
MELU-, TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

TYÖNUMERO: 20603045

PARKANON KAUPUNKI / NOSTO CONSULTING OY

**HAAPASEN JA JOKIHARJUN ALUEIDEN MELU-, RUNKOMELU- JA
TÄRINÄSELVITYS**



2020-10-23

SWECO INFRA & RAIL OY

Muutoslista

	23.10.2020	FIMIKM	FILAHD	FIALIR	VALMIS
	16.10.2020		FILAHD	FIALIR	LUONNOS
MUUTOS	PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	TARKASTANUT	LAATINUT	HUOMAUTUS

Sweco Infra & Rail Oy

Ilmalanportti 2, 00240 **Helsinki**
Rautatienkatu 33, 90100 **Oulu**
Hatanpään valtatie 11, 33100 **Tampere**
Uudenmaankatu 19 A, 20700 **Turku**

www.sweco.fi
etunimi.sukunimi@sweco.fi
puh. 0207 393 000

Y-tunnus 2998506-9

Sisältö

1	Hankkeen kuvaus	1
2	Meluselvitys	3
2.1	Melun matemaattinen mallintaminen	3
2.1.1	Yleistä tietoa melusta	3
2.1.2	CadnaA -ohjelmisto	3
2.1.3	Lähtötiedot	3
2.2	Melukarttojen ominaisuudet	4
2.3	Sallitut äänitasot	4
2.4	Melumallinnuksen tulokset ja päätelmät	5
2.4.1	Melutilanne nopeudella 30 km/h	6
2.4.2	Melutilanne nopeudella 60 km/h	6
2.4.3	Päätelmät	6
3	Tärinä- ja runkomeluselvitys	7
3.1	Maaperä suunnittelualueilla	7
3.2	Tärinä ja runkomelu	8
3.2.1	Rakenteiden vaurioitumisalttiuteen vaikuttava tärinä	8
3.2.2	Asumismukavuuteen vaikuttava tärinä	10
3.2.3	Tärinän aiheuttama runkomelu	13
3.3	Tulokset	15
3.3.1	Rakennusten vaurioitumisalttiuteen vaikuttava tärinä	15
3.3.2	Asuinmukavuuteen vaikuttava tärinä	18
3.3.3	Runkomelu	22
3.4	Yhteenveto ja jatkotutkimuksien tarve	24
4	Lähteet	27

Liitteet

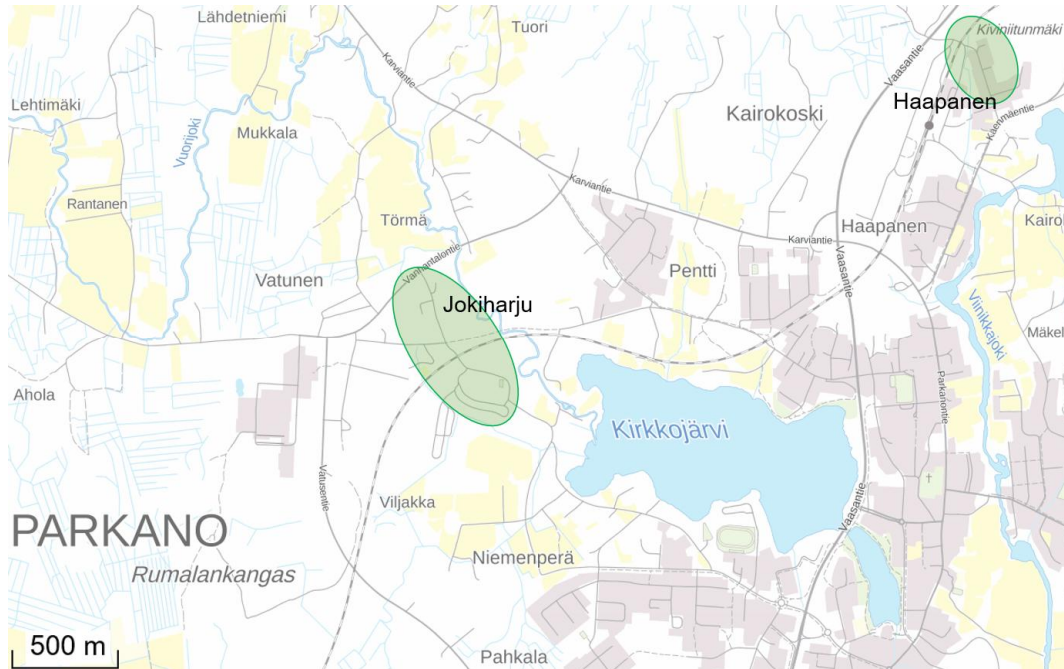
Liite 1	Haapanen: Melumallinnus 30 km/h, päiväaikaan klo 07-22	
Liite 2	Haapanen: Melumallinnus 60 km/h, päiväaikaan klo 07-22	
Liite 3	Jokiharju: Melumallinnus 30 km/h, päiväaikaan klo 07-22	
Liite 4	Jokiharju: Melumallinnus 60 km/h, päiväaikaan klo 07-22	
Liite 5	Haapanen: Tärinä, vaurioitumisalttiuus - suojaetäisyydet	G01
Liite 6	Haapanen: Tärinä, asumismukavuus - suojaetäisyydet	G02
Liite 7	Haapanen: Runkomelu - suojaetäisyydet	G03
Liite 8	Jokiharju: Tärinä, vaurioitumisalttiuus - suojaetäisyydet	G04
Liite 9	Jokiharju: Tärinä, asumismukavuus - suojaetäisyydet	G05
Liite 10	Jokiharju: Runkomelu - suojaetäisyydet	G06

1 HANKKEEN KUVAUS

Melu-, tärinä- ja runkomeluselvitys on laadittu Haapasen ja Jokiharjujen asemakaavojen muutosta varten raideliikenteen osalta tarvittavien kaavamääräysten selvittämiseksi. Molemmat suunnittelualueet sijaitsevat Parkanossa Parkano-Niinisalo -rataosuuden läheisyydessä.

Haapasen suunnittelualue sijaitsee Kiviniitunmäessä noin 200 metriä Vaasantiestä (valtatie 3, E12) itään. Suunnittelualueelta on Parkanon keskustaan noin kaksi kilometriä matkaa. Suunnittelualueen ja Vaasantien välissä kulkee Niinisalo – Parkano -rataosa. Suunnittelualue rajautuu lännessä Asemakatuun ja etelässä erillispientalojen korttelialueeseen, lähivirkistysalueeseen ja Mäkikatuun. Pohjoisessa suunnittelualue rajautuu lähivirkistysalueeseen ja idässä erillispientalojen korttelialueisiin ja Mäkikatuun. (Nosto Consulting Oy 2020)

Jokiharjun suunnittelualue sijaitsee Vatusen kaupunginosassa noin 2,3 kilometrin päässä Parkanon keskustasta. Suunnittelualue sijaitsee radan molemmilla puolilla. Radan pohjoispuolella suunnittelualue rajautuu pohjoisessa Vanhantalontiehen, lännessä Vatusentiehen ja idässä Vuorijokeen. Radan pohjoispuolinen osa rajautuu etelässä Riihihalmeentiehen ja junarataan. Radan eteläpuoleinen osa rajautuu pohjoisessa junarataan ja Uusivatusentiehen ja etelässä Vienonpolun varrella olevan asutuksen eteläpuolella olevaan metsikköön. Idässä alue rajautuu Vienonpolkuun ja Uusivatusentiehen. Suunnittelualueiden raja-alue on esitetty likimääräisesti seuraavassa kuvassa (Kuva 1).



Kuva 1 Suunnittelualueiden suuntaa antavat sijainnit (esitetty vihreällä).

Haapasen suunnittelualueella rakennuskantaan ei tule merkittäviä muutoksia, vaan suurimmat muutokset koskevat katualueita. Asemakaavan tarkoituksena on kasvattaa erillispientalojen korttelin 2030 rakennuspaikkoja hieman koilliseen ja osoittaa uusi rakennuspaikka erillispientalojen kortteliin 2015 voimassa olevan kaavan mukaiselle lähivirkistysalueelle lähelle junarataa.

Jokiharjun suunnittelualueella suurimmat muutokset rakennuskantaan tapahtuvat Riihihalmeen- ja Vanhantalontien välisellä alueella, johon on kaavailtu teollisuusrakennusten korttelialuetta. Lisäksi Kunnalliskodintien varressa on asuinpientalojen korttelialue ja Ailinkujan varressa erillispientalojen korttelialue, joihin voi tulla lisää asuinrakennuksia.

2 MELUSELVITYS

2.1 Melun matemaattinen mallintaminen

2.1.1 Yleistä tietoa melusta

Melu on ääntä, jonka ihminen kokee häiritseväksi. Se heikentää elinympäristön laatua ja viihtyisyyttä, sekä vaikuttaa ihmisen viestintäkykyyn ja uneen. Melun kokeminen on yksilöllistä ja ihmisten meluherkkyydessä on eroja (Tiehallinto, 2006).

2.1.2 CadnaA -ohjelmisto

Liikenteen aiheuttamia äänitasoja on arvioitu ympäristömelulaskentaohjelmalla CadnaA 2020, joka sisältää tie- ja raideliikennemelun sekä teollisuusmelun pohjoismaiset laskentamallit.

Melun leviämisen ympäristöön ohjelma laskee kolmiulotteisen maastomallin perusteella. Ohjelma ottaa huomioon mm. maastomuodot, liikenneväylien liikennemäärät, rakennusten sijainnin ja korkeuden sekä heijastukset rakenteista ja maasta niille määritettyjen absorptio-ominaisuuksien perusteella. Mallinnuksen laskenta-asetukset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1 Laskenta-asetukset.

Parametri	Käytetty arvo
Laskentaruudukon koko	2 m x 2 m
Laskentakorkeus	2 m
Melutason laskentaetäisyys	2 000 m
Maanpinnan akustinen kovuus	0,5
Rakennusten heijastus	0 (täysin heijastava)
Heijastusten lukumäärä	2

2.1.3 Lähtötiedot

Pohjakartta, jossa on alueen raideverkko, rakennukset sekä mallinnuksessa käytetyt korkeuskäyrät, on MML:n aineistosta. Rakennusten korkeudesta alueella ei ollut tarkempaa tietoa ja ne asetettiin vakiokorkeuteen 5 m.

Junaliikennettä on rataosuudella vain päiväaikaan. Kaikki tavarajunat kulkevat suoraan läpi pysähtymättä. Tavarajunaliikenne muodostuu Puolustusvoimien kalustokuljetuksista, ja liikennöinti on epäsäännöllistä. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.2) on esitetty melumallinnuksessa käytetyt lähtötiedot. Kaksi kuljetusjunaa päivässä on arvio maksimimäärästä junia rataosuudella.

Taulukko 2.2 Raideliikennemelumallinnuksessa käytetyt lähtötiedot.

	Päivä (07-22) (kpl)	Nopeus (km/h)	Pituus (m)
Suomalaisista vaunuista koostuva tavarajuna	2	30 / 60	500

Raideliikennemelun laskennallisen tarkastelun epävarmuus on luokkaa 3-5 dB (Jyväskylän kaupungin meluselvitys, 2017).

2.2 Melukarttojen ominaisuudet

Meluvyöhykkeet on merkitty liitteen melukartoille seuraavasti:

- vaalean vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 40 dB
- vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 45 dB
- tumman vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 50 dB
- keltainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää valtioneuvoston päätöksen mukaisen pihan oleskelualueen ohjearvon 55 dB
- tumma oranssi osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 60 dB
- punainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 65 dB
- tumman punainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 70 dB

Meluvyöhykkeet on merkitty melukartoille 5 dB:n portain em. värein eroteltuna.

2.3 Sallitut äänitasot

Keskiäänitasojen merkittävyyden arviointi perustuu Valtioneuvoston päätökseen melutason ohjearvoista (993/1992) seuraavan taulukon (Taulukko 2.3) mukaisesti.

Taulukko 2.3 Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992).

Keskiäänitaso L_{Aeq} enintään		
Ohjearvot ulkona	Päivällä	Yöllä
Asumiseen käytettävät alueet	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Hoitolaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	-
Loma-asumiseen käytettävät alueet ja leirintäalueet	45 dB	40 dB
Virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä	Päivällä	Yöllä
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneistot	45 dB	-

2.4 Melumallinnuksen tulokset ja päätelmät

Melumallinnuksen tulokset on esitetty liitteissä 1 – 4. Liitteissä 1 ja 3 on esitetty nykyisillä liikennenopeudella 30 km/h melumallinnus ja liitteissä 2 ja 4 on tarkasteltu melun leviämistä, jos junien nopeus olisi 60 km/h. Mallinnuksia yöajalle (klo 22-07) ei ole tehty, koska junaliikennettä ei aiheudu yöaikaan.

Liitteen kartoissa vakituiset asuinrakennukset on merkitty punaisella ja muut rakennukset harmaalla. Tarkastelualueella ei ole loma-asumiseen käytettäviä rakennuksia. Kaava-alueen raja, joka toimii myös mallinnusalueen rajana, on merkitty punaisella. Karttapohjassa on myös kaavamerkintöjä, joiden avulla voi hahmottaa mille alueille melu leviää.

2.4.1 Melutilanne nopeudella 30 km/h

Haapanen

Korkeammalla nopeudella ratalinjaa lähimpien talojen julkisivuun kohdistuu suurimmillaan 47 dB päiväajan melutaso. Päiväajan ohjearvoon verrattava 55 dB melualue jää radan välittömään läheisyyteen, eikä ylitä asumiseen osoitettujen kaava-alueiden kohdalla.

Jokiharju

Korkeammalla nopeudella ratalinjaa lähimpien talojen julkisivuun kohdistuu suurimmillaan 49 dB päiväajan melutaso. Päiväajan ohjearvoon verrattava 55 dB melualue jää radan välittömään läheisyyteen, eikä ylitä asumiseen osoitettujen kaava-alueiden kohdalla.

2.4.2 Melutilanne nopeudella 60 km/h

Haapanen

Korkeammalla nopeudella ratalinjaa lähimpien talojen julkisivuun kohdistuu suurimmillaan 49 dB päiväajan melutaso. Suurempi nopeus aiheuttaa siis noin kahden desibelin nousun melutasossa. Päiväajan ohjearvoon verrattava 55 dB melualue jää radan välittömään läheisyyteen eikä ylitä asumiseen osoitettujen kaava-alueiden kohdalla.

