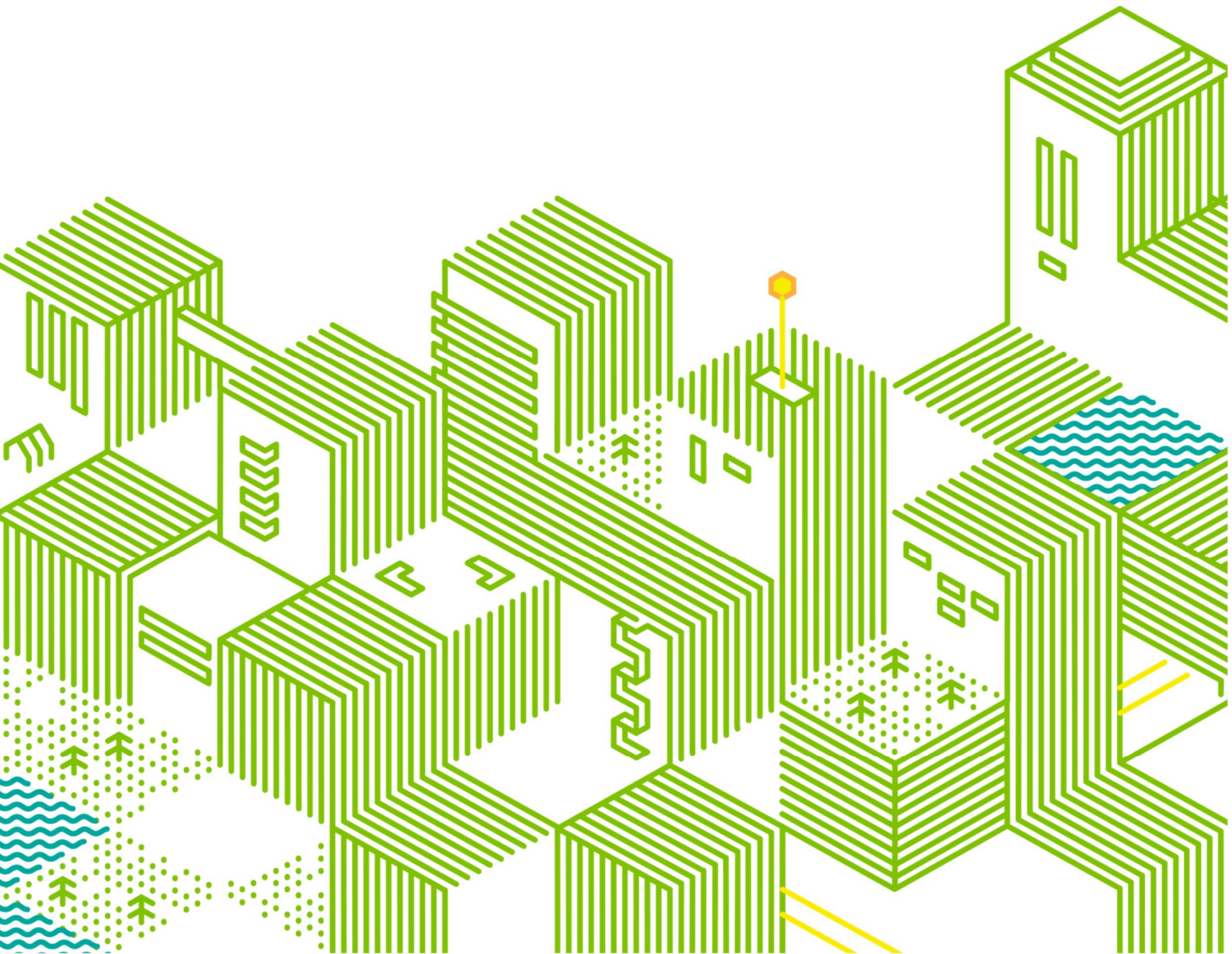


Tärinäselvitys, Alkkulan asemakaavan muutos

Päiväys
Tilaaja

21.3.2018
Akaan kaupunki



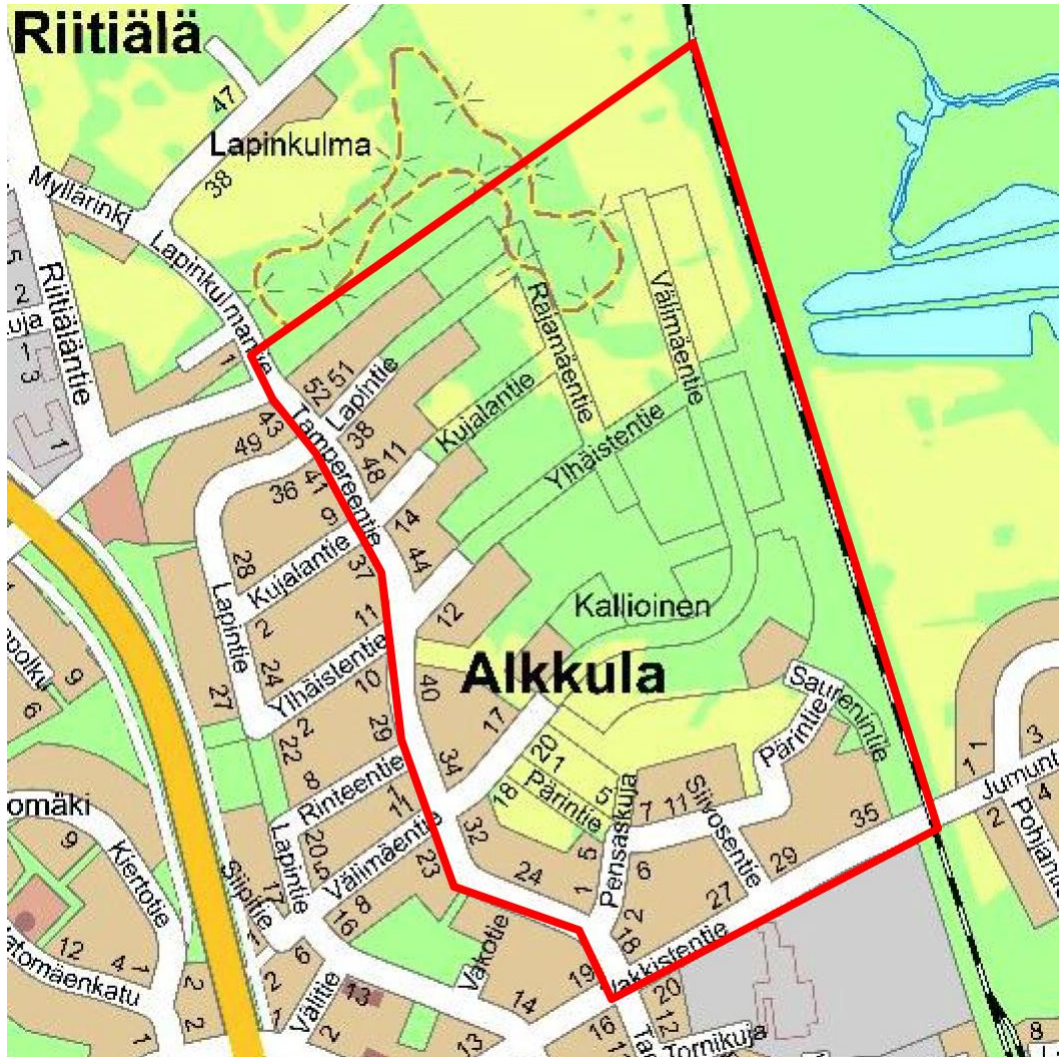
Sisällys

1	Taustatiedot.....	2
2	Tärinän voimakkuuden arviointi.....	3
2.1	Tärinän häiritsevyys	3
2.2	Tärinän arviointi rakenteiden kannalta	3
2.3	Liikennetiedot	4
2.4	Maaperä	4
3	Laskennallinen arvio	5
3.1	Laskennallisen arvioinnin periaatteet	5
4	Laskennallisen arvion tulokset	6
5	Tulosten tulkinta.....	7
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	8

