoHk	hieno hiekka
10	Karkearakeinen	kova	Sr	sora
11	Karkearakeinen	kova	HkMr	hiekkainen moreeni
12	Karkearakeinen	kova	SrMr	sorainen moreeni
13	Kallio	kova		kallio

Pehmeillä maalajeilla tärinä leviää merkittävästi kovia laajemmalle. Paksuissa kerroksissa välittyvät hyvin matalat taajuudet 2...8 Hz kun taas jäykissä ja ohuissa kerroksissa 8... 40 Hz. Tätä korkeammat taajuudet vaimenevat maan sisäisen vaimennuksen ansiosta hyvin lyhyellä matkalla.

3.2 Tärinämittaus

Tärinämittaukset suoritettiin, kun alue oli vapautunut roudasta. Mittausten kesto oli 7 vuorokautta, alkaen 6.5.2022. Mittauksessa oli kaksi mittalinjaa, toinen kiinteistön länsilaidalla ja toinen keskellä. Mittausten tarkemmat tiedot on esitetty liitteessä 9.

3.3 Laskennallinen arviointi

Pelkkien maaperä- ja liikennetietojen perusteella voidaan karkealla tasolla arvioida etäisyydet, joiden ulkopuolella tärinähaitat ovat epätodennäköisiä. Tässä työssä tärinäalueiden rajat arvioitiin sovittamalla laskennan parametrit mittaustulosten mukaan, jolla päästään tarkempaan tulokseen.

Maanpinnan värähtelyn huippuarvo lasketaan seuraavalla lausekkeella:

$$v_g = v_0 * \left(\frac{D_0}{D}\right)^B * \left(\frac{S}{S_0}\right)^A * \frac{G}{G_0} * k_r * F, \text{ jossa}$$

- v_0 = värähtelyn perusarvo maassa etäisyydellä $D_0 = 15$ m raiteen keskilinjasta
- D = tarkasteltava etäisyys ja B sen etäisyysseksponentti
- S = junan nopeus, jos se on yli $70 \frac{\text{km}}{\text{h}} = S_0$, nopeuseksponentti $A = 0,9 \dots 1,1$, keskim. 1,0
- G = junan kokonaispaino t , $G_0 = 2000$ t
- k_r = radan kunnosta riippuva kerroin, keskimärin 1,0,
Vanha yksiraiteinen rata $k_r = 1,3$, uusi moniraiteinen $k_r = 0,7$
- $F = 2$, käytetty varmuuskerroin, Jos perusyhtälö olisi kalibroitu tärinämittauksin $F = 1$.

Taulukko 4: Värähtelyn perusarvo v_0 ja etäisyysseksponentti B maalajeittain

Määräävä tärinää johtava maalaji	v_0 [mm/s], henkilöjunat sulussa		B	
	Alaraja	Yläraja	Alaraja	Yläraja
Tärinäherkkä koheesiomaa (ljSa, ljSi, Lj)	1,1 (0,7)	1,7 (1,2)	0,3	0,6
Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si)	0,7 (0,5)	1,2 (0,9)	0,5	1
Välimalajit (karkeaSi ja hkSi = hietä, hienoHk, Kht)	0,4 (0,3)	0,9 (0,6)	0,9	1,5
Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)	0,3 (0,2)	0,6 (0,4)	1,4	2
Kallio	-	-	2	2

4 Tulokset

Mittausten perusteella havaittiin, että suunnittelualue on vaurioriskiluokkaa E eli rakenteisiin kohdistuvat vauriot ovat normaalikuntoisille rakennuksille epätodennäköisiä.

Liitteessä 11 on esitetty viitesuunnitelman version V2 mukaisin rakennuksin tärinän asumisviihtyvyyshuokat norjalaisten standardin NS8176 mukaan.

4.1 Epävarmuusarvio

Tärinäarvio on tehty maaperässä esiintyvän tärinän suhteen. Arviossa ei ole huomioitu tärinän mahdollista voimistumista rakennuksessa. Mittaustuloksiin voi sisältyä myös muualta tulevien tärinäherätteiden vaikutusta. Etenkin mittauslinjalla 2 vaimeneminen oli hyvin vähäistä. Mittaustulokset ovat merkittävimmän taajuuden osalta hieman ristiriidassa maaperäkartan tietojen kanssa.

