

Kotkan Kymminlinnan asemakaavan melu-, tärinä- ja runkomeluserelvitys

Päiväys	9.6.2023
Tilaaaja	Kotkan kaupunki

Sisällys

1	Lähtökohdat.....	2
2	Melu	3
2.1	Melutason ohjearvot.....	3
2.2	Laskennallinen meluselvitys	3
	Melulaskentamalli.....	3
	Melulaskennan maastomalli.....	4
	Käytetyt liikennetiedot.....	4
2.3	Tulokset.....	6
3	Tärinä.....	9
3.1	Tärinän häiritsevyys	9
3.2	Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta	10
3.3	Maaperä	10
3.4	Laskennallisen arvioinnin periaatteet	11
3.5	Laskennallisen arvion tulokset.....	12
4	Runkomelu.....	13
4.1	Selvityspannatteet ja ohjearvot.....	13
4.2	Tulokset	14
5	Johtopäätökset sekä suositukset jatkotoimenpiteiksi.....	15
5.1	Melu	15
5.2	Tärinä	16
5.3	Runkomelu.....	16
6	Lähteet	16

1 Lähtökohdat

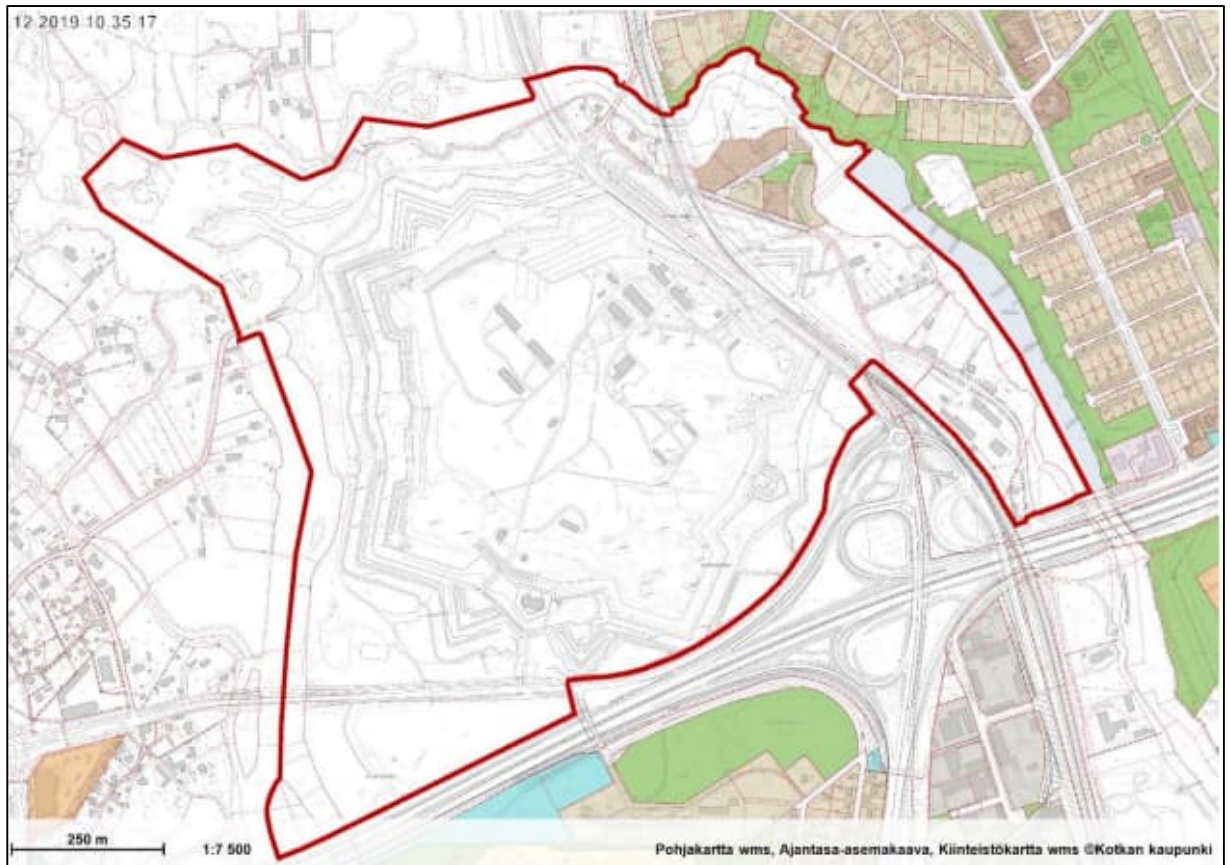
Kotkassa on käynnissä asemakaavan muutostyö Kotkan Kyminlinnan alueella.