Jokiharju

Korkeammalla nopeudella ratalinjaa lähimpien talojen julkisivuun kohdistuu suurimmillaan 50 dB päiväajan melutaso. Suurempi nopeus aiheuttaa siis noin yhden desibelin nousun melutasossa. Päiväajan ohjearvoon verrattava 55 dB melualue jää radan välittömään läheisyyteen. Melualue ylittyy yhden vakituiseen asumiseen osoitetun asuinrakennuksen kohdalla. Kyseinen alue on tontista noin 2,5 m ... 7,5 m levyinen kaistale.

2.4.3 Päätelmät

Päiväajan melun ohjearvot eivät ylitä lähimpien asuinrakennusten kohdalla Haapasen ja Jokiharjun kaava-alueiden kohdalla nykyisellä nopeudella 30 km/h, eivätkä korkeammalla nopeudella 60 km/h Haapasen kaava-alueella. Jokiharjun osalta korkeammalla nopeudella 60 km/h pienellä kaistaleella yhden asuinrakennuksen kohdalla olevasta kiinteistöstä ylittyy 55 dB:n melualue. Ylitys on hyvin pieni.

Uudenmaan ELY-keskuksen oppaan Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa (2/2013) hetkellinen maksimimelutaso rataliikenteen toiminnoista tulee olla yöaikaan alle 45 dB AF-max. Koska kyseisellä rataosuudella ei ole liikennettä yöaikaan, ei siitä aiheudu myöskään melua, jota voitaisiin verrata kyseiseen maksimimelutasoon sisätiloissa.

Ratatoiminnoista aiheutuva melutaso kaava-alueella jää niin pieneksi myös korkeammalla nopeudella 60 km/h, ettei melumallinnuksen perusteella arvioida tarpeelliseksi antaa kaavamääräyksiä melun osalta.

3 TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

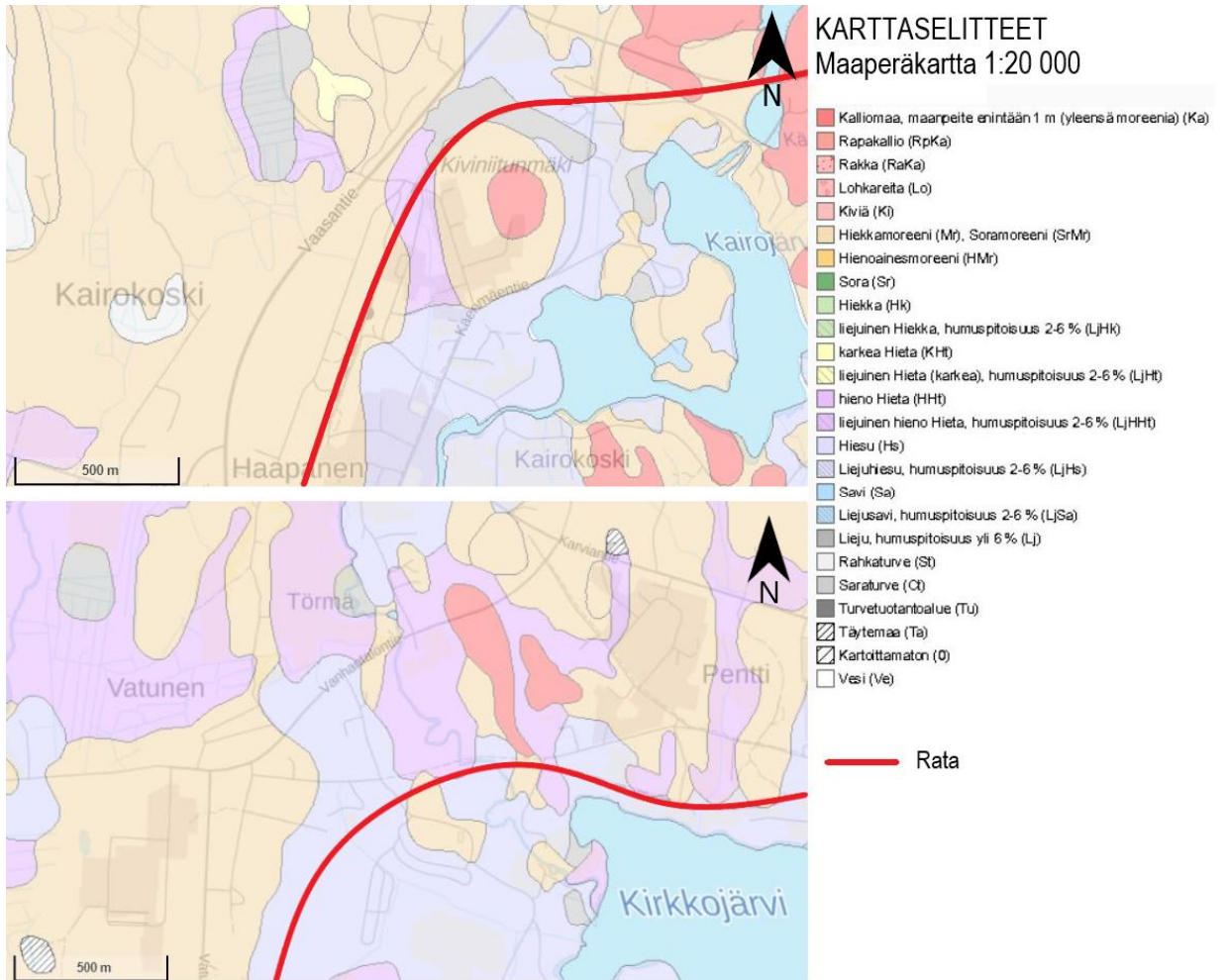
Tiedossa ei ole, että Parkano-Niinisalo -rataosuuden luonne tulisi muuttumaan nykyisestä eli liikenne on puolustusvoimien sotilasjunia ja vähäisissä määrin museojunia sekä tavarajunaliikennettä. Junien maksimipaino on arviolta 2600 tonnia ja keskimäärin paino on noin 1700 tonnia. Tällä hetkellä radan kunto on huono, minkä vuoksi nopeusrajoitus radalla on 30 km/h. Tärinä- ja runkomeluselvytyksessä varaudutaan radan mahdolliseen kunnostamiseen, jonka takia liikennöintiä nopeutta voidaan nostaa. Tällöin tavaraliikenteen nopeudeksi suunnittelualueilla on arvioitu 60 km/h.

Tärinäselvityksessä on tutkittu rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän vaikutusta rakenteisiin ja asumismukavuuteen. Tärinän arviointiin on käytetty seuraavia VTT:n julkaisuja: *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta* (2004), *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* (2008), *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (2009), *Ohjeita liikennetärinän arviointiin* (2011) ja *Liikennetärinä – Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* (2014).

Arviointi suoritettiin raiteilla kulkevan tärinän ja runkomelun kannalta haitallisimman junatyyppin mukaan, joka on tavarajuna, jonka massa on 2600 tonnia. Nykytilan laskennoissa nopeutena on käytetty 30 km/h ja tulevaisuuden ennusteessa 60 km/h.

3.1 Maaperä suunnittelualueilla

Tärinä- ja runkomeluselvytyksessä hyödynnettiin GTK:n Maankamara-karttapalvelusta saatavissa olevaa maaperäkarttaa (1:20 000). Kuvakaappaus suunnittelualueiden maaperästä on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 2). Maaperäkartan perusteella Haapasen suunnittelualueen maaperä koostuu lähinnä hiekkamoreenista ja hienosta hiedasta. Jokiharjun suunnittelualueen maaperä koostuu lähinnä hiekkamoreenista, hienosta hiedasta (karkea siltti) ja hiesusta (savinen siltti / siltti). GTK:n Pohjatutkimukset-karttapalvelussa ei ole kairauksia suunnittelualueilta. Moreenimaalajeja sisältävä maaperä luokitellaan VTT Tiedotteen 2425 mukaan kovaksi maaperäksi. Hienoa hietaa ja hiesua sisältävä maaperä luokitellaan pehmeäksi.



Kuva 2 Maaperä suunnittelualueilla ja niiden läheisyydessä (GTK 2020). Ylemmässä kuvassa Haapanen ja alemmassa Jokiharju.

Tärinän edetessä kauemmaksi tärinälähteestä maanpinnan pystysuuntainen värähtely vaimenee usein tasaisesti. VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 (2014) mukaan voidaan karkeasti arvioida, että tärinä puolittuu, kun etäisyys kasvaa kaksinkertaiseksi. Vaimeneminen voi olla hitaampaa etenkin pehmeillä maalajeilla kuten savilla ja silteillä. (Talja & Törnqvist 2014)

3.2 Tärinä ja runkomelu

3.2.1 Rakenteiden vaurioitumisalttiuteen vaikuttava tärinä

Rakenteiden vaurioitumisalttiuteen arvioidaan maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} (mm/s) perusteella. Vaurioitumisalttiuteen vaikuttavan tärinän arviointi jaetaan kolmeen (3)

tarkastelutasoon VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 (2014) mukaan. Tarkastelutasolla 1 arvio perustuu laskentakaavalla tehtävään arvioon. Laskentakaavat pohjautuvat tehtyihin värähtelymittauksiin eri maalajeilla ja kohteilla, sekä empiirisiin havaintoihin. Kaavoilla voidaan arvioida eri värähtelyn aiheuttajien aiheuttamaa värähtelyn suuruutta eri etäisyyksillä. Kaavat ovat suhteellisen epätarkkoja, mutta antavat käsityksen, onko tarpeen käyttää tarkempaa värähtelyarviointitasoa. Laskentamenetelmä olettaa maaperän värähtelyn samaksi pysty- ja vaakasuunnassa. Maanpinnan värähtelyn huippuarvo tietyllä etäisyydellä radasta saadaan määritettyä käyttäen seuraavaa kaavaa

$$v_G = v_0 \cdot \left(\frac{D_0}{D}\right)^B \cdot \left(\frac{S}{S_0}\right)^A \cdot \frac{G}{G_0} \cdot k_R \cdot F,$$

jossa

v_0 on värähtelyn perusarvo maassa etäisyydellä D_0 on 15 m raiteen keskilinjasta ja jonka arvo saadaan tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2

D on tarkastelu-etäisyys

B on etäisyysseksponentti, jonka arvo saadaan tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2. Etäisyysseksponentti kuvaa sitä, kuinka nopeasti värähtely vaimenee etäisyyden suhteen. Mitä suurempi on eksponentti, sitä nopeammin värähtely vaimenee

S on tarkasteltavan junan nopeus, jonka perusarvo S_0 on 70 km/h

A on nopeuseksponentti, jonka arvo on 0,9-1,1 (keskimäärin 1,0). VTT:n Working Paper 50 liitteen C mukaan matalilla nopeuksilla heilahdusnopeuden on havaittu olevan useimmiten junan nopeudesta riippumaton. Nopeuskerrointa käytetään vain nopeuksilla $S \geq 70$ km/h. Alemmilla nopeuksilla ei nopeuskerrointa suositella käytettäväksi, jolloin asetetaan $(S/S_0)^A=1$

G on tarkasteltavan junan kokonaispaino, jonka perusarvo G_0 on 2000 tn

k_R on radan kunnosta riippuva kerroin, joka on keskimäärin 1,0. Vanhoille yksiraiteisille radoille $k_R = 1,3$ ja uusille moniraiteisille radoille $k_R = 0,7$.

F on varmuuskerroin, jonka arvo on 2. Jos perusyhtälö on kalibroitu kohteessa tehdyillä värähtelymittauksilla, $F = 1$. Koska kalibrointia ei ole voitu suorittaa käytetään arvoa 2 (Talja & Törnqvist 2014).

Teoriassa värähtelyn laskennallinen ero on erittäin suuri, riippuen valitaanko värähtelyn perusarvon v_0 parametrit ja etäisyysseksponentin B arvot taulukon ylä- vai alarajoilta. Laskennallisessa arvioinnissa tulee huomata, että värähtelytason arviointi perustuu homogeeniseen pohjamaahan eli värähtelyn alkulähteellä pohjamaaa oletetaan samaksi kuin tarkasteltavilla etäisyyksillä. Laskennassa ei pystytä huomioimaan pohjamaan muutoksia tarkastelualueella. Tämä laskennan puute on suoraan johdannainen siihen, että värähtelyn määrittäminen on yksilöllistä jokaisessa rakennuksessa ja laskennallinen arviointi sisältää epävarmuuksia. Laskennallinen arviointi on tehty samoilla periaatteilla jokaisessa toteutusvaihtoehdossa, joten riskiä haitallisen värähtelyn esiintymisestä eri alueilla voidaan pitää johdonmukaisina.

Laskennallisesti määritettyjä maanpinnan värähtelyn huippuarvoja verrataan seuraavan

taulukon (Taulukko 3.1) mukaisiin värähtelyrajoihin. Rajaus perustuu maalajiin ja maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} (mm/s).

Taulukko 3.1 Tärinäalueiden rajauksessa käytettävät värähtelyrajat (v_{max} mm/s) maaperän värähtelylle (Talja & Törnqvist 2014).

Maalaji	Pehmeä savi leikkaus- lujuus < 25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekkä	Tiivis hiekkä, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus	< 10 Hz	10-20 Hz	20-50 Hz	> 50 Hz
V-alue	3	4,2	6	7,2
H-alue	1-3	1,4-4,2	2-6	2,4-7,2
E-alue	< 1	< 1,4	< 2	< 2,4

Kartoitettava alue jaetaan normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perusteella seuraaviin alueisiin:

V-alue: Rataa lähimpänä oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa rakennuksille ja rakenteille vahinkoriskin.

H-alue: Tavanomaisiin ja hyväkuntoisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa on otettu huomioon liikennetärinä. Alueella tärinä on kuitenkin usein selvästi havaittavaa ja häiritsee yleensä asumismukavuutta. Rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit tulee ottaa huomioon vaurioitumisriskin arvioinnissa.