21.3.2018

1 Taustatiedot

Akaan kaupunki on käynnistänyt asemakaavan muutoksen Viialaan Alkkulan alueelle, Helsinki-Tampere pääradan läheisyyteen. Asemakaavan muutoksen tavoitteena on määritellä vanhan asemakaavan mukaiset rakentamiseen kelpoiset alueet uudelleen. Pääasiallisesti noin 200 m etäisyydellä pääradasta sijaitsevat toteutumattomat tontit tullaan kokonaan poistamaan ja jäljelle jääville rakennetuille tonteille pyritään määrittelemään uudet määräykset mm. tärinän osalta.



Kuva 1. Selvitysalueen rajaus

Tässä työssä on selvitetty Akaan kaupungin toimeksiannosta radasta aiheutuva tärinä suunnittelualueella laskennallisilla menetelmillä. Yhteyshenkilönä tilaajan puolella on toiminut Helena Keva.

Sitowise Oy:ssä työstä on vastannut DI Jussi Kurikka-Oja, laadunvarmistajana toimi Ins. (AMK), Trad. (YAMK) Anne Kangasaho.

2 Tärinän voimakkuuden arviointi

2.1 Tärinän häiritsevyys

Pohjana tärinän häiritsevyyden arvioinnille käytetään VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa*, VTT Working Papers 50, Espoo 2006 esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta (Taulukko 1):

Taulukko 1. Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa, VTT 2006

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

Rakennusten värähtelyluokituksessa rakennukset on jaettu luokkiin A-D tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuus-painotettuihin tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

$v_{w,95} = 15$ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo + $1,8 \times 15$ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta.

Taulukoituja tunnuslukuja sovelletaan asuinrakennuksille.

Julkaisussa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

1. Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiirisiin laskentakavoihin.
2. Tarkennettu tärinämittauksiin perustuva rajausta, joka perustuu tunnetusta junaliikenteestä mitattuun maaperän värähtelyyn
3. Rakennuksessa esiintyvän värähtelyn arviointi, jolloin arvioidaan tarkat vaikutukset alueella olevaan tai suunniteltavaan rakennuskantaan.

Tämä selvitys on laadittu 1. tarkastelutason mukaisesti.

2.2 Tärinän arviointi rakenteiden kannalta

VTT:n tutkimusraportissa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* esitetään taulukossa 2 esitetyt värähtelyrajat maaperälle.

Taulukko 2. Tärinäalttiusluokat rakenteiden tärinän arvioinnin kannalta.

21.3.2018

Tärinä-alueet	Kuvaus	Hallitseva taajuus, Hz	Värähtely V_{max} mm/s
V	Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille	alle 10 10...20 20...50 yli 50	3 4,2 6 7,2
H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta häittäviä vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asuinmukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit	alle 10 10...20 20...50 yli 50	1-3 1,4-4,2 2-6 2,4-7,2
E	Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.	alle 10 10...20 20...50 yli 50	alle 1 alle 1,4 alle 2 alle 2,4

2.3 Liikennetiedot

Mittausajankohdan liikennetiedot hankittiin VR Track Oy:n kautta. Tietojen perusteella alueella liikennöivien viidentoista raskaimman junan massojen vaihteluväli on 3600-2200 tonnia.

Tavaraliikenteen mitoittavana ajonopeutena on käytetty 90 km/h.

2.4 Maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen Geokarttojen mukaan suunnittelualueen maaperä on savea (pääosa radan alla olevasta maaperästä) ja hiekkamoreenia.



Kuva 2. Selvitysalueen maaperä

Selvitysalueelta ei ollut käytettävissä pohjatutkimustietoja tai aiempia tärinäselvityksiä tai – mittauksia.

3 Laskennallinen arvio

3.1 Laskennallisen arvioinnin periaatteet

Tärinän leviämistä asemakaava-alueelle tutkittiin VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* ja myöhemmin julkaisussa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden* esitetyn niin sanotun käsinlaskentamallin avulla. Laskentamalli on likimääräismenetelmä, jossa oletetaan vaaka- ja pystysuuntaiset värähtelyt yhtä suuriksi.