Tavoitteena on mahdollistaa aluetta elävöittävää ja siihen sopivaa uudisrakentamista ja kehittää aluetta ulkoilu- ja virkistysalueeksi, kaupungin kulttuurin tapahtumapaikaksi sekä matkailukohdeksi. Kaava-alueeseen kuuluvat myös linnaketta ympäröivät ranta-alueet.

Kaavassa huomioidaan Juurikorpi-Mussalo välille suunniteltu kaksoisraideselvitys [1].

Tässä työssä on selvitetty Kotkan kaupungin toimeksiannosta kaava-alueen keskiaänitasot, tärinä ja runkomeluolosuhteet maankäytön suunnittelun tueksi. Melulaskennat on tehty nykyisillä liikennetiedoilla nykyiselle maankäytölle ja ennusteliikennetiedoilla tulevalle maankäytölle. Lisäksi on tarkasteltu ennustetilanteessa kaava-alueella sijaitsevien ja suunniteltujen rakennusten julkisivuihin kohdistuvia keskiaänitasoja ja enimmäisäänitasoja äänitasoero vaatimuksen määrittämiseksi.

Kaava-alueen raja on esitetty kuvassa 1 punaisella viivalla.



Kuva 1. Kaava-alueen sijainti punaisella.

Sitowise Oy:ssä työssä on suunnittelijana ja projektipäällikkönä toiminut Ins. AMK Kirsi-Maarit Hiekka. Laadunvarmistajana on toiminut DI Vesa Vähäkuopus. Kotkan kaupungin kaupunkisuunnittelun edustajana työssä on toiminut Patricia Broas.

2 Melu

2.1 Melutason ohjearvot

Ympäristömelun kuvaamiseen käytetään yleisimmin keskiäänitasoa $L_{A,eq}$ (ekvivalenttitasoa), jossa hetkittäiset äänen voimakkuuden vaihtelut on tasoitettu ja erikorkuiset osat painotettu korvan herkkyyttä vastaavalla tavalla (ns. A-painotus). Meluntorjuntalakiin liittyen on annettu Valtioneuvoston päätös (993/92), jossa on esitetty yleiset melutason ohjearvot pitkän ajan ekvivalenttitasoina. Ohjearvot on tarkoitettu käytettäväksi hyväksi kaavoittamisessa, rakentamisessa ja väyläsuunnittelussa. Melutason ohjearvot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. VNp 993/1992 mukaiset yleiset melutason ohjearvot

Ohjearvot ulkona	Päivällä L_{Aeq} , klo 7–22	Yöllä L_{Aeq} , klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB ^{1,2}
Uudet asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja hoitolaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 dB ³
Loma-asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä	L_{Aeq} , klo 7–22	L_{Aeq} , klo 22–7
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneistot	45 dB	-

¹⁾ Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB

²⁾ Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoja

³⁾ Yöohjearvoa ei sovelleta luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä

2.2 Laskennallinen meluserveys

Melulaskentamalli

Osana työtä on laadittu laskennallinen meluserveys tie-, katu- ja raideliikenteen melun leviämisestä kaava-alueella.

Melulaskennat on tehty DataKustik CadnaA 2022 -melunlaskentaohjelman pohjoismaisella tie- ja raideliikennemelun laskentamalleilla [3], [4]. Selvityksessä on laskettu päivä- ja yöajan keskiäänitasot ($L_{A,eq}$) kaava-alueelle nyky- ja ennustetilanteessa. Ennustetilanne on tarkasteltu nykyisellä maankäytöllä sekä maankäytöllä, johon on luonnosteltu tulevia rakennusmassoja.

Tärkeimmät laskenta-asetukset melulaskennassa:

- Laskentaruudun koko 10 metriä
- Meluvyöhykkeiden laskentakorkeus 2 metriä.
- Laskentasäde 1000 metriä
- Laskennassa mukana 2. kertaluvun heijastukset
- Kukin melulähde yksittäisenä emissiolähteenä (pohjoismaisen tie- ja raideliikennemelumallin mukaisesti).

Laskentamallin tarkkuus on tien lähietäisyydellä tyypillisesti ± 2 dB ja radan lähietäisyydellä noin $\pm 3-5$ dB.

Melulaskennan maastomalli

Melulaskenta perustuu melun leviämiseen 3D-maastomallissa, johon on mallinnettu melulähteet, rakennukset ja maastonmuodot sekä näiden akustiset ominaisuudet.