E-alue: Normaalikuntoisille rakenteille ei aiheudu tärinästä rakenteiden vaurioitumista, mutta tärinä voi häiritä asumismukavuutta. Tärinän vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan. (Talja & Törnqvist 2014)

Tarkastelutasolla 2 alueiden rajauksessa käytetään mitattuja maaperän värähtelyn arvoja. Mitatuilla arvoilla voidaan tarkentaa tarkastelutason 1 laskennallista arviota. Tarkastelutasolla 3 arvioidaan rakennukseen siirtyvää värähtelyä. (Talja & Törnqvist 2014)

Yleensä asumismukavuuden haitta-alue on huomattavasti laajempi kuin mahdollisia vaurioita aiheuttavan tärinän alue, koska asumismukavuudelle asetetut tärinän ohjearvot ovat merkittävästi pienemmät kuin rakenteiden vaurioitumiselle asetetut ohjearvot. Kovaksi luokitetulla maaperällä vaurioita aiheuttavan värähtelyn todennäköisyys on pieni muilla alueilla kuin aivan lähteen välittömässä läheisyydessä. (Talja & Törnqvist 2014)

3.2.2 Asumismukavuuteen vaikuttava tärinä

Kun arvioidaan asumismukavuudelle aiheutuvaa haittaa, tärinän arvioinnissa käytetään värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}$ (mm/s). Tunnusluku $v_{w,95}$ on painotetun värähtelyn

tehollisarvon v_w tilastollinen maksimi. Arvo perustuu yhden viikon ajalta 15 merkitevimmistä ajoneuvosta mitattuun värähtelyyn. (Talja et al. 2008)

Värähtelyn tunnusluvun mukaan voidaan kohteet jakaa neljään värähtelyluokkaan. Suositus rakennusten värähtelyluokista perustuu VTT Tiedotteeseen 2278 *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta* (Talja 2004). Luokitus perustuu VTT:n mittaustuloksiin sekä Norjan standardiin (NS 8176E, 1999). Myös ohjeet DIN 4150-2 (1999), Banverket (1997), FRA (2005) ja FTA (2006) tukevat esitettyä suositusta (Talja 2004). Värähtelyluokituksen suositukset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.2). Luokituskriteerin on toteuduttava pystyvärähtelyn osalta rakennuksen kaikissa lattioissa ja vaakavärähtelyn osalta rakennuksen jokaisessa kerroksessa.

Taulukko 3.2. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta (Talja 2004).

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole yleensä häiritsevää</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä</i>	$\leq 0,60$

Värähtelyluokkaa C sovelletaan olemassa olevien väylien läheisyydessä alueilla, jonne kaavaa laaditaan tai merkittävästi muutetaan. Yksittäinen olemassa olevan väylän varrelle sijoittuva täydennysrakentaminen ja väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Liikenneviraston ohjeen 13/2018 (RATO 3) mukaan uusille radoille ja radoille, joilla liikennenopeutta tai akselipainoja nostetaan aikaisempaan verrattuna, sovelletaan tärinän tunnusluvun luokkaa C. Taulukossa (Taulukko 3.2) esitetyt värähtelyluokat koskevat vain normaaleja asuinrakennuksia, joten taulukkoa ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (toimistot, kauppa- ja liiketilat, teollisuusrakennukset). Näille muille toimintoille voidaan soveltaa muita suosituksia. (Talja et al. 2008)

Suosittelut raja-arvot eivät ota kantaa tärinähäiriön toistuvuuteen tai häiriön kellonaikaan. Suositellut raja-arvot ovat linjassa naapurihuoneistosta aiheutuvasta tärinästä. Ihmiset kokevat saman tärinän eri tavoin. Tärinään voi myös tottua ja sille voi myös herkistyä.

Samansuuruisen tärinän häiriöksi kokeminen voi vaihdella ihmisten välillä peräti viisi yksikköä 10-portaisella asteikolla. (Talja et al. 2008)

VTT Tiedotteessa 2569 teoreettisista laskentakaavoista on luovuttu aikaisempaan verrattuna (VTT Tiedote 2425, 2008 ja Working Paper 50, liite C, 2006), jolloin tarkemmat arviot edellyttävät värähtelyn mittaamista rakennuspaikalla. Koska suunnittelualueella ei ole tehty tärinämittauksia harvan liikennöinnin vuoksi, perustuu selvitys asumismukavuuden osalta vanhemmassa VTT:n julkaisussa (Working Paper 50, liite C) esitettyyn laskentakaavaan. Laskentakaava on sama, jota käytetään rakenteiden vaurioitumisalttiuden arviointiin VTT Tutkimusraportissa VTT-R-04703-14 (2014), joka on esitetty kohdassa 3.2.1. Asuinmukavuuden tapauksessa rakennukseen siirtyvässä värähtelyssä otetaan huomioon myös rakennusosasta riippuva suurennuskerroin k_b , jolla otetaan huomioon värähtelyn mahdollinen voimistuminen mahdollisen resonanssin vaikutuksesta. Suurennuskerroinmenetelmällä saadaan karkea arvio resonanssin vaikutuksesta, kun värähtelyn taajuuksisältöä ei tunneta. Suurennuskertoimien arvot rakennusosittain on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.3). Ainoastaan erittäin harvoin resonanssin merkitys rakennuksessa on taulukossa esitettyä suurempi.

Resonanssin merkitys on suurin pehmeillä maa-alueilla, koska maaperän värähtelyn energia esiintyy pehmeiköillä hyvin kapealla taajuuskaistalla, joka voi osua rungon tai lattian ominaistaajuusalueelle. Kovassa maaperässä hallitsevat korkeammat taajuudet ja värähtely on laajakaistaista, jolloin vaakavärähtely ei yleensä voimistu rungossa ($k_b=1,0$) ja lattioissa värähtelyn voimistuminen voidaan olettaa vähäiseksi ($k_b=1,5$). (Talja & Törnqvist 2014) Koska resonanssi vahvistaa voimakkaasti ainoastaan sitä taajuuskomponenttia, joka sattuu ominaistaajuuden alueelle, resonanssin ilmeneminen voi olla satunnaista, mutta resonanssin merkitys on ilmetessään hyvin suuri.

Taulukko 3.3 Rakennuksen eri osien suurennuskertoimia k_b (Talja & Törnqvist 2014).

Rakennusosa	Värähtelyn suunta	Suurennuskerroin k_b
Perustus	Kaikki suunnat	1,0
Maanvarainen lattia	Kaikki suunnat	1,0
Alapohja, paaluperustus	Vaakasuunta	1,5
Ala- ja välipohjat	Pystysuunta	3,0
Kattotaso, max 2 kerrosta	Vaakasuunta	3,0
Kattotaso, 3-4 kerrosta	Vaakasuunta	2,0
Kattotaso, yli 4 kerrosta	Vaakasuunta	1,0

VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 (2014) kaavalla saadaan arvioitua heilahdusnopeuden maksimin odotusarvo $v_{max}(v_G)$. Heilahdusnopeuden laskennan jälkeen arvo on muutettu vastaamaan arvioitavaa arvoa $v_{w,95}$. Tavanomaisesti tehollisarvoarvo v_w

on noin 0,4...0,6 kertainen verrattuna laskettuun heilahdusnopeuden maksimiin (Törnqvist & Talja 2006) Tehollisarvon v_w ja $v_{w,95}$ välinen yhteys oletetaan raportissa likimäärin samaksi, sillä liikennöivän kaluston, junan pituus, junan nopeus ja junan paino oletetaan olevan vakioita riittävän pitkällä ajanjaksolla. Tässä arvioinnissa $v_{w,95}$ on laskettu näiden arvojen keskiarvona eli 0,5 kertaa v_{max} . Resonassin mahdollinen vaikutus otetaan huomioon kertomalla arvioitu värähtelyntunnuisluku $v_{w,95}$ suurennuskertoimella.

3.2.3 Tärinän aiheuttama runkomelu

Termillä runkomelu tarkoitetaan VTT Tiedotteen 2468 *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (Talja & Saarinen 2009) mukaan maaperän kautta rakennukseen siirtyvää värähtelyä, joka muuttuu ääneksi. Runkomelu syntyy kiskon ja junan pyörien kosketuksen aiheuttamasta värähtelystä, joka välittyy radan alusrakenteiden ja maaperän kautta läheisten rakennusten perustuksiin. Ääni etenee perustuksista rakennuksen runkorakenteita pitkin huonetilojen seinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteisiin. Rakennusosien värähtely aiheuttaa huonetilojen pinnoissa äänen säteilyä, joka etenee ilmassa paineaaltoina, jotka ovat aistittavissa äänenä.

Runkomeluun liittyvä värähtely on voimakkuudeltaan niin vähäistä, ettei sitä voida havaita rakennuksen tärinänä, joten se ei aiheuta minkäänlaista vaaraa rakenteille. Runkomeluhaitta on yleensä suurin, kun sekä rakennuksen ja väylän perustukset ulottuvat suoraan peruskallioon tai kovaan kitkamaahan. (Talja & Saarinen 2009)

Runkoäänestä aiheutuvan häiriön suhteellisen harvinaisuuden takia tutkimusta sen vaikutuksesta ihmiseen on melko vähän. Runkomelun kiusallisuus riippuu äänitasosta, häiriön toiston määrästä, melun taajuussisällöstä sekä tilan taustamelutasosta. (Talja & Saarinen 2009)

Suomessa, kuten monissa muissakin maissa, ei runkomelulle ole annettu ohje- tai raja-arvoja, mutta VTT on esittänyt runkomelutasoille suosituksia, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.4). Taulukon raja-arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa. Yksiselitteinen ohjearvo on tärkeä, koska viime kädessä se ohjaa maankäytön suunnittelua sekä väylien ja rakennusten eristämistä runkomelulta. VTT:n tiedote ei ota kantaa runkomelun raja-arvojen kohdalla häiriön toistuvuudesta tai kellonajasta. (Talja & Saarinen 2009)

Suositus runkomelutason raja-arvosta asuinrakennuksille värähtelyn lähteen ollessa pintaväylä on $L_{prm} \leq 35$ dB. Suomessa teollisuusrakennuksille ei ole annettu runkomelun osalta suositusta. Joissakin maissa teollisuusrakennuksille, työpajoille ja varastoille on annettu suositusraja-arvo, jolloin se on ollut vähintään yhtä suuri kauppoille ja toimistoille annetun raja-arvon kanssa. Suositus toimistoille, kauppoille, näyttelytiloille ja museoille on 45 dB, joten oletettavasti teollisuusrakennuksissa, joissa toiminnan laatu on poikkeava edellä mainituista toiminnoista, voi runkomelutaso olla yli 45 dB. Esimerkiksi Iso-

Britanniassa suositus on 50 dB. (Talja & Saarinen 2009) Tässä työssä teollisuuslaitoksille päätettiin käyttää Iso-Britanniassa asetettua runkomelutason arvoa.

Taulukko 3.4 Suositus runkomelutason raja-arvoista Suomessa (Talja & Saarinen 2009).

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35 *
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat	30/35 *
Kokoonumis- ja opetustilat	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 *

* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaaneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa

VTT Tiedotteen 2468 mukaan arviointitasolla 1 käytetään runkomelunkin osalta turvaetäisyyttä, joka ei sovellu suunnittelukohteille alhaisen liikennöintinopeuden takia. Arviointitasolla 2 arvio runkomelutasosta perustuu värähtelyn siirtotiehen perustuvaan arvioon, jossa voidaan ottaa tarkemmin huomioon runkomelutasoon vaikuttavat tekijät. Menetelmä ei edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä sen muuttumisesta värähtelyn siirtymäreitillä. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon. Koska värähtelyn syntymiseen ja leviämiseen vaikuttaa lukuisia epävarmuustekijöitä, on taso 2 vain suuntaa antava.

VTT Tiedotteen 2468 mukaan runkomelun arvioinnin lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso L_v . Maaperän värähtelyn nopeustasoa korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä ΔL_v . Lopputulos on runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso L_{pA} . Peruskäyrä saadaan seuraavalla kaavalla

$$L_v [dB] = A - B \cdot \log_{10}(d/d_0) - C \cdot (d/d_0),$$

jossa

A on vakio, jonka arvo on 103 dB

B on vakio, jonka arvo on 14 dB

C on vaiko, jonka arvo on 0,8 dB

d_0 on vakio, jonka arvo on 10 m

ja d on tarkasteltavan kohteen etäisyys väylän reunasta.

Runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso L_{pA} saadaan seuraavalla kaavalla

$$L_{pA} [dB] = L_v + \sum \Delta L_{v,i},$$

jossa

L_v on peruskäyrä, johon lisätään korjaustekijöiden summa. (Talja & Saarinen 2009)

Arviointitaso 3 edellyttää mittausten tekemistä (Talja & Saarinen 2009), joita ei ole suunnittelualueella tehty.

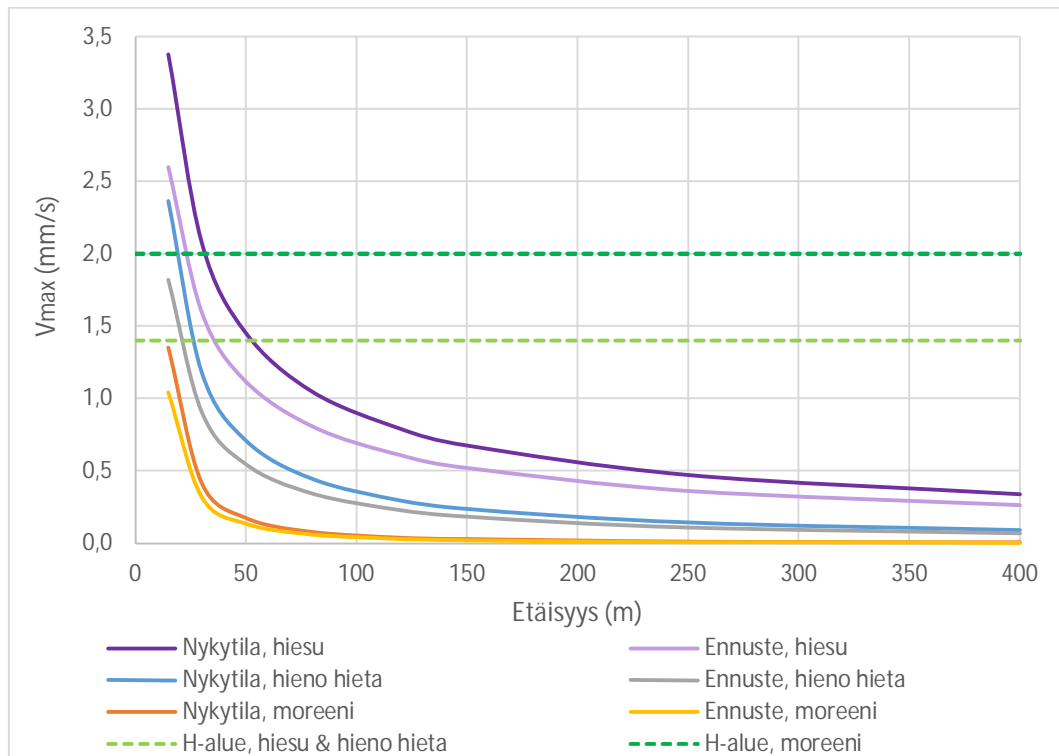
3.3 Tulokset

Arvio suoritettiin käyttäen VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 (2014) tarkastelutason 1 kaavaa. Vaurioitumisalttiuden ja asumismukavuuden laskentaan tarvittavat parametrit valittiin VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2 ja lähtötietojen perusteella. Laskennassa arvioitiin pohjamaa kolmen eri maalajin perusteella, jotka sijaitsevat radan alla ja sen välittömässä läheisyydessä:

- Normaali koheesiomaa: kuvaa Jokiharjun suunnittelualueella olevaa hiesua. Parametrit on valittu tärinää välittäväksi.
- Normaali koheesiomaa / välimaalaji: kuvaa molemmilla suunnittelualueilla olevaa hienoa hietaa.
- Karkearakeinen: kuvaa molemmilla suunnittelualueilla olevaa hiekkamoreenia. Parametrit valittiin tärinää vaimentavaksi.