Laskentamallin avulla voidaan huomioida radalla liikkuvan kaluston ominaisuudet (massa, nopeus), maaperän ominaisuudet sekä raiteiston kunnan vaikutus tärinään. Laskennassa on lisäksi huomioitu VTT:n julkaisun mukaisesti varmuuskerroin 2, koska arviointi perustuu laskentakaavaan, jota ei ole kalibroitu paikallisiin olosuhteisiin mittausten avulla.

Laskentamalli perustuu kaavaan (1):

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

Jossa,

$v_{z,max}$ = laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä.

$v_{z,15}$ = pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä D=15 metriä raiteen keskilinjasta

k_D = etäisyyskerroin

k_S = junan nopeudesta riippuva kerroin

k_G = junan painosta riippuva kerroin

k_R = radan kunnosta riippuva kerroin

F = Varmuuskerroin, jos laskentamallia ei kalibroida mittausten avulla

Rakennuksiin siirtyvää tärinää on arvioitu julkaisun mukaisesti seuraaviin suurennuskertoimiin perustuen:

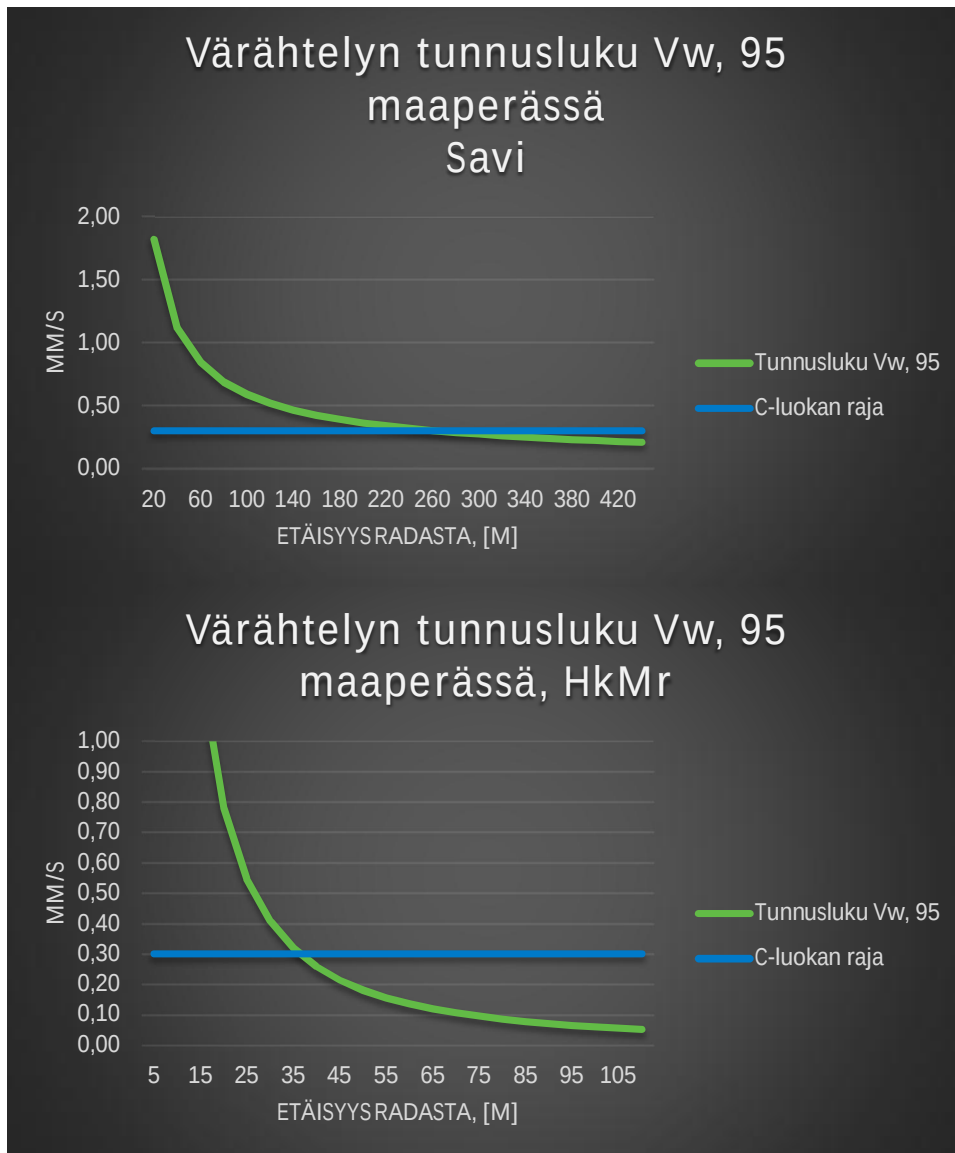
Taulukko 3 Suurennuskertoimet (VTT-R-04703-14)

