



Sitowise Oy / Vesa Vähäkuopus

Nostavan alueen tärinäselvitys ja tärinäntorjuntatoiminpiteet

Tärinäselvitys

Päiväys 19.12.2025

Laatijat Vesa Vähäkuopus & Jarkko Punnonen

Projektinumero 12020914

19.12.2025

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	3
1.1	Kohde ja selvityksen tarkoitus	3
1.2	Tilaaja	3
1.3	Tekijät.....	4
2	Käytetyt ohjearvot ja lähtötiedot	4
2.1	Tärinän ohjearvot	4
2.2	Pohjasuhteet	5
2.3	Liikennetiedot.....	6
3	Mallinnusperiaate	6
3.1	Mallinnustulokset	8
4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	9
5	Tärinäalueille rakentaminen	12
6	Lähteet	13

Liite 1: Tärinävyöhykkeet kartalla



19.12.2025

1.3 Tekijät

Sitowise Oy
Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo
+358 20 747 6000 | vaihde

Vesa Vähäkuopus, DI, värinäasiantuntija
Puh. +358 44 427 9590
vesa.vahakuopus@sitowise.com

Jarkko Punnonen, DI, värinäasiantuntija
Puh. +358 50 411 0971
jarkko.punnonen@sitowise.com

Tiina Kumpula, Ins. Amk, laadunvarmistaja
Puh. +358 40 051 6888
tiina.kumpula@sitowise.com

2 Käytetyt ohjearvot ja lähtötiedot

2.1 Tärinän ohjearvot

Tärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään Suomessa VTT:n julkaisussa *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"* [1] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksista.

Värähtely-luokka	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)	$\leq 0,60$

Ympäristöministeriön asetukseen 796/2017 [2] perustuvassa ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [3] esitetyt asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden tärinän ohjearvot vastaavat VTT esittämää luokkaa C ($\leq 0,3$ mm/s).



19.12.2025

moreenialueet	450 m/s	0,35
kallioalueet	> 700 m/s	0,45

2.3 Liikennetiedot

Liikennetietoina käytettiin tarjouspyynnössä esitettyjä nopeuksia ja painotietoja.

Nopeudet	[km/h]
nopeus, kallistuvakoriset kaukojunat	200
nopeus, ei-kallistuvakoriset kaukojunat	160
nopeus, lähijunat	120
nopeus, tavarajunat	60-80
Massat	[t]
95% persentiili, kaikki junat	2500-3000
95% persentiili, tavarajunat	3000
Sallitut akselipainot	[kN]
tavarajuna 120 km/h	200
tavarajuna 100 km/h	225
tavarajuna 80 km/h	250