3.3.1 Rakennusten vaurioitumisalttiuteen vaikuttava tärinä

Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty heilahdusnopeuden maksimiarvot v_{max} eri etäisyyksillä ja eri materiaalien laskentaparametreilla. Laskennallinen arvio nykytilasta ja ennusteesta on esitetty samassa kuvassa. Kuvissa on esitetty myös määräävät tärinäalueet. Kaikki nykytilan ja ennusteen laskennallisten arvioiden käyrät ovat V-alueen raja-arvojen alapuolelle, joten V-alueen rajoja ei ole esitetty kuvassa. H-alue sijaitsee V-alueen rajan ja H-alueen rajan välissä ja E-alue sijaitsee H-alueen viivan alapuolella. Rajat riippuvat maalajista (Taulukko 3.1).



Kuva 3 Laskennallinen arvio tavarajunan aiheuttamasta värähtelyn huippuarvosta v_{max} (mm/s) eri etäisyyksillä junaradasta maaperän ollessa hiekkamoreenia, hienoa hietaa tai hiesua nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteelle.

Tulosten perusteella (Kuva 3) tavarajunan aiheuttama värähtelyn huippuarvo on suurin hienorakeisessa hiesussa ja pienin karkearakeisessa hiekkamoreenissa. Laskennallisen ennusteen perusteella tärinä laskee tulevaisuudessa, mikä johtuu radan kunnan parantumisesta (kerroin k_r on tällöin 1,0 huonon radan 1,3 sijaan). Nopeuden nousu ei vaikuta laskennalliseen arvioon, koska nopeus pysyy alle 70 km/h. Tärinäalueiden etäisyydet rautatiestä maalajikohtaisesti nykytilassa ja tulevaisuudessa on koottu seuraavaan taulukkoon (Taulukko 3.5). Pienin etäisyys radasta, jota laskentatavalla voidaan arvioida, on 15 m, joten rajoja, jotka ovat tämän alle, ei voida asettaa.

Taulukko 3.5 Laskennalliset arviot vaurioitumisalttiuden mukaisten tärinäalueiden etäisyyksistä rautatiestä maalajikohtaisesti nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteelle.

Maalaji	Alueen etäisyys rautatiestä (m)		
	V-alue	H-alue	E-alue
Nykytila			
Hiesu	< 15	< 15 - 55	> 55
Hieno hieta	< 15	< 15 - 25	> 25
Hiekkamoreeni	< 15	< 15	< 15
Ennuste			
Hiesu	< 15	< 15 - 40	> 40
Hieno hieta	< 15	< 15 - 20	> 20
Hiekkamoreeni	< 15	< 15	< 15

Taulukon (Taulukko 3.5) perusteella riski hyväkuntoisten ja tavanomaisten rakennusten tai rakenteiden vaurioitumiselle on pieni, koska V- ja H-alue sijaitsevat kapealla alueella. Vaurioitumisriskiin vaikuttaa kuitenkin rakennuksen tai rakenteen kunto, koska tärinäalueiden jaottelu perustuu normaalikuntoisten rakennusten tärinänsietokykyyn. Lisäksi huomioon tulee ottaa käytetyt rakennusmateriaalit. (Talja & Törnqvist 2014) Riski vaurioitumiselle on laskennallisen arvon perusteella suurin hiesualueilla. Hiekkamoreenialueilla vaurioitumisriski on laskennallisen arvon perusteella pieni, koska E-alue sijaitsee alle 15 metrin päässä radasta. Kaikilla maaperillä vaurioitumisriski on arvioitu pienemmäksi tulevaisuudessa, koska radan kunto tulee paranemaan.

Haapanen

Vaurioitumisalttiuden perusteella määritetyt suojaetäisyydet (värähtelytasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 5 (kuva G01). Koska pienin etäisyys, jota laskentakaavalla voitiin tutkia, on 15 metriä, on kuvissa tätä pienemmät suojaetäisyydet esitetty tasan 15 metrin päässä radasta. Kuvan perusteella nykyiselle rakennuskannalle vaurioitumisalttius ei ole laskennallisten arvioiden perusteella ongelma. Vaurioitumisalue on pääsääntöisesti kapealla alueella radan ympärillä ja ulottuu hienolla hiedalla hieman suunnittelualueelle nykytilassa. Tulevaisuuden arvon perusteella vaurioitumisalue vetäytyy kauemmas suunnittelualueesta ja H-alue on lähes kokonaan suunnittelualueen ulkopuolella.

Jokiharju

Vaurioitumisalttiuden perusteella määritetyt suojaetäisyydet (värähtelytasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 8 (kuva G04). Koska pienin etäisyys, jota laskentakaavalla voitiin tutkia, on 15 metriä, on kuvissa tätä pienemmät suojaetäisyydet esitetty tasan 15 metrin päässä radasta. Kuvan perusteella suunnittelualueen nykyiselle rakennuskannalle vaurioitumisalttius on laskennallisen arvon perusteella mahdollisesti ongelma nykytilassa yhdelle asuinrakennukselle, joka sijaitsee lähinnä rataa radan eteläpuolella. Samassa pihapiirissä sijaitsevat kaksi muuta rakennusta sijaitsevat asuinrakennuksen tavoin H-alueen sisäpuolella. Tulevaisuuden ennusteessa

asuinrakennus ja toinen piharakennuksista ovat E-alueella laskennallisen arvion perusteella.

3.3.2 Asuinmukavuuteen vaikuttava tärinä

Jotta resonanssi-ilmiö voitiin ottaa huomioon, arvioitiin suunnittelualueiden rakennuskantaa saatavilla olevan kuvamateriaalin avulla.

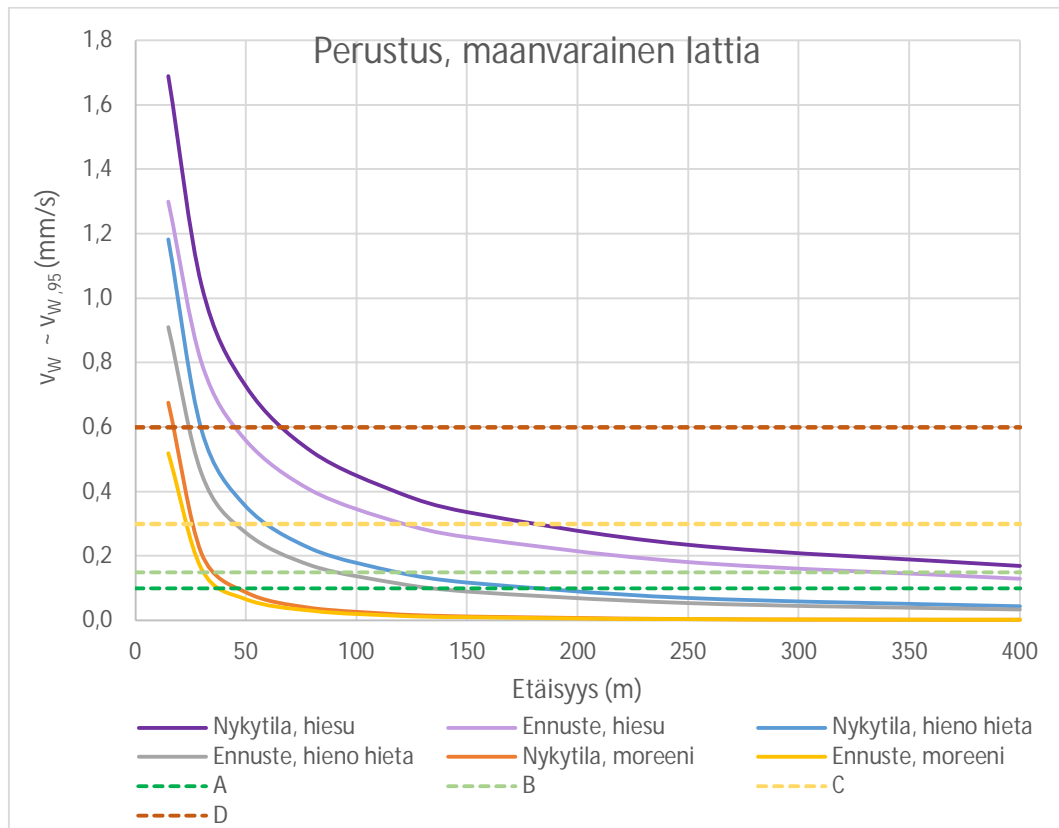
Haapanen

Asuinrakennukset on arvioitu kaksikerroksisiksi, jolloin resonanssin kannalta ongelmallisin tärinä sijoittuu välipohjaan. Hienolla hiedalla suurennuskerroin on $k_b=3,0$ ja hiekkamoreenilla $k_b=1,5$.

Jokiharju

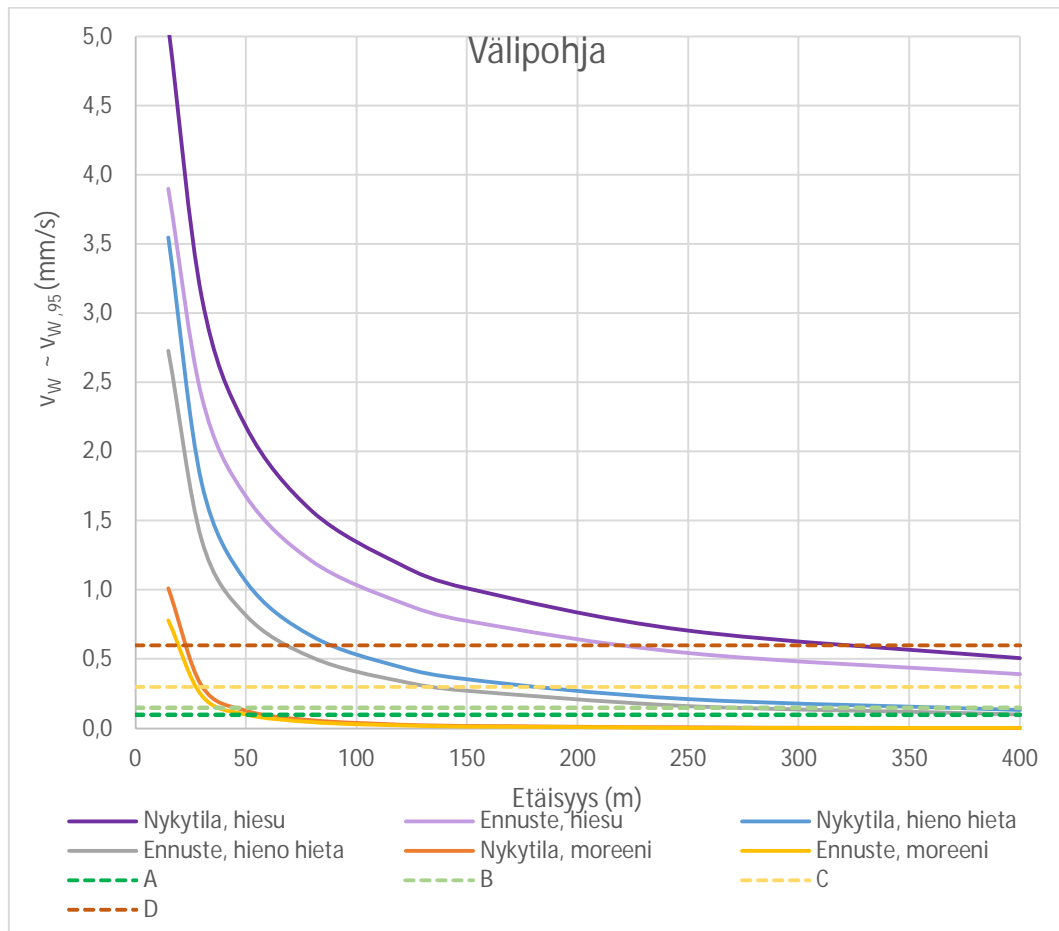
Junaradan eteläpuolella olevat asuinrakennukset on arvioitu kaksikerroksisiksi, jolloin resonanssin kannalta ongelmallisin tärinä sijoittuu välipohjaan (hiesulla $k_b=3,0$). Radan pohjoispuoleiset lähimpänä rataa sijaitsevat matalat asuinrakennukset on arvioitu maanvaraisiksi, jolloin resonanssi ei voimista värähtelyä ($k_b=1,0$).

Seuraavassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty heilahdusnopeuden maksimiarvojen v_{max} perusteella määritetyt heilahdusnopeuden tehollisarvot $v_{w,95}$ eri etäisyyksillä ja maalajeittain rakennusten perustuksissa ja maanvaraisissa lattioissa. Laskennallinen arvio nykytilasta ja ennusteesta on esitetty samassa kuvassa.



Kuva 4 Laskennallinen arvio tavarajunan aiheuttamasta värähtelyn tunnusluvusta $v_{w,95}$ (mm/s) eri etäisyyksillä radasta maaperän ollessa hiekkamoreenia, hienoa hietaa tai hiesua nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteelle. Tulokset kuvaavat tilannetta maanvaraisessa lattiassa ja perustuksissa.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 5) on esitetty heilahdusnopeuden maksimiarvojen v_{max} perusteella määritetyt heilahdusnopeuden tehollisarvot $v_{w,95}$ eri etäisyyksillä ja maalajeittain rakennusten välipohjissa. Laskennallinen arvio nykytilasta ja ennusteesta on esitetty samassa kuvassa.