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, enintään 2 kerrosta	Vaakasuunta	3,0
Kattotaso, 3–4 kerrosta	Vaakasuunta	2,0
Kattotaso, yli 4 kerrosta	Vaakasuunta	1,0

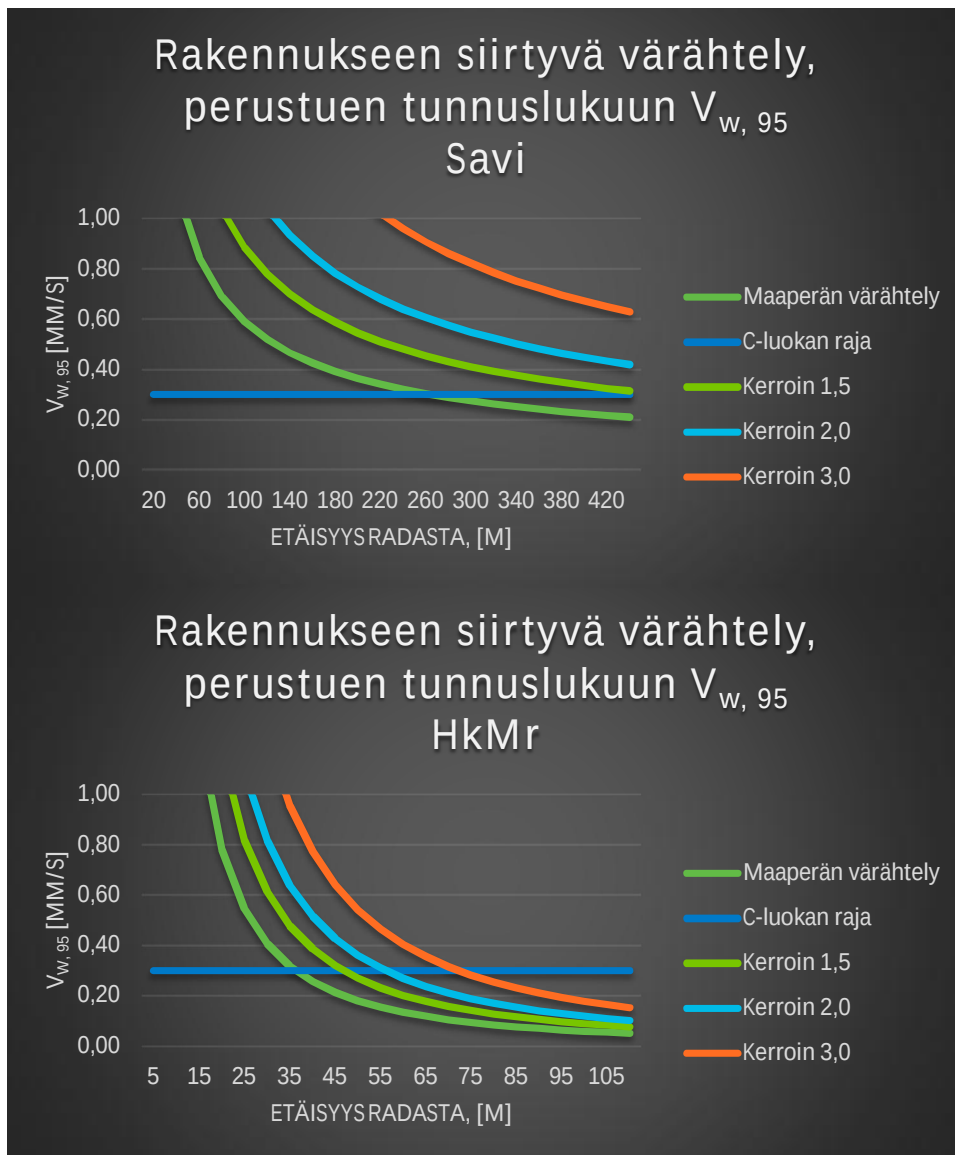
Suurennuskertoimiin perustuvassa menetelmässä maaperän värähtely kerrotaan rakennusosa-kohtaisella suurennuskertoimella.