3 Mallinnusperiaate

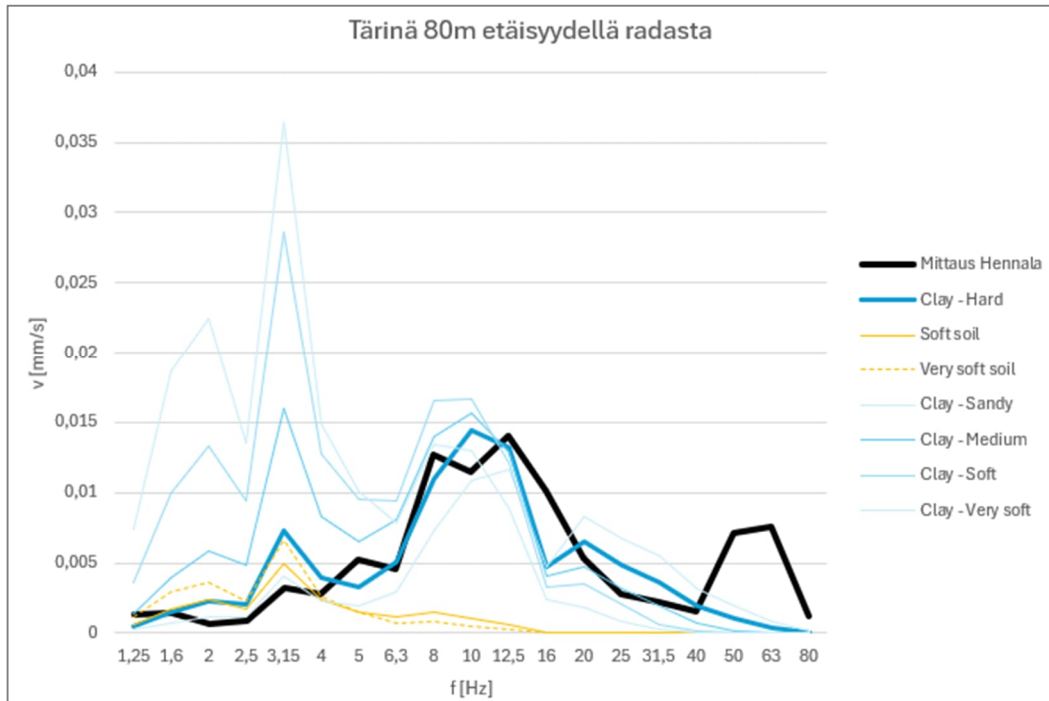
Nostavan alueen värinäselvitys perustuu puolilumeerisella mallinnuksella (MOTIV) tehtyihin laskentoihin. Motivilla laskettuja värinätuloksia verrattiin muutaman sadan metrin päässä Hennalassa tehtyihin värinämittaustuloksiin vastaavalla maaperällä ja todettiin, että kovan saven (Clay Hard) laskentaparametreilla saadut tulokset ovat hyvin lähellä Hennalassa mitattuja arvoja (Kuva 3-1).

Saadut arvot kuvaavat maaperässä tapahtuvaa värinää. Värinän voimistuminen rakennuksessa mahdollisessa välipohjien tai seinien resonanssissa huomioitiin VTT:n ohjeen [4] mukaisesti kertomalla maapohjan värinä kertoimella 3. Vaimenemista maaperässä mallinnettiin



19.12.2025

VTT:n ohjeen mukaisesti. Kokonaisvarmuutena laskennoissa on toiminut arvo 1,5.



Kuva 3-1 Hennalan mittaustulos ja MOTVI-laskennan eri maaperän parametreillä saadut tulokset.

Alla on esitetty laskennan olennaisimmat parametrit.

Taulukko 3 MOTIV laskentaparametrit.

Ground cases	
Ground stratification	Homogenous half-space
Soil type	Clay - Hard
Density (kg/m ³)	2000
Young's modulus (Mpa)	75
Poisson ratio	0,3
P-wave speed (m/s)	224,7
S-wave speed (m/s)	150,1
Damping loss factor	0,03
Track cases	
Track type	Ballasted standard
Rail (per rail)	
Type	60E1 (UIC60)
Mass per unit length (kg/m)	60,21
Moment of inertia (cm ⁴)	3038,3
Young's modulus (GPa)	205



19.12.2025

Rail fastener (per fastener)	
Spacing (m)	0,65
Stiffness (kN/mm)	130
Damping loss factor	0,1
Sleeper	
Mass (kg)	352,3
Ballast	
Mass per unit length (kg/m)	1740
Stiffness per unit length (MN/m ²)	4640
Damping loss factor	0,04
Vehicle cases	
Car body mass (kg)	61651,5
Car body pitching moment of inertia (kg m ²)	2000000
Bogie mass (kg)	7706,4
Bogie pitching moment of inertia (kg m ²)	6000
Wheelset mass (kg)	3669,7
Primary suspension stiffness (kN/m)	2400
Primary suspension viscous damping coefficient (kN s/m)	30
Secondary suspension stiffness (kN/m)	600
Secondary suspension viscous damping coefficient (kN s/m)	20
Wheelset centre spacing (m)	2,5
Bogie centre spacing (m)	17
Vehicle length (m)	25
Speed (km/h)	100

3.1 Mallinnustulokset

Yllä esitetyllä menetelmällä muodostettiin Nostavan alueelle tärinävaikutusvyöhykkeet ja suositukset, miten niillä toteutetaan rakentamista. Luokitukset ja suositukset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4 Nostavan alueen tärinävyöhykkeet ja suositukset.