Kuva 5 Laskennallinen arvio tavarajunan aiheuttamasta värähtelyn tunnusluvusta $v_{w,95}$ (mm/s) eri etäisyyksillä radasta maaperän ollessa hiekkamoreenia, hienoa hietää tai hiesua nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteelle. Tulokset kuvaavat tilannetta välipohjassa.

Tulosten perusteella (Kuva 4 & Kuva 5) tavarajunan aiheuttama värähtelyn tunnusluku on suurin hiesussa ja pienin karkearakeisessa moreenissa. Laskennallisen ennusteen perusteella asumismukavuutta häiritsevä tärinä laskee tulevaisuudessa, mikä johtuu radan kunnan parantumisesta (kerroin k_r on tällöin 1,0 huonon radan 1,3 sijaan). Nopeuden nousu ei vaikuta laskennalliseen arvioon, koska nopeus pysyy alle 70 km/h. Resonanssilla on suuri vaikutus tuloksiin.

Värähtelytasojen etäisyydet rautatiestä maalajikohtaisesti nykytilassa ja tulevaisuudessa on koottu seuraavaan taulukkoon (Taulukko 3.6). Taulukossa on huomioitu myös mahdollinen resonanssi. Pienin etäisyys radasta, jota laskentatavalla voidaan arvioida, on 15 m, joten etäisyyksiä, jotka ovat tämän alle, ei voida esittää.

Taulukko 3.6 Laskennalliset arviot asumismukavuuden värähtelytasojen etäisyyksistä rautatiestä maalajikohtaisesti nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteelle.

Maalaji	Etäisyys rautatiestä (m)			
	Maanvarainen lattia, perustus		Välipohja	
	Värähtely-luokka C	Värähtely-luokka D	Värähtely-luokka C	Värähtely-luokka D
Nykytila	0,30 mm/s	0,60 mm/s	0,30 mm/s	0,60 mm/s
Hiesu	175	65	800	320
Hieno hieta	60	30	175	90
Hiekkamoreeni	25	17	31	21
Ennuste				
Hiesu	120	45	580	220
Hieno hieta	45	25	135	70
Hiekkamoreeni	21	< 15	27	18

Karkea maaperä vaimentaa värähtelyä tehokkaammin kuin pehmeä maaperä kuten taulukosta (Taulukko 3.6) voidaan päätellä. Hiesussa ja hiedassa tärinä leviää häiritsevästi laajemmalle alueelle etenkin, jos mahdollinen resonanssi otetaan huomioon. Moreenialueilla tärinä ei leviä häiritsevissä määrin kovinkaan kauas radasta ja resonanssin vaikutus moreenialueilla välipohjissa on huomattavasti hienorakeisempia maalajeja pienempi. Vaurioitumisalttiuteen verrattuna (Taulukko 3.5) asumismukavuus on rajoittavampi tekijä tärinän suhteen.

Haapanen

Asumismukavuuden perusteella määritetyt suojaetäisyydet (värähtelytasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 6 (kuva G02). Asuinrakennukset alueella on arvioitu välipohjallisiksi. Taustakartan perusteella asumismukavuuden kannalta mahdollisesti ongelmalliselle alueelle (värähtely yli värähtelyluokkien C ja D raja-arvojen) sijoittuu yksi asuinrakennus. Jos lähelle rataa hieta-alueelle halutaan sijoittaa uusia asuinrakennuksia, rakennukset kannattaa rakentaa mahdollisimman kauas radasta ja mahdollisuuksien mukaan rakentaa yksikerroksinen rakennus maanvaraisesti tai paaluille, jolloin resonanssin vaikutus on välipohjallisia rakennuksia pienempi. Tällöin tärinän kannalta ongelmallinen alue sijaitsee lähempänä rataa.

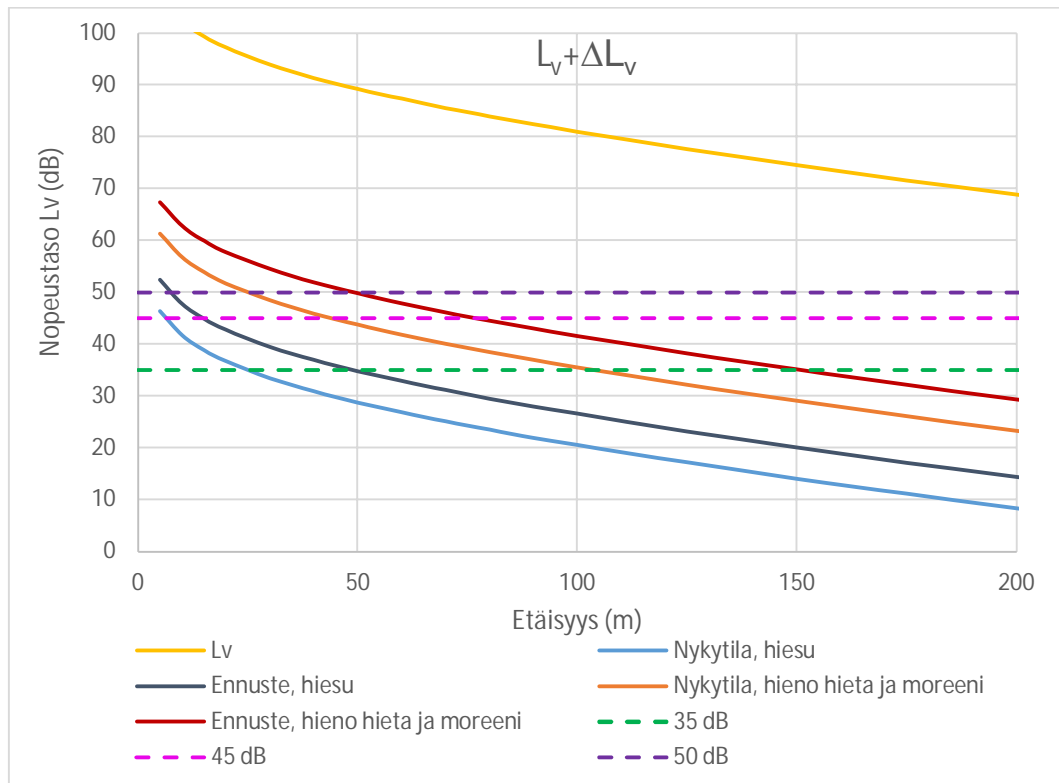
Jokiharju

Asumismukavuuden perusteella määritetyt suojaetäisyydet (värähtelytasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 9 (kuva G05). Ongelmalliset alueet sijoittuvat hiesualueille ja suojaetäisyydet riippuvat rakennuksen tyypistä (resonanssin huomioiminen). Radan eteläpuolella rakennuksissa on useampi kerros, jolloin välipohjan resonanssin takia useita asuinrakennuksia sijaitsee asumismukavuuden kannalta ongelmallisella alueella. Ongelman todellista laajuutta voidaan selvittää mittauksin tai kyselytutkimuksilla. Radan pohjoispuoleisella hiesualueella rakennukset vaikuttavat maanvaraisilta, jolloin resonanssi ei vahvista värähtelyä. Värähtelyluokasta riippuen ongelmalliselle alueelle sijoittuu suunnittelualueella joko yksi tai ei yhtään asuinrakennusta.

3.3.3 Runkomelu

Runkomelun määrää suunnittelualueella arvioitiin värähtelyn siirtotiehen perustuvan arvioinnin perusteella. Laskenta suoritettiin nykytilalle ja tulevaisuuden ennusteelle, jossa nopeus on arviolta 60 km/h. Molemmilla suunnittelualueilla tehtiin nopeudesta aiheutuva korjaus. Tulevaisuuden korjatulle radalle raiteiden kunto oletettiin hyväksi. Lisäksi oletettiin, ettei radalle ei ole tehty eristämistoimenpiteitä. Koska käytetystä kalustosta ei ole tarkempia tietoja oletettiin kaluston jousitus normaaliksi ja pyörät kuluneiksi kaluston ollessa mahdollisesti vanhaa. Rakennuksesta johtuvaksi korjaustekijäksi valittiin -5 dB, joka kuvaa 1-2 kerroksista puutaloa, jolloin korjaustekijä on talotyypeistä pienin. Rakennustyyppissä oletettiin, että perustuksen ja mahdollisen kallion välissä on maainesta vähintään kolme metriä, jolloin korjaustekijää voidaan käyttää. Runkomelu kasvaa huomattavasti, jos rakennus ja/tai rata on yhteydessä kallioon. Rakennneosien resonanssin vaikutus huomioitiin. Hiesu arvioitiin matalan taajuusalueen maalajiksi (-50 dB) ja hieno hietä sekä hiekkamoreeni keskitaajuusalueiden maalajeiksi (-35 dB). Lisäksi käytettiin varmuusmarginaalia +6 dB.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 6) on esitetty laskennallinen arvio runkomelutasosta etäisyyden funktiona (etäisyys junaradasta) nykytilalle ja ennusteella. Kuvassa on esitetty myös VTT Tiedotteen 2468 mukaiset suositukset runkomelutasoille 35 dB (asuinhuoneistot, hoitolaitokset, kokoontumis- ja opetustilat) ja 45 dB (toimistot, kaupat jne.) sekä Iso-Britanniassa teollisuuslaitoksille käytössä oleva runkomelutaso 50 dB. Kuvassa on esitetty myös maaperän värähtelyn perustaso L_v .



Kuva 6 Runkomelun laskennallinen arvio eri etäisyyksillä radasta maaperän ollessa hiesua, hienoa hietaa tai moreenia nykytilassa ja tulevaisuuden ennusteen mukaan.

Kuvassa esitettyjen laskennallisten arvioiden mukaiset etäisyydet runkomelutasojen raja-arvoista on koottu seuraavaan taulukkoon (Taulukko 3.7).

Taulukko 3.7 Laskennalliset arviot asumismukavuuden runkomelun värähtelytasojen etäisyyksistä rautatiestä maalajikohtaisesti.

Maalaji	Runkomelutason etäisyys rautatiestä (m)		
	Asuinrakennukset	Toimistot, kaupat	Teollisuus
Nykytila	35 dB	45 dB	50 dB
Hiesu	25	< 10	< 5
Hieno hieta, moreeni	105	45	25
Ennuste			
Hiesu	50	15	< 10
Hieno hieta, moreeni	155	80	50

Tulosten perusteella (Taulukko 3.7) hienorakeisessa hiesussa runkomelu leviää pienemmälle alueelle kuin karkeammassa hienossa hiedassa ja moreenissa. Hieta- ja moreenialueilla olevia asuinrakennuksia lukuun ottamatta runkomelutason etäisyys rautatiestä suurin piirtein tuplaantuu nopeuden tuplaantuessa.

Haapanen

Runkomelun perusteella määritetyt suojaetäisyydet (runkomelutasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 7 (kuva G03). Nykyisen asutuksen kannalta nykytilassa laskennallisen arvion perusteella kaksi asuinrakennusta sijaitsee alueella, jossa runkomelu voidaan kokea häiritseväksi. Tulevaisuuden ennusteen tapauksessa runkomelun kannalta ongelmallinen alue ulottuu vielä kauemmaksi radasta, jolloin neljä suunnittelualueen asuinrakennusta sijaitsee mahdollisesti ongelmallisella alueella. Yksi asuinrakennus sijaitsee runkomelualueella osittain tulevaisuuden ennusteen laskennallisen arvion perusteella.

Jokiharju

Runkomelun perusteella määritetyt suojaetäisyydet (runkomelutasojen etäisyys radasta) on esitetty kartalla liitteessä 10 (kuva G6). Runkomelun kannalta ongelmallisin alue on radan eteläpuolelle oleva moreenikumpare. Nykyisen asutuksen kannalta nykytilassa laskennallisen arvion perusteella yksi asuinrakennus sijaitsee alueella, jossa runkomelu voidaan kokea häiritseväksi. Tulevaisuuden ennusteen tapauksessa runkomelun kannalta ongelmallinen alue ulottuu vielä kauemmaksi radasta, mutta alue ei levity toisiin asuinrakennuksiin asti.

3.4 Yhteenveto ja jatkotutkimuksien tarve

Laskentamenetelmiin sisältyy monia epävarmuuksia, jotka johtuvat käytetyistä parametreista, joita ei voitu tarkentaa mittauksilla, ja radan poikkeuksellisesta luonteesta. Tärinän laskentamenetelmässä varmuuskerroin on ilman mittauksia 2. Suojaetäisyyksistä huolimatta tärinä- ja runkomeluhaitta on kuitenkin aina mahdollinen tiedostaen

arviointimenetelmän epätarkkuuden. Lisäksi tärinän ilmentyminen rakenteessa on aina yksilöllinen ilmiö.

Epävarmuuksia aiheutuu laskennassa valituissa kertoimista ja alueella sijaitsevista maalajeista ja niiden kerrostuneisuudesta, jota ei voida ottaa laskennallisessa arvioinnissa huomioon. Laskennallisessa arvioinnissa värähtelytason arviointi perustuu homogeeniseen pohjamaahan eli tärinän alkulähteellä pohjamaa on sama kuin tarkasteltavilla etäisyyksillä. Suunnittelualueilta oli maaperätietoina käytettävissä GTK:n maaperäkartta ilman kairauksia, jolloin lähtötiedot ovat epävarmempia.

Olosuhteissa, joissa maaperän sisältää paksuudeltaan vaihtelevia kerroksia ja myös peruskallion topografia vaihtelee, on värähtelytarkastelun tekeminen monimutkaista. Maaperässä värähtely leviää eri aallonmuotoina, joiden yhteisvaikutuksesta syntyy koettava tärinä. Erityyppisten tärinäaaltojen kohdatessa maanpinnan, peruskallion tai toisen maakerroksen, aaltotyypeistä aiheutuu heijastumista ja taittumista. Tärinäaaltojen heijastuminen ja taittuminen sekä mahdollinen eri herätepisteistä lähtevien tai heijastuvien tärinäaaltojen summautuminen voivat synnyttää odottamattoman suuria tärinäarvoja pehmeissä maaperissä. (Talja & Törnqvist 2014)

Käytetyistä kertoimista suuri epävarmuus johtuu huonon radan kunnosta johtuvasta kertoimesta k_R , jolle kirjallisuudessa on annettu arvo 1,3. Radan kunto voi kuitenkin olla tätä huonompi, mutta sitä ei voitu huomioida laskelmissa ilman mittauksia. Käytetty varmuuskerroin kasvattaa suojaetäisyyksiä, mikä kompensoi mahdollisesta radan kunnan aliarvioinnista tapahtuvaa virhettä.