5 Johtopäätökset

Molemmissa viitesuunnitelmissa rakennukset sijoittuvat yhtä lähelle rataa. Siten tärinän johtopäätösten suhteen niillä ei ole keskinäistä eroa.

Suunnittelualueella ei tunnistettu tärinän rakenteisiin kohdistuvaa vaurioriskiä. Kaikissa mittauspisteissä mittaustulos oli selvästi luokassa E, vaikka alue tulkitaan pehmeäksi maalajiksi.

Tärinän mukavuushaittaa arvioitaessa kaikki mittauspisteet ovat NS8176 luokassa C, eli asuinrakentamiseen soveltuvalla alueella. Koska suunnitellut rakennukset ulottuvat hieman lähimpiä mittauspisteitä lähemmäksi rataa, ylittyy luokan C raja niiden pohjoissivuilla. Värähtelyn hallitseva taajuus on etenkin pystysuuntaisessa värähtelyssä 8 Hz, mikä viittaa maaperäkartasta poiketen pehmeään saveen. Siten hiekkakerroksen alla voi olla savilieve.

Arvioinnissa ei huomioitu tärinän mahdollista voimistumista rakennuksen rakenteissa. Rakennusten suunnittelussa tulee välttää rakenteita, joiden ominaistaajuus on lähellä 8 Hz taajuutta. Mittaustuloksista havaitaan myös vaakasuuntaisten värähtelyjen voimistuminen etäämmällä. Siten rakennusten suunnittelussa tulee huomioida vaakasuuntaisten värähtelyjen eristäminen kaikissa alueen rakennuksissa. Myös pystysuuntainen värähtely on huomioitava lähimpänä rataa olevan asuinrakennuksen suunnittelussa.

Alue soveltuu asuin-, koulu- ja päiväkotirakennuksien rakentamiseen, kunhan edellä mainitut suositukset niiden suunnittelussa huomioidaan.

FCG Finnish Consulting Group Oy

Mauno Aho

projektipäällikkö, insinööri

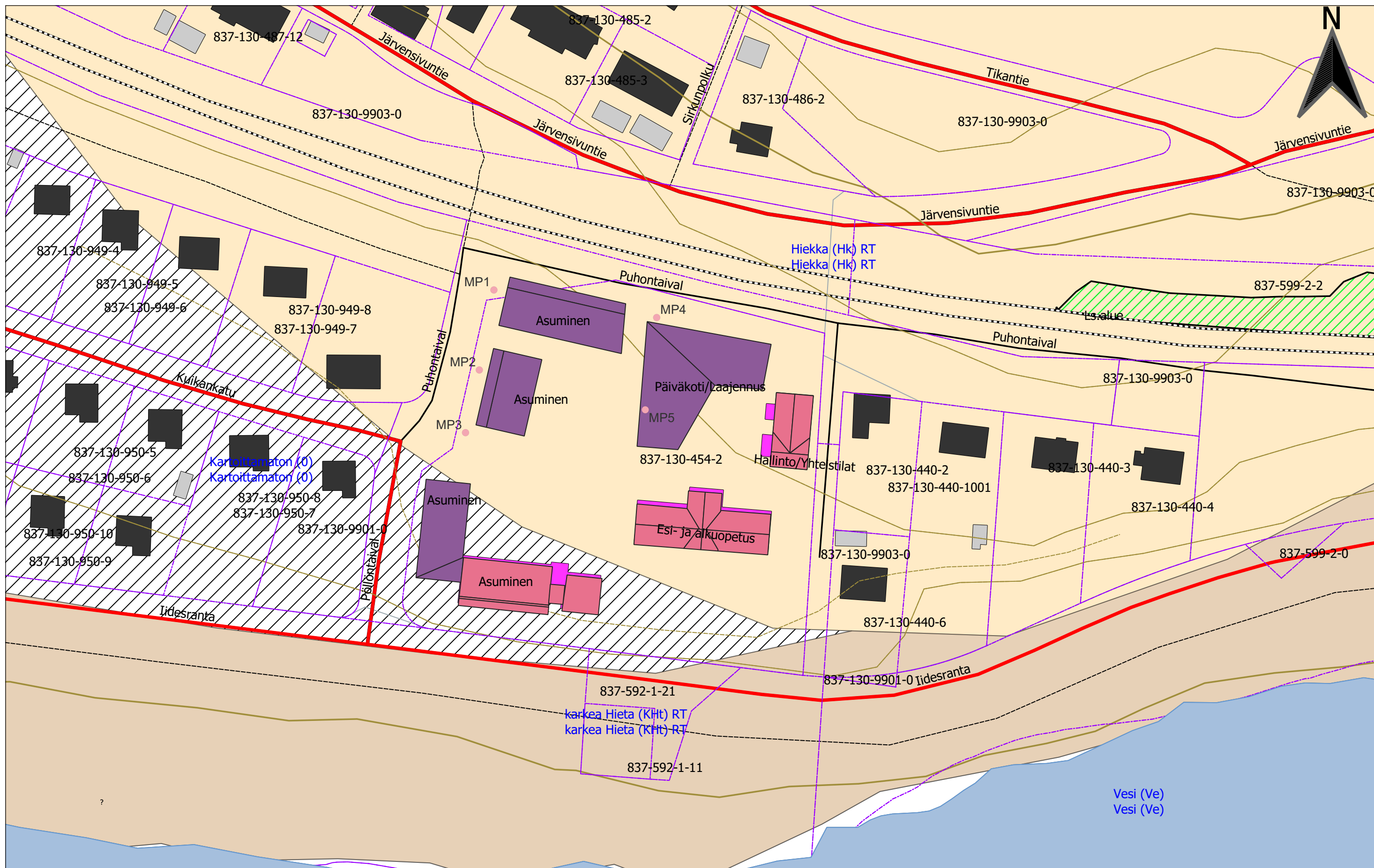
FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.**