Tärinän suuruus vyöhykkeellä	Vyöhykkeen etäisyys radasta	Suositus rakentamiselle
>1 mm/s	0-25 m	Ei suositella asuinrakentamista.
0,6 – 1,0 mm/s	25-55 m	Kerrostalorakentaminen: <i>Ei tule toteuttaa kerrostalorakentamista ilman mittauksin tehtäviä lisäselvityksiä.</i> <i>Mikäli mittauksin todetaan, että tärinätaso 0,6 mm/s alittuu, voidaan kaavoittaa ja suunnitella kerrostalorakentamista. Tällöin tulee varautua tärinän torjuntatoimenpiteisiin, joilla tärinä saadaan alle tason 0,3 mm/s.</i>



19.12.2025

0,6 – 1,0 mm/s	25-55 m	Pientalorakentaminen: Ei tule toteuttaa pientalorakentamista ilman mittauksin tehtäviä lisäselvityksiä. Mikäli mittauksin todetaan, että tärinätaso 0,3 mm/s alittuu, voidaan kaavoittaa ja suunnitella pientalorakentamista. Pientalorakentamista ei suositella alueelle, jossa on ohjeavot ylittävää tärinää, sillä kohdekohtainen tärinäntorjunta muodostuu helposti kustannuksiltaan liian kalliiksi.
0,3 – 0,6 mm/s	55-165 m	Kerrostalorakentaminen: Voidaan toteuttaa kerrostalorakentamista. Tulee tehdä lisäselvityksiä mittaamalla viimeistään rakennuslupavaiheessa. Tulee varautua tärinän torjuntatoimenpiteisiin, joilla tärinä saadaan alle tason 0,3 mm/s.
		Pientalorakentaminen: Ei tule kaavoittaa pientalorakentamista ilman mittauksin tehtäviä lisäselvityksiä. Mikäli mittauksin todetaan, että tärinätaso 0,3 mm/s alittuu, voidaan kaavoittaa ja suunnitella pientalorakentamista. Pientalorakentamista ei suositella alueelle, jossa on ohjeavot ylittävää tärinää, sillä kohdekohtainen tärinäntorjunta muodostuu helposti kustannuksiltaan liian kalliiksi.
< 0,3 mm/s	165 m	Voidaan kaavoittaa ja suunnitella pientalo sekä kerrostalorakentamista ilman lisäselvityksiä.

4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Alapuolella on esitetty olennaisimmat asiat tärinäalueiden vaikutuksesta tarkastelualueen kaava-alueisiin.