Laskennallinen arvio pitää paikkansa vain oletetun kaltaiselle junakalustolle ja liikennöintinopeudelle. Asumismukavuuden arvioinnissa on otettu karkeasti huomioon eri rakennustyyppijä. Mahdollinen resonanssi vaikuttaa suuresti turvaetäisyyksiin. Resonanssialttius riippuu rakennuksesta ja käytetyistä rakennusratkaisuista, joten selvityksessä annetut arviot ovat karkeita. Tärinälle alttiimpia ovat yleensä pehmeikölle rakennetut 1-2 kerroksiset pientalot, joiden ominaistajuus osuu pehmeikön ominaistajuudelle. Todellisen tärinän arviointi on yksilöllistä jokaisessa rakennuksessa ja rakennuspaikassa ja vaatii konkreettisia mittauksia valmiista rakennuksesta tai suunnitellusta rakennuspaikasta. Laskennallisella arvioinnilla ohjataan maankäyttöä ja voidaan varautua mahdollisiin tärinähäiriöihin, joita voidaan esimerkiksi huomioida rakentamista rajoittavilla tekijöillä, kuten rakennusten maksimi ja minimi kerroskorkeuksina ja lattioiden jänneväleinä (rakenteiden värähtelysuunnittelu). Esimerkiksi yksikerroksiset maanvaraiset rakennukset ja yli 5 kerroksiset rakennukset kärsivät vähemmän tärinähäiriöistä, niiden rakenteen ja massan takia.

Asuntojen rakenteellinen kestävyys on yleensä huomattavasti suurempi kuin ihmisen häiritseväksi kokema tärinä. Tällöin voidaan olettaa, että jos rakennukset sijoitellaan tai rakennetaan tärinää vaimentaviksi siten, että ihminen ei koe niistä häiriötä, ne voidaan olettaa kestävänsä myös rakenteellisesti tärinää. Nykyisen rakennuskannan osalta yksi

asuinrakennus sijaitsee Jokiharjussa H-alueella, jolloin vaurioitumisalttius riippuu rakennuksen kunnosta. Nykyisen rakennuskannan kannalta Haapasen suunnittelualueella radan läheisyydessä runkomelu on tulosten perusteella rajoittavampi tekijä kuin asumismukavuus johtuen karkearakeisemmasta maaperästä. Nykyisen rakennuskannan kannalta Jokiharjun suunnittelualueella radan läheisyydessä asumismukavuus on tulosten perusteella rajoittavampi tekijä kuin runkomelu johtuen hienorakeisesta hiesumaaperästä.

Suojaetäisyyteen perustuvat alueet on esitetty kartalla liitteissä 5-10 (piirustukset G01-G06). Suojaetäisyyksien sijainnit ovat osittain suuntaa antavat, koska laskennallisesti ei voida määrittää, miten tärinä siirtyy maalajista toiseen ja miten tärinän heijastuminen vaikuttaa tärinän ja runkomelun leviämiseen maaperässä.

Kaavoituksella on monia keinoja huomioida tärinää tai runkomelua, joista yksi on toimintojen ja rakennusten sijoittaminen mahdollisimman kauas tärinälähteestä eli tässä tapauksessa junaraitteista sekä sijoittaa suurempaa runkomelua ja tärinää sallivia toimintoja epävarmalle alueelle. Tärinän tai runkomelun vaimentaminen on rakenteellisten ratkaisujen ja rakennustyyppien valinnalla mahdollista, mutta ilman konkreettisia mittauksia niiden määrääminen tai velvoittaminen on haasteellista. Runkomelun vaimentaminen tehdään yleensä jonkinlaisella joustavalla kerroksella esimerkiksi paksulla täytöllä, eristyksellä tai joustokerroksella ja suurissa kohteissa jousituksella.

Tärinän vaimentamiseksi pitäisi olla tietoinen vallitsevasta haitallisesta tärinätaajuudesta, jolloin rakenteiden ominaistajuudet voitaisiin mitoittaa mahdollisimman kauas kyseisestä haitallisesta taajuudesta, jolloin ainakin vältetään tärinää vahvistavasta resonanssi-ilmiöstä. Optimaalisinta olisi mitoittaa rakenteiden ominaistajuus yli vallitsevan tärinätaajuuden, jolloin resonanssikertoimen arvo laskee alle 1, eli rakenne vaimentaa tärinää. Korkeilla taajuuksilla tämä on kuitenkin vaikeaa. Pehmeiköillä värähtely on usein hyvin kapeakaistaista ja hallitseva maan värähtelyn taajuusalue osuu välille 4-10 Hz, joka on 1-2 kerroksisten rakennusten tyyppinen ominaistajuus (Talja & Törnqvist 2014). Tärinän syntymiseen voidaan vaikuttaa myös radan kuntoa parantamalla ja mahdollisesti nopeutta laskemalla. Karkea arvio on, että akselipainon, nopeuden tai väylän epätasaisuuden puolittaminen pienentää värähtelyn noin puoleen entisestä.

Mahdollisten vaimennusratkaisuja suunnitellessa on ensiarvoisen tärkeää tuntea tärinän taajuudet ja suunnat (xyz-koordinaatisto). Yleensä runkomelua vaimentava ratkaisu saattaa vastaavasti kasvattaa tärinän haitallisuutta, jolloin ilman konkreettista tietoa saatetaan suunnitella ratkaisu, joka korjaa yhden ongelman, mutta voi aiheuttaa toisen. Tämän selvityksen perusteella suositellaan jatkotutkimuksia erityisesti runkomelun arviointiin Haapasen suunnittelualueella ja tärinän arviointiin Jokiharjun suunnittelualueella. Lisäksi kattaa arvioida Jokiharjun alueella vaurioitumisalttiuden kannalta mahdollisesti ongelmallinen asuinrakennus. Asumismukavuuteen vaikuttavan tärinän ja runkomelun häiritsevyyttä voidaan kartoittaa myös kyselytutkimuksella. Suositeltava mittausmenetelmä on esitetty VTT:n ohjeissa.

4 LÄHTEET

Meluselvitys

Eurasto, R., 2009. Meluselvitysten tarkkuuden parantaminen — Suomen ympäristö 26 / 2009. Ympäristöministeriö. Helsinki 2009.

Jyväskylän kaupungin meluselvitys, 2017.

Lahti, T., 2003. Ympäristömelun arviointi ja torjunta. Ympäristöministeriö.

Suomen kuntatekniikan yhdistys, 1997. Meluestekäsikirja, julkaisu 18/97.

Tiehallinto, 2006. Tieliikenteen melu - perustietoa tieliikenteen melusta ja sen torjunnasta, tiehallinnon julkaisu

Uudenmaan ELY-keskus, 2013. Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa. 2/2013

Valtakunnalliset liikenne-ennusteet, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018

Valtioneuvoston periaatepäätös meluntorjunnasta, Ympäristöministeriön raportteja 7/2007

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992)

Tärinä- ja runkomeluselvitys

Geologian tutkimuskeskus (2020). Maankamara-karttapalvelu. Saatavissa: <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>

Liikennevirasto (2018). Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenne, Liikenneviraston ohjeita 13/2018, 39 s.

Nosto Consulting Oy (2020). Asemakaavan muutos 2. kaupunginosa (Haapanen) korttelit 2015 ja 2030. Kaavaselostus, kaavaluonnos versio 0.9, 25 s.

Talja, A. (2004). Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT Tiedotteita 2278, 50 s.

Talja, A. (2011). Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT Tiedotteita 2569, 35 s.

Talja, A. & Saarinen, A. (2009). Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, esiselvitys, VTT Tiedotteita 2468, 56 s.

Talja, A. Vepsä, A., Kurkela, J. & Halonen, M. (2008). Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT Tiedotteita 2425, 95 s.

Talja, A. & Törnqvist, J. (2014). Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT Tutkimusraportti VTT-R-04703-14, 58 s.

Törnqvist, J. & Talja, A. (2006). Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Paper 50, 46 s.

Tampere ja Turku, 23. lokakuuta 2020

Sweco Infra & Rail Oy

Alina Reiman
Geotekninen suunnittelija
DI

Pekka Lähde
Projektipäällikkö
Ympäristösuunnittelija (AMK)