4 Laskennallisen arvion tulokset

Laskentatuloksena muodostettu tärinän tunnusluku maaperässä esitetään kuvassa 3 suhteessa ja kuvassa 4 eri rakennusosissa suurennuskertoimien mukaisesti.



Kuva 3. Tärinän leviämislaskennan tulokset, maaperä



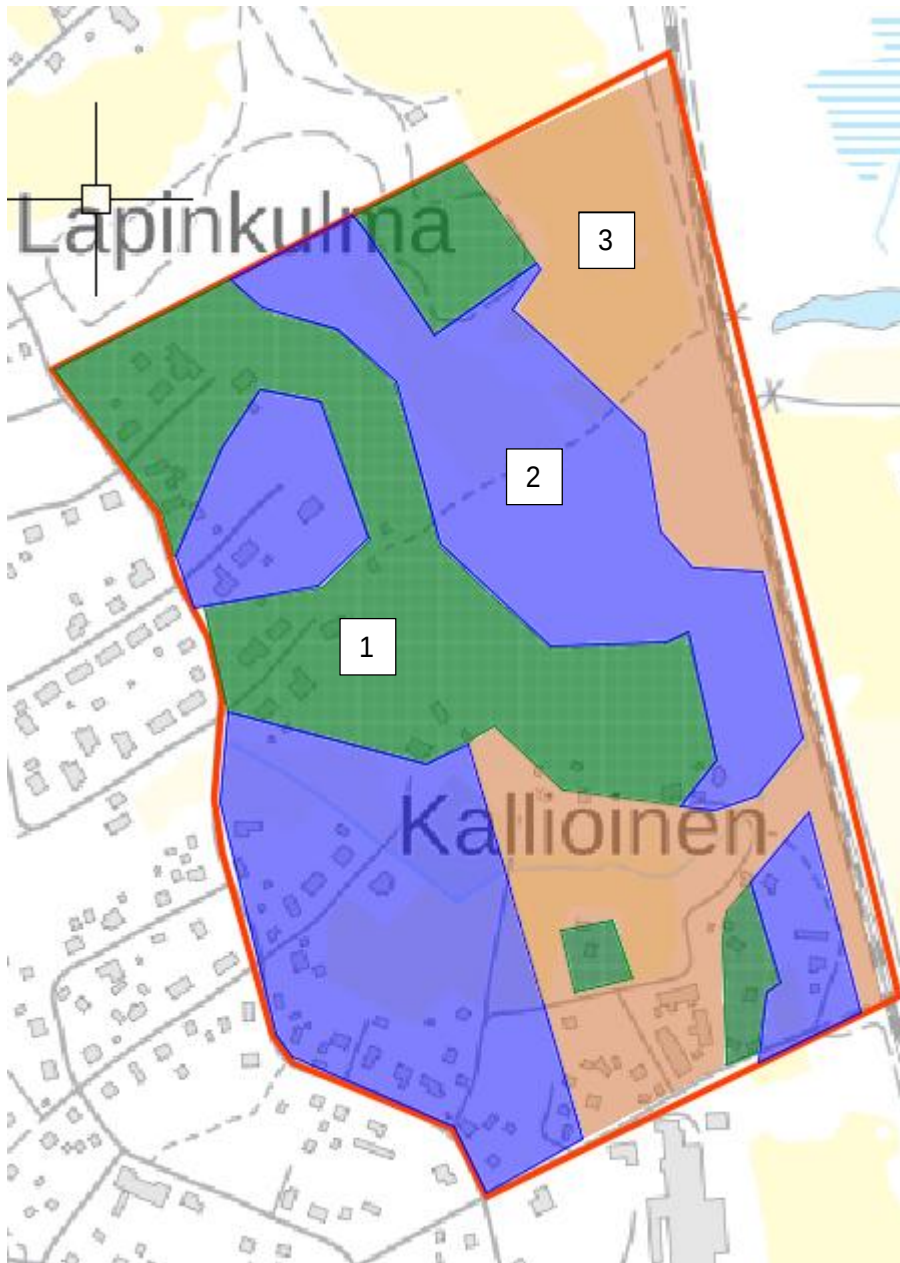
Kuva 4. Tärinän leviämislaskennan tulokset, rakennusosat