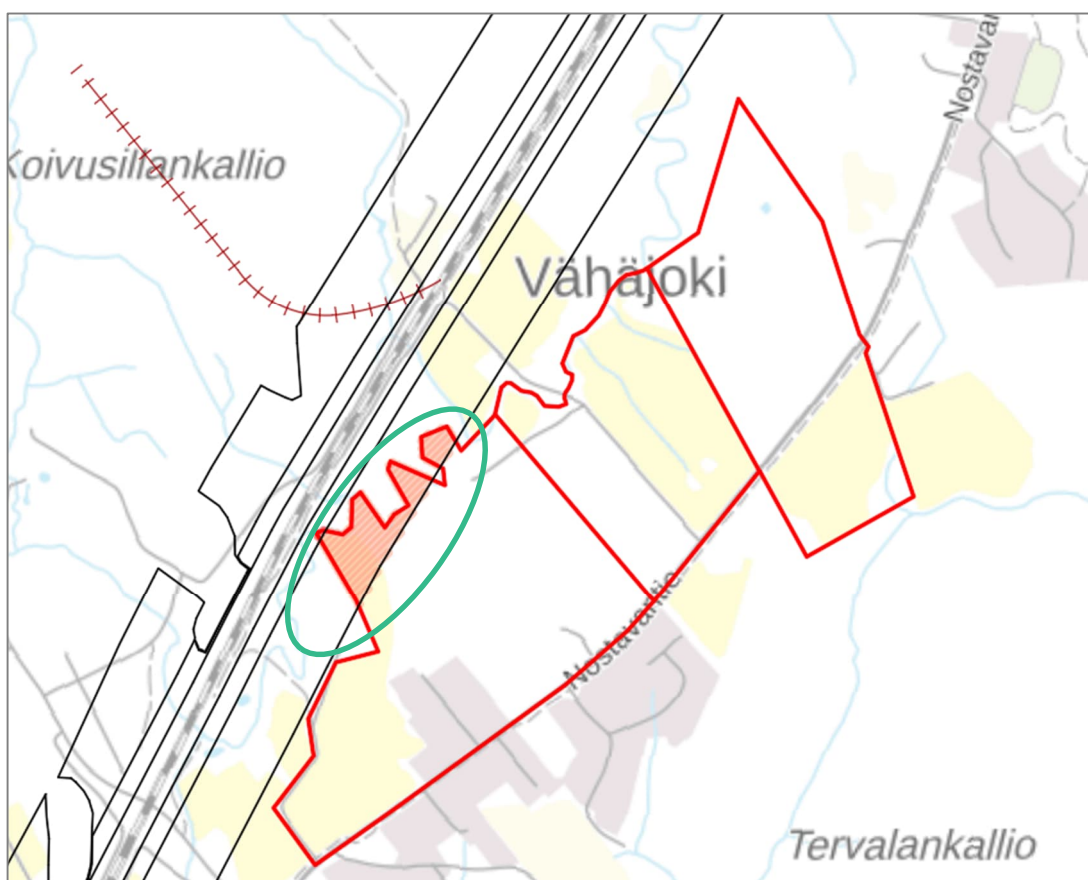
Itäpuolen suunnitteilla olevat asemakaava-alueet (Kuva 4-1):

Eteläisimmän asemakaavan kohdalla tärinä on lähellä rataa (oranssi rasterialue vihreällä rajauksella) välillä 0,3-0,6 mm/s ja niille osin ei voi suositella pientalorakentamista. Mikäli tärinämittauksin kuitenkin osoitetaan, että tärinätaso rasterialueilla on alle 0,3 mm/s, voidaan rakentamista tärinän osalta suositella myös näille alueille. Pientalokohtainen tärinäntorjunta alueella arvioidaan huomattavan kalliiksi.

Muilta osin suunnitteilla olevilla asemakaava-alueilla tärinätasot ovat alle 0,3 mm/s ja tärinä ei aiheuta toimenpiteitä sen huomioimiseksi.



19.12.2025



Kuva 4-1 Tärinätilanne suunniteltavilla asemakaava-alueilla.

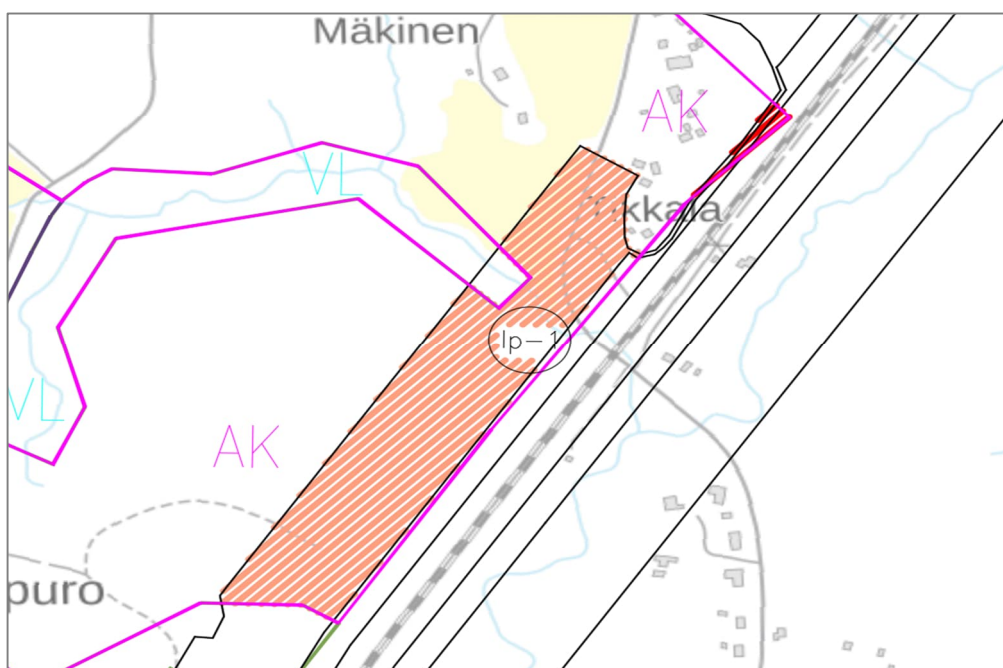
Länsipuolen osayleiskaavan asuinkerrostalorakentamisen (AK) alueet (Kuva 4-2):