Liite 1

23603045
Parkanon kaupunki
Haapasen asemakaavan
muutos, meluselvitys

Melumallinnus
Junien nopeus 30 km/h

LA_{eq} päivä klo 07 - 22
Laskentakorkeus 2 m

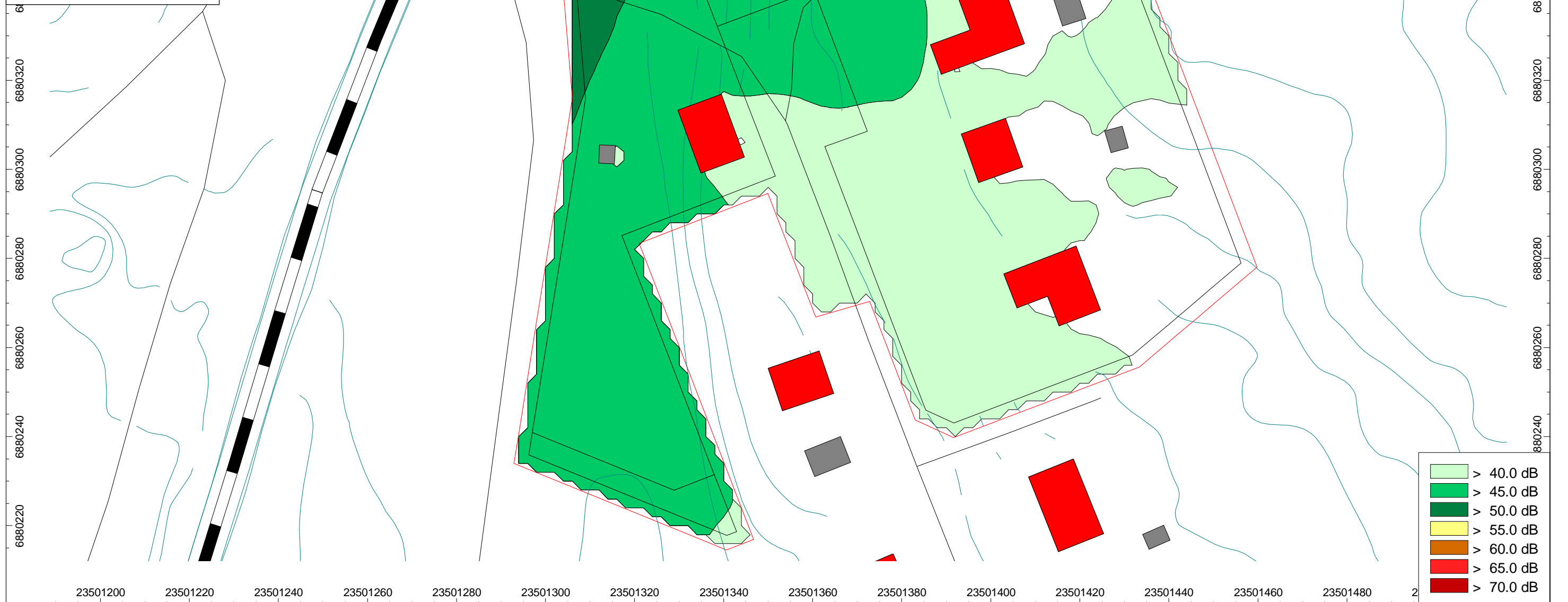
Melupäästölähteet:
Raideliikenne

23.10.2020
FILAHD

20 m



SWECO 



Liite 2

23603045
Parkanon kaupunki
Haapasen asemakaavan
muutos, meluselvitys

Melumallinnus
Junien nopeus 60 km/h

LAeq päivä klo 07 - 22
Laskentakorkeus 2 m

Melupäästölähteet:
Raideliikenne

23.10.2020
FILAHD

20 m



SWECO



Liite 3

23603045
Parkanon kaupunki
Jokiharjun asemakaavan
muutos, meluselvitys

Melumallinnus
Junien nopeus 30 km/h

LAeq päivä klo 07 - 22
Laskentakorkeus 2 m

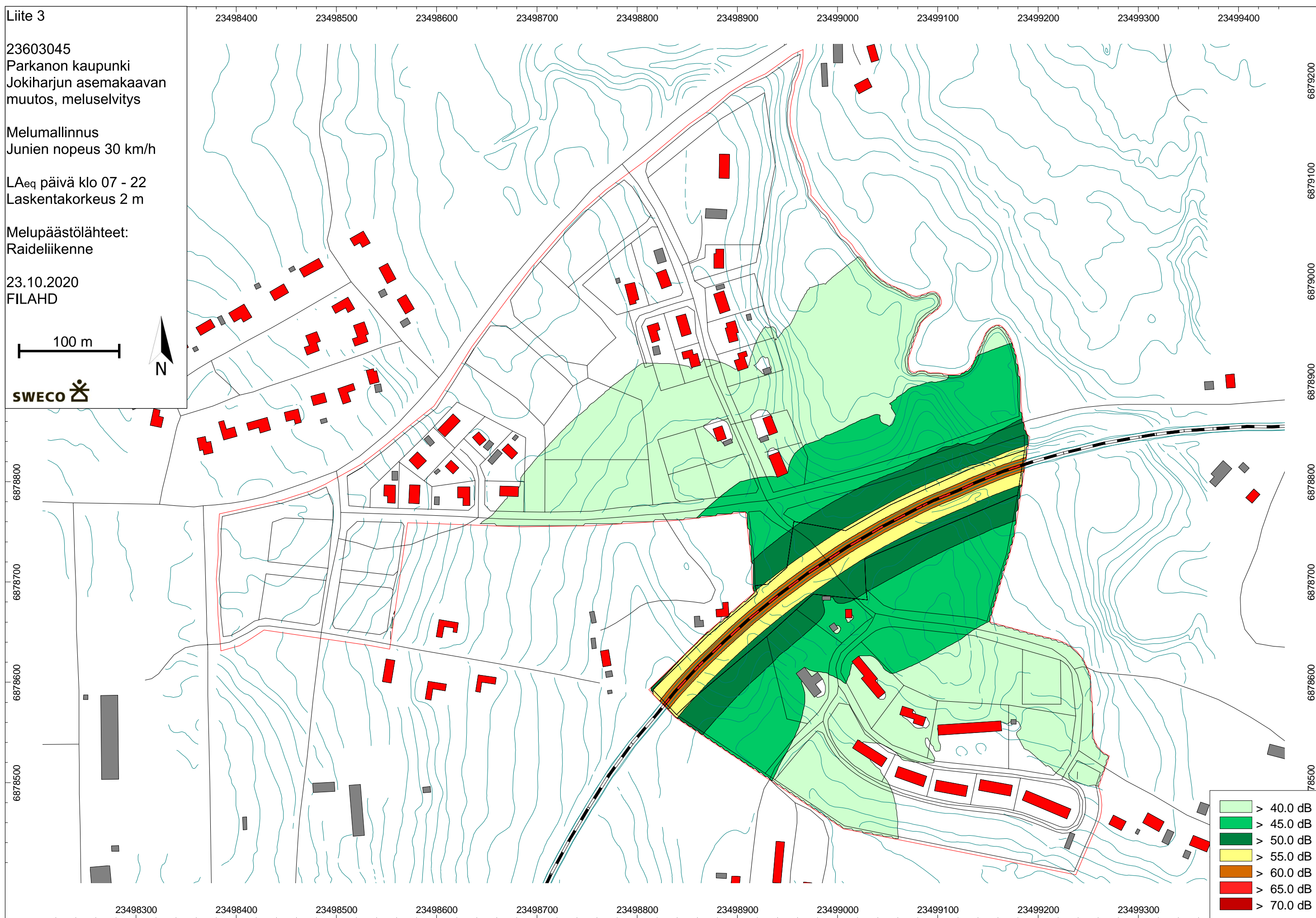
Melupäästölähteet:
Raideliikenne

23.10.2020
FILAHD

100 m



SWECO



- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB

Liite 4

23603045
Parkanon kaupunki
Jokiharjun asemakaavan
muutos, meluselvitys

Melumallinnus
Junien nopeus 60 km/h

LAeq päivä klo 07 - 22
Laskentakorkeus 2 m

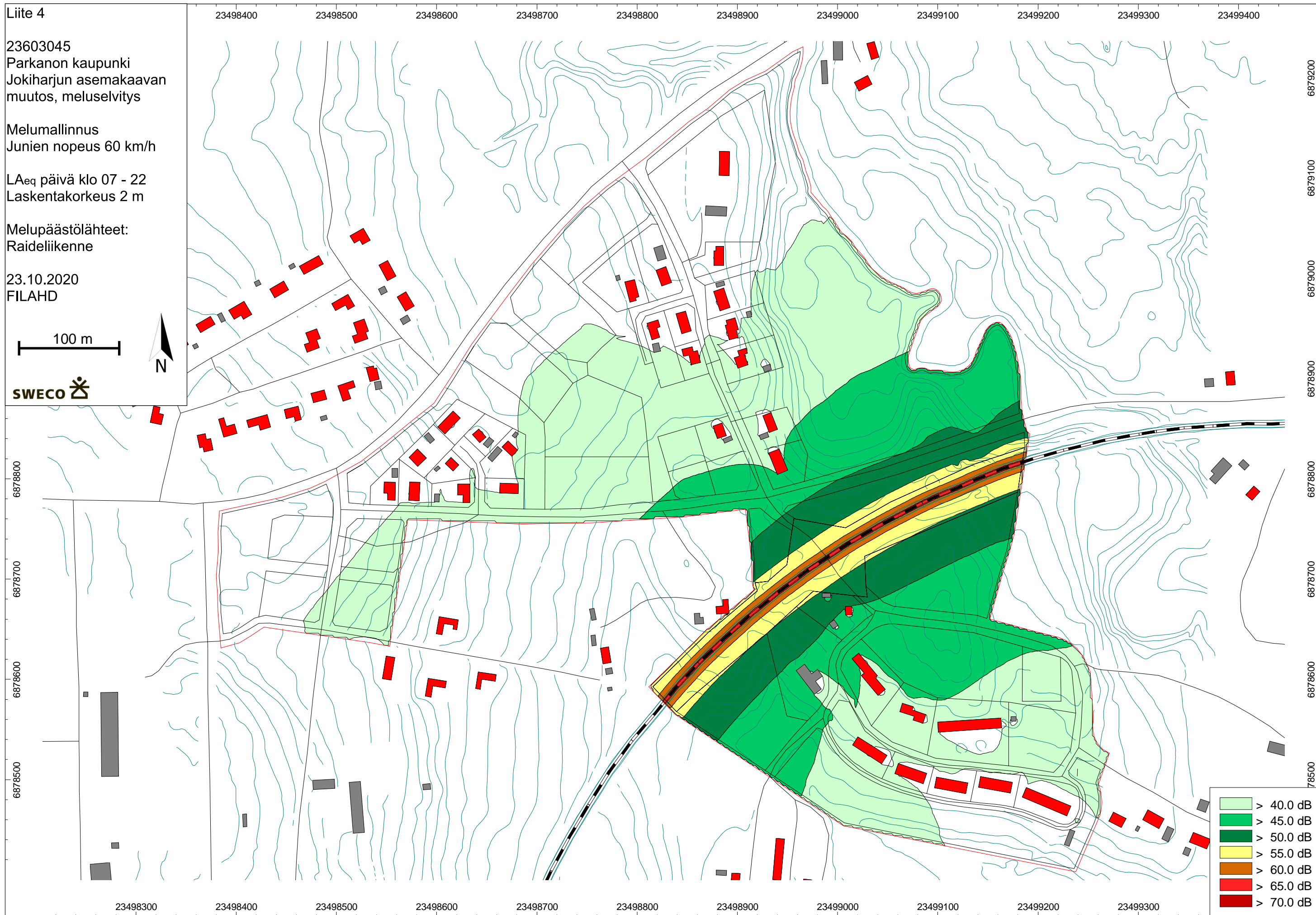
Melupäästölähteet:
Raideliikenne

23.10.2020
FILAHD

100 m



SWECO



- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB

Haapanen: Tärinä, vaurioitumisalttius Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

— V-alue

— H-alue

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - V-alue

- - H-alue



E-alue sijaitsee H-alueen ulkopuolella

V-alue: Rataa lähimpänä oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa rakennuksille ja rakenteille vahinkoriskin.

H-alue: Tavanomaisiin ja hyväkuntoisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa on otettu huomioon liikennetärinä. Alueella tärinä on kuitenkin usein selvästi havaittavaa ja häiritsee yleensä asumismukavuutta. Rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit tulee ottaa huomioon vaurioitumisriskin arvioinnissa.

E-alue: Normaalkuntoisille rakenteille ei aiheudu tärinästä rakenteiden vaurioitumista, mutta tärinä voi häiritä asumismukavuutta. Tärinän vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan. (Talja & Törnqvist 2014)



Maaperä

	Kallio
	Hiekkamoreeni
	Hieno hieta
	Saraturve

Rakennukset

	Asuinrakennus
	Lomarakennus
	Muu rakennus
	Teollinen rakennus
	Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

	Rautatie
	Suunnittelualueen raja

Koordinaattijärjestelmä
ETRS-GK23

KOHTEEN NIMI JA OSOITE

Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy
Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-,
runkomelu- ja tärinäselvitys

Korkeusjärjestelmä

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

Haapanen
Tärinä, vaurioitumisalttius
Suojaetäisyydet

MITTAKAAVA

1:1000

SWECO 

Sweco Infra & Rail Oy
PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000

SUUNN.
FIALIR
TARK.
FILAHD
HYV.
FIMIKM

16.10.2020

TIEDOSTO

20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg

SUUNN.ALA

GEO

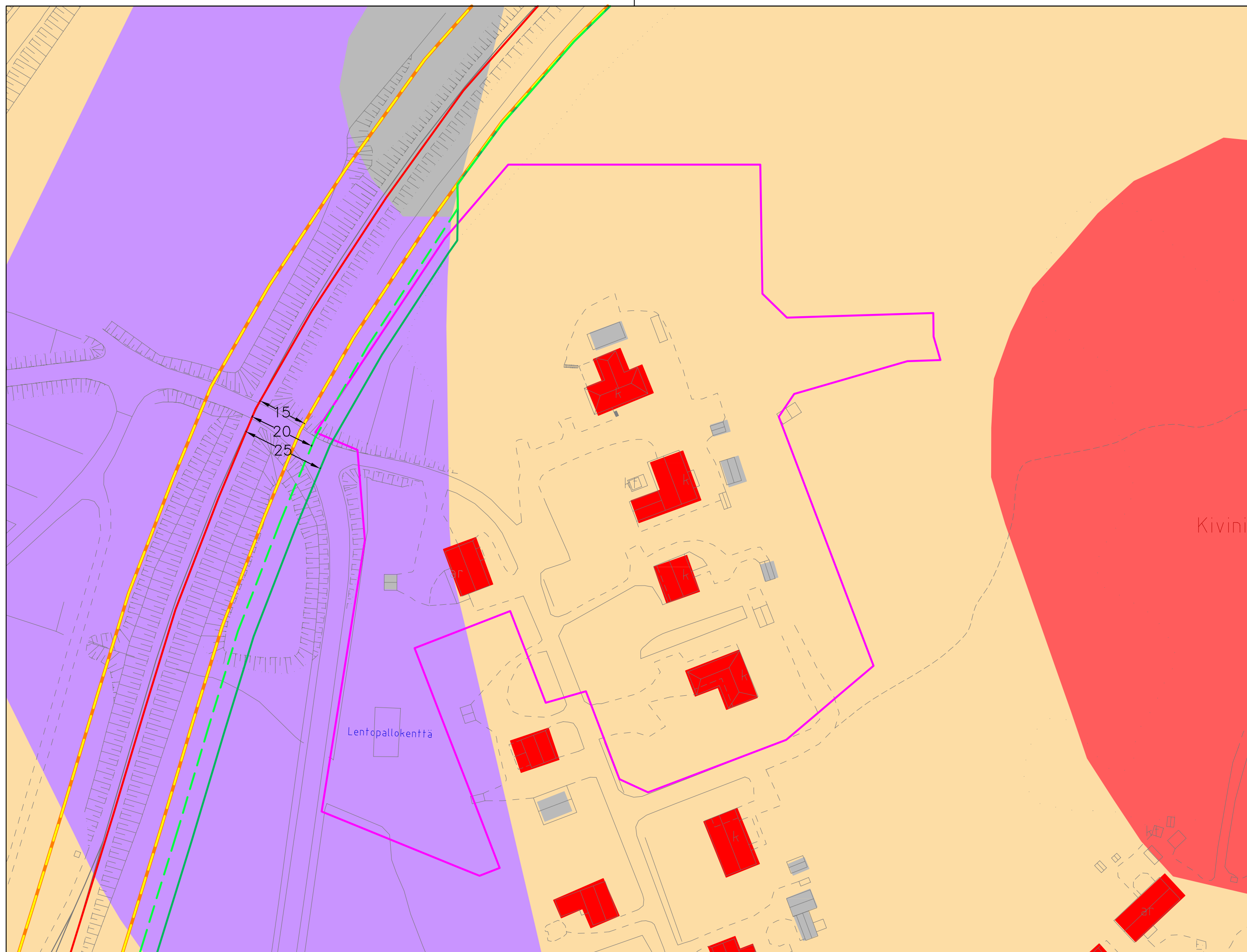
TYÖ:N:O

20603045

PIIR:N:O

G01

MUUTOS



Haapanen: Tärinä, asumismukavuus Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

- Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s välipohja
- Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s välipohja

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- - Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- - Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s välipohja
- - Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s välipohja

Maaperä

- Kallio
- Hiekkamoreeni
- Hieno hieta
- Saraturve

Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Muu rakennus
- Teollinen rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

- Rautatie
- Suunnittelualueen raja

Koordinaatijärjestelmä ETRS-GK23		Korkeusjärjestelmä		
KOHTEEN NIMI JA OSOITE Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-, runkomelu- ja tärinäselvitys		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Haapanen Tärinä, asumismukavuus Suojaetäisyydet		MITTAKAAVA 1:1000
 Sweco Infra & Rail Oy PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000	SUUNN. FIALIR	TIEDOSTO 20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg		
	TARK. FILAHD	SUUNN.ALA	TYÖ N:O	PIIR N:O
HYV. FIMIKM	16.10.2020	GEO	20603045	G02
		MUUTOS		

Haapanen: Runkomelu Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

- Runkomelutaso 35 dB, asuinrakennukset
- Runkomelutaso 45 dB, toimistot, kaupat...
- Runkomelutaso 50 dB, teollisuusrakennukset

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - Runkomelutaso 35 dB, asuinrakennukset
- - Runkomelutaso 45 dB, toimistot, kaupat...
- - Runkomelutaso 50 dB, teollisuusrakennukset