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

Lähteet:

- | | |
|-------------------|--|
| Kartta-aineistot | Maanmittauslaitos, Maastotietokanta 4/2021
Tampereen kaupunki Oskari-karttapalvelu 4-5/2021
Geologian tutkimuskeskus (GTK) karttapalvelu 5/2022 |
| Liikennetiedot | Tampereen kaupunki Oskari-karttapalvelu 4-5/2021
Ennusteliikenne Ramboll 2.6.2021
(Lakalaivan hyvinvointikeskuksen asemakaavaa varten tehty selvitys). |
| Viitesuunnitelmat | Arkkitehdit MY 12.8.2021 |
- NS 8176:2017 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker. Standard Norge (2017).
- VTT tiedote 2278, Talja A: Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT (2004).
- VTT tiedote 2569, Talja A: Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT (2011).
- VTT raportti VTT-R-04703-14. Talja A & Törnqvist J: Liikennetärinä, Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT (2014).



0 25 50 75 100 m

Uudet-rakennukset-(V2)
Vanhat-rakennukset suunnittelualueella
Tärinämittauspisteet

Maalajit (GTK)
harju, hiekkavaltainen
Hieta
Kartoittamaton

Rakennukset
Asuin
Liike- tai julk.
Loma-as.
Teollinen
Kirkollinen
Muu
Kirkko

FCG

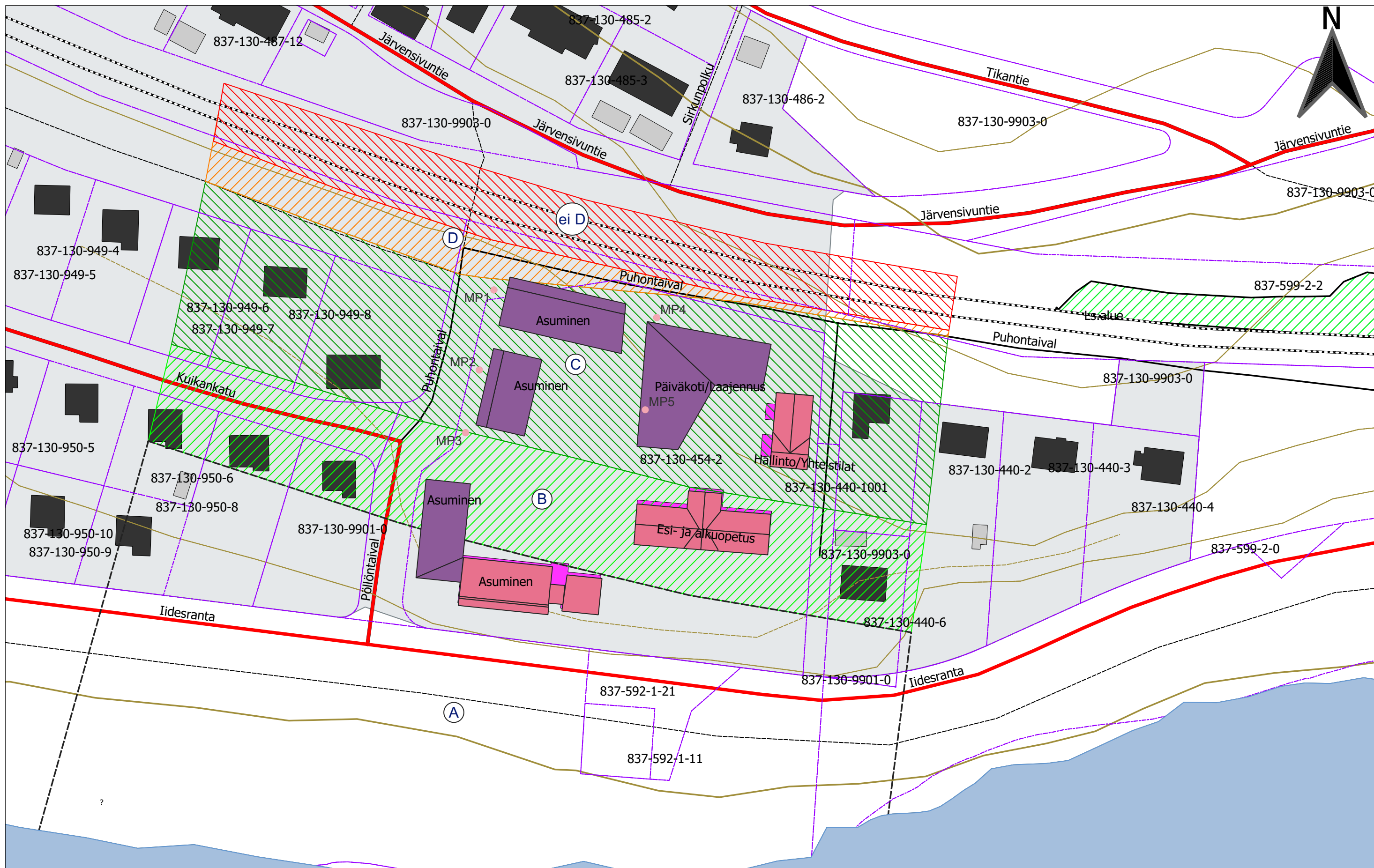
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PL 950
00601 Helsinki
puh. 0104090
www.fcg.fi

Päiväys 27.5.2022
Suunnittelija Mauno Aho, insinööri
Hyväksynyt

Tampereen kaupunki
Järvensivun koulun AK-muutos,
Tärinäselvitys
DONNA ID: 5 832 551
Maalajit

1:1000

AKU P44959P002 10



0 25 50 75 100 m

Uudet-rakennukset-(V2)
 Vanhat-rak. suunn. alueella
 Tärinämittauspisteet

NS8176
 A-luokka
 B-luokka

C-luokka
 D-luokka
 Ei täytä vaatimuksia

Rakennukset

Asuin
 Liike- tai julk.
 Loma-as.
 Teollinen
 Kirkollinen
 Muu
 Kirkko

FCG

FCG Finnish Consulting Group Oy
 Osmontie 34, PL 950
 00601 Helsinki
 puh. 0104090
 www.fcg.fi

Päiväys 27.5.2022
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri
 Hyväksynyt

Tampereen kaupunki
 Järvensivun koulun AK-muutos,
 Tärinäselvitys
 DONNA ID: 5 832 551
 Tärinäluokat NS8176 mukaan 1:1000

AKU P44959P002 11