Osayleiskaavan asuinkerrostaloalue sijoittuu oransseilla rasterialueilla tärinävyöhykkeelle 0,3-0,6 mm/s. Näillä alueilla suositellaan toteuttamaan lisätutkimuksia ja mittauksia tärinätilanteen todentamiseksi.

Ennen kuin lisätutkimuksin voidaan toisin osoittaa, tulee näillä alueilla varautua tärinän torjuntatoimenpiteisiin. Torjuntatoimenpiteiden jälkeen tärinä ei saisi ylittää rakennuksissa tasoa 0,3 mm/s.

Pehmeiköillä rakennukset tullaan oletettavasti perustamaan paalunvaraisesti. Perustamistavalla on jo itsessään tärinää pienentävä vaikutus.

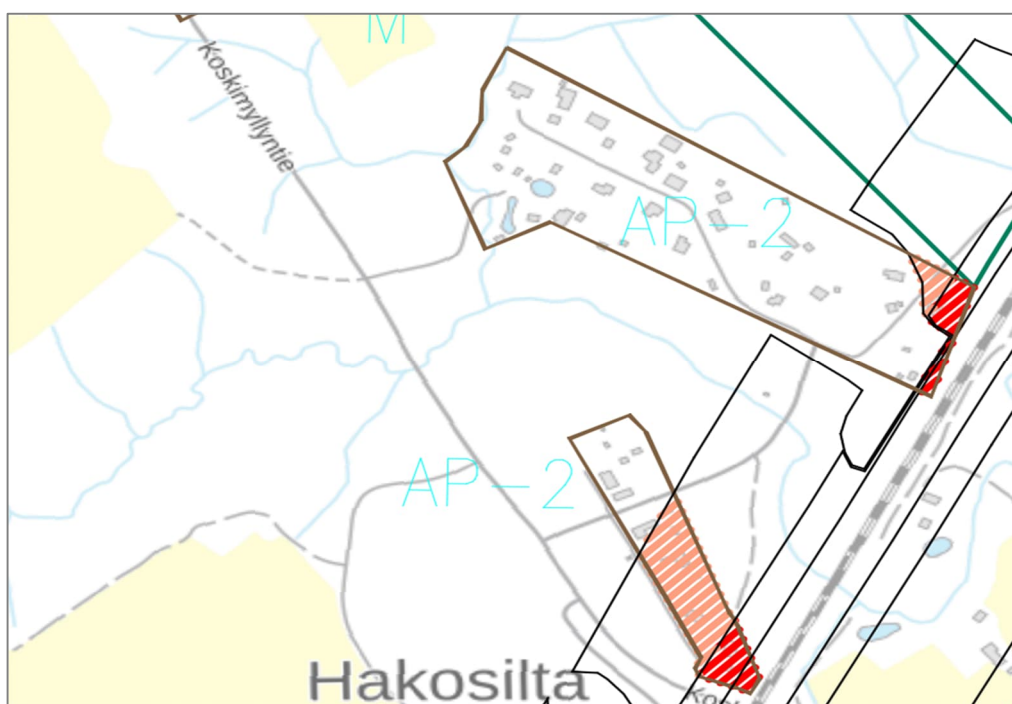
19.12.2025



Kuva 4-2 Tärinätilanne yleiskaavan kerrostalorakentamisen alueilla.