5 Tulosten tulkinta

Laskentatulosten perusteella suunnittelualue jaettiin kolmeen luokkaan tärinän häiritsevyyttä koskien.

1. Alueeseen, jolla tärinän voimakkuus ei todennäköisesti ylitä tasoa 0,30 mm/s riippumatta perustamistavasta tai rakennuksen kerrosluvusta.
2. Alueeseen, jossa tärinän voimakkuus voi aiheuttaa rajoitteita rakentamiselle. Rajoitteiden tarkempi selvittäminen edellyttää tärinämittausten tekemistä.
3. Alueeseen, joilla C-luokan rajan taso 0,30 mm/s ylittyminen riippumatta toimenpiteistä on todennäköistä. 3. alueen rajojen tarkentamiseksi suositellaan tärinämittauksia.

Alueet esitetään kuvassa 5.



Laskentatulosten perusteella tärinällä ei ole haitallista vaikutusta rakenteiden kuntoon, jos etäisyys radasta on vähintään 25 metriä.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Koska laskentamallia ei voitu tämän työn yhteydessä kalibroida paikallisiin olosuhteisiin sopivaksi tärinämittausten avulla suosittelemme alueella toteuttavaksi tärinämittaussarjan laskentamallin

21.3.2018

parametrien varmistamiseksi ja aluerajausten tarkentamiseksi. Alueen maaperä on vaihtelevaa, jolloin laskentamalli saattaa paikallisesti ali-/yliarvioda tärinätilannetta maaperäalueiden rajalla.

Laskennallisen arvioin perusteella suunnittelualueelta löytyy alueita, joiden tärinätilanne ei todennäköisesti edellytä toimenpiteitä. Nämä alueet sijaitsevat kovalla maaperällä. Toimenpiderajana arvioinnissa käytettiin asuinrakennusten värähtelyluokituksen tasoa C "Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa." Luokituksen perusteella 15% osuus ihmisistä voi pitää tärinää häiritseväenä.

Muiden alueiden osalta tärinätilanne on aina selvitettävä mittauksin.

7 Esimerkkejä kaavamääräyksistä

Esimerkkejä tärinäalueen kaavamääräyksistä:

tär-1 Rakennusluvan yhteydessä on selvitettävä viereisen tärinälähteen mahdollisesti aiheuttama tärinä ja huolehdittava sen vaimentamisesta rakennusten perustamisen yhteydessä

tär-2 Rakennuksen perustamis- ja kantavien rakenteiden ratkaisuilla tulee huolehtia viereisen tärinälähteen aiheuttaman tärinän vaimenemisesta. Asiaa selvitetään rakennusluvan yhteydessä.

tär-3 Rakennuslupa-asiakirjoihin on liitettävä rakennushankkeen pohjalta laadittu selvitys, joka sisältää tuoreet tärinämittaukset ja ratkaisut tärinän vähentämiseen tärinän tunnusluvun raja-arvon 0,30 mm/s alle.

(Lähde: Melun- ja tärinäntorjunta maankäytön suunnittelussa, H. Airola, 2013)