Maaperä

- Kallio
- Hiekkamoreeni
- Hieno hieta
- Saraturve

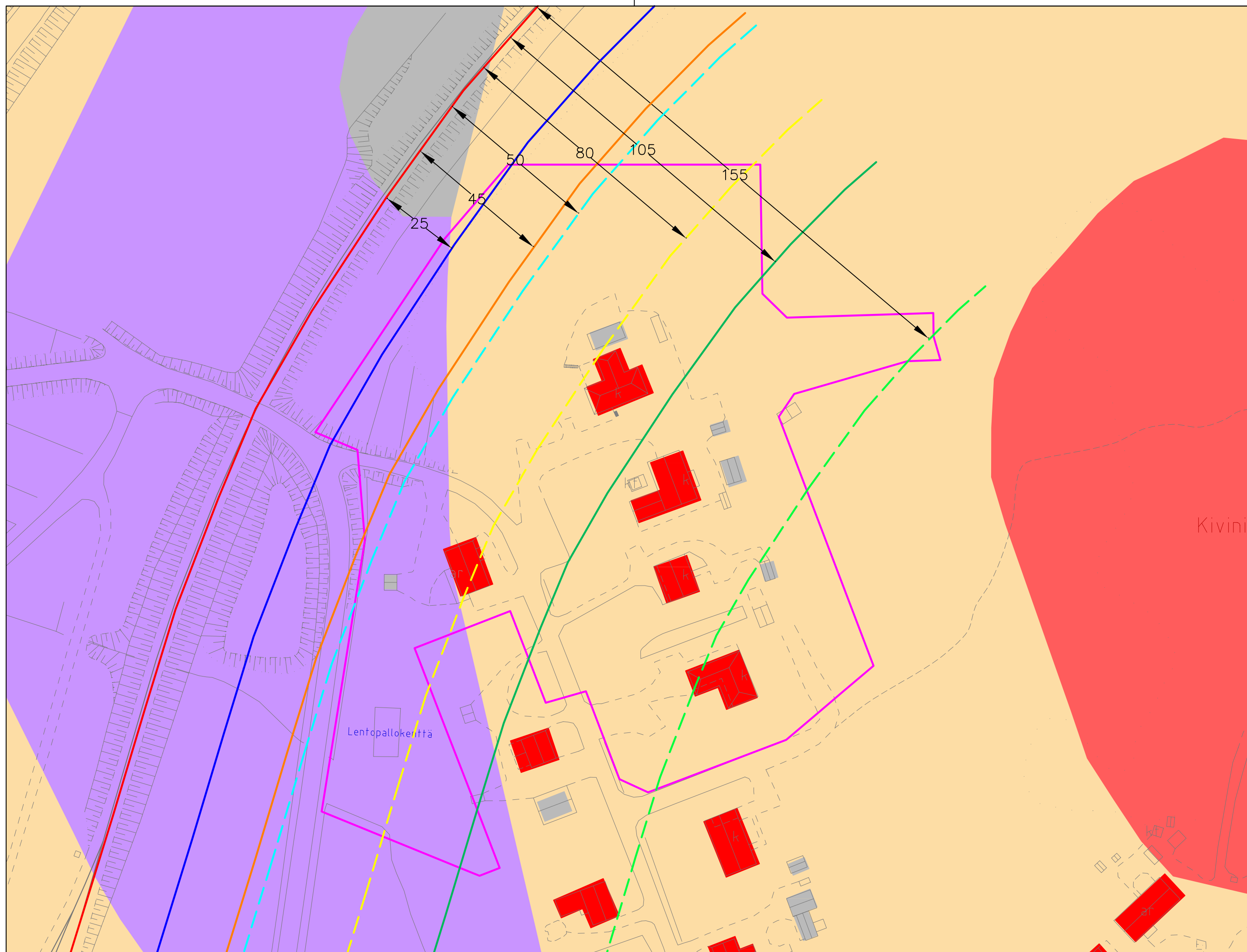
Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Muu rakennus
- Teollinen rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

- Rautatie
- Suunnittelualueen raja

Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK23		Korkeusjärjestelmä		
KOHTEN NIMI JA OSOITE Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-, runkomelu- ja tärinäselvitys		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Haapanen Runkomelu Suojaetäisyydet		MITTAKAAVA 1:1000
 Sweco Infra & Rail Oy PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000	SUUNN. FIALIR	TIEDOSTO 20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg		
	TARK. FILAHD	SUUNN.ALA GEO	TYÖ N:O 20603045	PIIR N:O G03
	HYV. FIMIKM			MUUTOS
	16.10.2020			



Jokiharju: Tärinä, vaurioitumisalttius Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

— V-alue

— H-alue

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - - V-alue

- - - H-alue

E-alue sijaitsee H-alueen ulkopuolella

V-alue: Rataa lähimpänä oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa rakennuksille ja rakenteille vahinkoriskin.

H-alue: Tavanomaisiin ja hyväkuntoisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos resonanssille herkempien rakenteiden suunnittelussa on otettu huomioon liikennetärinä. Alueella tärinä on kuitenkin usein selvästi havaittavaa ja häiritsee yleensä asumismukavuutta. Rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit tulee ottaa huomioon vaurioitumisriskin arvioinnissa.

E-alue: Normaalkuntoisille rakenteille ei aiheudu tärinästä rakenteiden vaurioitumista, mutta tärinä voi häiritä asumismukavuutta. Tärinän vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan. (Talja & Törnqvist 2014)

Maaperä

- Kallio
- Hiekkamoreeni
- Hieno hieta
- Hiesu

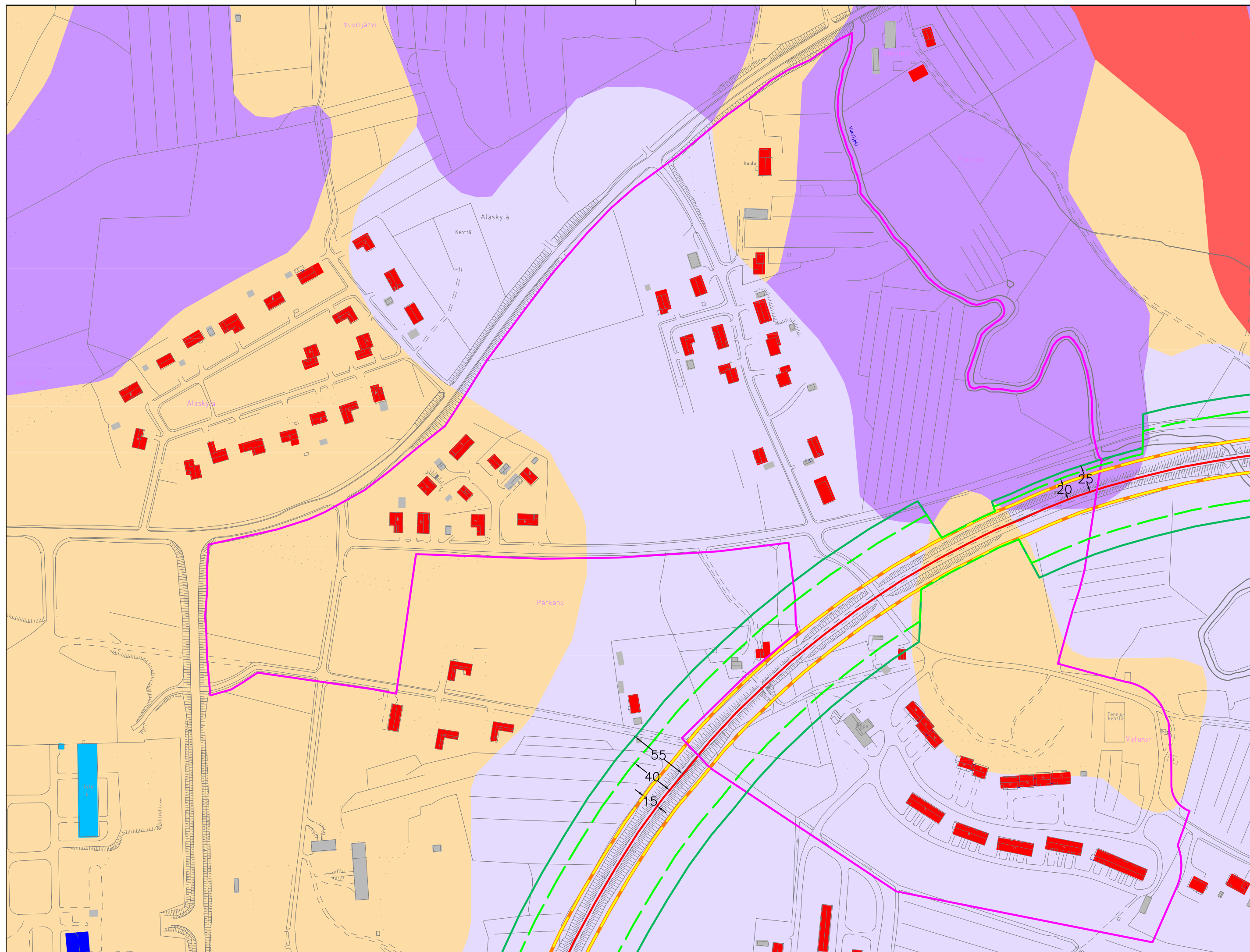
Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Muu rakennus
- Teollinen rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

- Rautatie
- Suunnittelualueen raja

Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK23		Korkeusjärjestelmä	
KOHTEEN NIMI JA OSOITE Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-, runkomelu- ja tärinäselvitys		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Jokiharju Tärinä, vaurioitumisalttius Suojaetäisyydet	
		MITTAKAAVA	
		1:3000	
		TIEDOSTO 20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg	
		SUUNN. FIALIR TARK. FILAHD HYV. FIMIKM	SUUNN.ALA GEO TYÖN:O 20603045 PIIR:N:O G04 MUUTOS
Sweco Infra & Rail Oy PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000		16.10.2020	



Jokiharju: Tärinä, asumismukavuus Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

- Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s välipohja
- Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s välipohja

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - - Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- - - Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s perustus, maanvarainen lattia
- - - Värähtelyluokka C, 0,30 mm/s välipohja
- - - Värähtelyluokka D, 0,60 mm/s välipohja

Maaperä

- Kallio
- Hiekkamoreeni
- Hieno hieta
- Hiesu

Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Muu rakennus
- Teollinen rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

- Rautatie
- Suunnittelualueen raja

Koordinaattijärjestelmä
ETRS-GK23

KOHTEEN NIMI JA OSOITE

Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy
Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-,
runkomelu- ja tärinäselvitys

Korkeusjärjestelmä

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

Jokiharju
Tärinä, asumismukavuus
Suojaetäisyydet

MITTAKAAVA

1:3000

SWECO 

Sweco Infra & Rail Oy
PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000

SUUNN.
FIALIR
TARK.
FILAHD
HYV.
FIMIKM

16.10.2020

TIEDOSTO

20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg

SUUNN.ALA

GEO

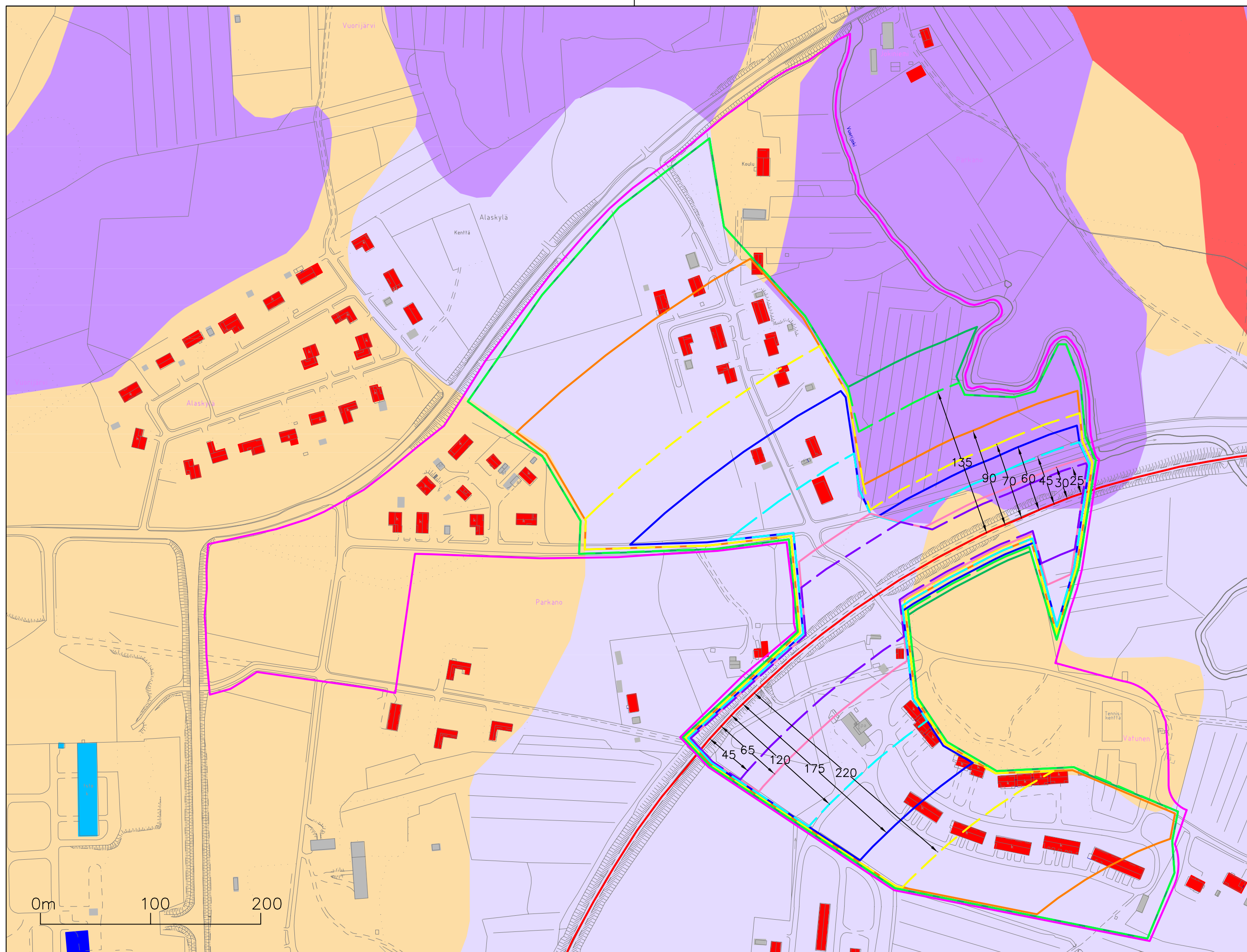
TYÖ N:O

20603045

PIIR N:O

G05

MUUTOS



Jokiharju: Runkomelu Suojaetäisyydet

Nykytila, junan nopeus 30 km/h

- Runkomelutaso 35 dB, asuinrakennukset
- Runkomelutaso 45 dB, toimistot, kaupat...
- Runkomelutaso 50 dB, teollisuusrakennukset

Ennuste, junan nopeus 60 km/h

- - - Runkomelutaso 35 dB, asuinrakennukset
- - - Runkomelutaso 45 dB, toimistot, kaupat...
- - - Runkomelutaso 50 dB, teollisuusrakennukset

Maaperä

- Kallio
- Hiekkamoreeni
- Hieno hieta
- Hiesu

Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Muu rakennus
- Teollinen rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus

Muut merkinnät

- Rautatie
- Suunnittelualueen raja

Koordinaattijärjestelmä
ETRS-GK23

KOHTEEN NIMI JA OSOITE

Parkanon kaupunki / Nosto Consulting Oy
Haapasen ja Jokiharjun alueiden melu-,
runkomelu- ja tärinäselvitys

Korkeusjärjestelmä

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

Jokiharju
Runkomelu
Suojaetäisyydet

MITTAKAAVA

1:3000

SWECO 

Sweco Infra & Rail Oy
PL 453, 33101 TAMPERE • 0207 393 000

SUUNN.
FIALIR
TARK.
FILAHD
HYV.
FIMIKM

16.10.2020

TIEDOSTO

20603045_Parkano_tarina_ja_runkomelu.dwg

SUUNN.ALA

GEO

TYÖ N:O

20603045

PIIR N:O

G06

MUUTOS