Osayleiskaavan eteläosan asuinpientalo (AP-2) alueet (Kuva 4-3):

Pienellä osalla radan läheisyydessä tärinän arvioidaan olevan välillä 0,6-1,0 mm/s (punaiset rasterit) ja kauemmaksi siirryttäessä välillä 0,3-0,6 mm/s (oranssit rasterit). Alueella sijaitsee jo nykyään pientaloja, joissa tärinä voi nykyisellään olla havaittavissa.



Kuva 4-3 Tärinätilanne yleiskaavan nykyisellä asuinpientalojen alueella.

19.12.2025

Koko tutkimusalueen osalta tärinävaikutusalueet on esitetty liitteessä 1.

5 Tärinäalueille rakentaminen

Alueilla, joilla tärinän on mittauksin todettu ylittävän suunnittelun ohjearvot, on pienin toimenpide luottaa rakennuksen massan vaimentavan tärinän hyväksyttävälle tasolle. Tällöin toimenpiteillä varmistetaan, että rakennuksen rungon ja välipohjien ominaistaajuudet eivät osu alueella vaikuttavan liikennetärinän taajuusalueelle. VTT:n mukaan [5] esimerkiksi 5-6 kerroksisen kerrostalon rungon ominaistaajuus on välillä 1,6...4 Hz (Taulukko 5). Välipohjien ominaistaajuudet arvioidaan niiden rakennetyyppien varmistuttua ja vastaava vertailu maaperän tärinään suoritetaan.

Taulukko 5 VTT:n mukaisia rakennuksien runkojen ominaistaajuuksia.

Kerrosten lukumäärä	1/3-oktaavikaistan keskitaajuus									
	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5
1½-2						X	X	X	X	
3				X	X	X	X			
4			X	X	X	X				
5		X	X	X	X					
6-7	X	X	X	X						
8	X	X	X							
9-10	X	X								

Mikäli näiden toimenpiteiden ei arvioida tuovan tarvittavaa parannusta, on rakennus mahdollista perustaa myös jousien varaisesti perustusten päälle, mikä pienentää rakennuksessa koettavaa tärinävaikutusta. Jousivaimennusten kustannusvaikutukset voivat kuitenkin olla huomattavat.

Rakennuksessa toteuttavan tärinäntorjunnan lisäksi on mahdollista rajoittaa tärinäaaltojen leviämistä maaperässä sijoittamalla tärinälähteen ja rakennuksen väliin erilaisia tärinänkatkorakenteita, kuten ponttiseiniä tai stabiloituja kennorakenteita. Näiden tärinänvaimennusrakenteiden käyttöä rajoittaa niiden vaatima tila, mutta mikäli rakenteet pystytään sijoittamaan optimaalisesti, on niiden tarjoama parannus tärinätilanteeseen parhaimmillaan huomattava [6].

Kokonaisuutena tärinäalttiiden alueiden hyödyntäminen
asuinrakennuskäytössä alkaa kattavalla tutkimussarjalla



19.12.2025

(tärinämittaukset), millä kartoitetaan todellinen tärinän taso ja sen laajuus sekä vaimeneminen alueella.

Mittausten perusteella torjuntatarve voidaan joko purkaa, tai mikäli torjuntatarve arvioidaan todelliseksi, mittaustuloksia käytetään torjunnan suunnittelun lähtötietona. Yläpuolella on annettu vain periaatteellisia torjuntatoimenpiteitä. Tarkemman tärinätilanteen selvittyä ja rakennusten suunnittelun edistyttyä tulee torjuntatoimenpiteet arvioida uudelleen.

6 Lähteet

- [1] Törnqvist, Jouko & Talja, Asko. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. 2006. VTT.
- [2] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. Voimaantulo: 1.1.2018.
- [3] Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018.
- [4] Talja, A & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [5] Talja, Vepsä, Kurkela & Halonen. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. VTT.
- [6] Huhtala, Ruohonen & Kylliäinen. 2017. Stabilointirakenne liikennetärinän torjuntakeinona. Akustiikkapäivät.



Liite 1: Tärinävyöhykkeet kartalla Nostavassa