Melumalli on muodostettu Maanmittauslaitoksen numeerisesta aineistosta.

Uusien rakennusten korkeus on määritetty kerrosluvun mukaan.

Kadut, rautatiet, rakennukset ja vesistö on mallinnettu akustisesti kovina alueina ($\alpha = 0$).

Käytetyt liikennetiedot

Tieliikenne

Nykytilanteen liikennetiedot on tarkastettu Väyläviraston ylläpitämästä digiroad -palvelusta.

Mallinnuksessa on huomioitu valtion omistamat tiet, joista liikennemäärät ja muut liikennetiedot on avoimesti saatavilla. Kotkan kaupungin hallinnoimista kaduista alueella ei ole liikennemääriä saatavilla.

Ennustetilanteen liikennemäärät tieliikenteelle on määritetty valtakunnallisen kasvukertoimen [5] ja digiroad-palvelusta tarkastetun tien toiminnallisen luokan mukaan, kasvukertoimina on huomioitu Kymenlaakson maakunnalle määritetyt arvot vuosille 2017-2050. Laskennoissa käytetyt liikennetiedot on esitetty taulukossa 2 alla.

Laskennoissa on huomioitu myös oleelliset rampit liikennemäärineen ja tieluokan mukaisine kasvukertoimineen, mutta niitä ei ole taulukoitu erikseen.

Taulukko 2. Tieliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot, nykytilanne 2023 ja ennustetilanne 2050.

Tieosuus	Luokka	ajoa/vrk 2023	Kasvukerroin kevyt/raskas	ajoa/vrk 2050	Raskasliikenne %	Nopeus km/h	Päivä/yö %
Valtatie 7	Valtatie	18831	1,170/1,170	22033	9 %	100*	90/10
Kymintie	Yhdystie	4619	1,096/1,041	5063	3 %	50	90/10
Hyväntuulentie (Valtatie 7:n poh- joispuoli)	Valtatie	20738	1,170/1,170	24264	8 %	50	90/10
Hyväntuulentie (Valtatie 7:n ete- läpuoli)	Valtatie	20738	1,170/1,170	24264	8 %	70	90/10
Sutelantie	Seututie	5028	1,153/1,075	5798	5 %	50	90/10

*raskas liikenne 80 km/h (rekkojen suurin sallittu nopeus).

Raideliikenne

Raideliikenteen lähtötietoina melu-, tärinä ja runkomelulaskennoissa on käytetty Sweco Oy:lta 5.2.2023 saatuja tietoja [8]. Laskennoissa käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukoissa 3 ja 4.

Laskennoissa on huomioitu ennustetilanteessa 2050 nykyisen radan idän puolelle suunniteltu lisä-raide ja raideliikenne on jaettu tasan molemmille raiteille.

Suomalaisten tavarajunien maksimipaino on Finntrafficilta (28.2.2023) saadun tiedon mukaan 2900t.

Taulukko 3. Raideliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot, nykytilanne 2023.

Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]	Suosittelunopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
Sm2	Sm2 sähkömoottori- junat	16	2	53	120	120
Tavara	Venäläisistä tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	3	2	850	60	60
Tavara	Suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	13	8	500	100	80

Taulukko 4. Raideliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot, ennustetilanne 2050.

Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]	Suosittelunopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
Sm2	Sm2 sähkömoottorijunat	16	2	53	120	120
Tavara	Venäläisistä tavara- vaunuista koostuvat tavarajunat	-	-			
Tavara	Suomalaisista tavara- vaunuista koostuvat tavarajunat	17	12	500	100	80

2.3 Tulokset

Melulaskennalla selvitettiin päivä- ja yöajan keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ ja $L_{A,eq22-7}$ selvitysalueelle. Laskennat tehtiin nykyisellä maankäytöllä nykyliikennetilanteessa (liitteet 1 ja 2) ja vuoden 2040 ennusteliikennetilanteessa tulevalla maankäytöllä (liitteet 3 ja 4).

Laskentojen tulokset alueella valitsevista melutasoista on esitetty liitteissä 1-4 ja julkisivuille kohdistuvia korkeimpia keskiäänitasoja ja enimmäisäänitasoja on esitetty raportin kuvissa 2-4 ja liitteessä 5. Keskiäänitasoalueet on esitetty 5 dB portain vaihtuvina värialueina. Esimerkiksi 50–55 dB keskiäänitasoalue on väriltään tummanvihreä.

Nykytilanne

Nykytilanteessa valtaosalla Kyminlinnan alueella vallitsee päiväaikaan alle 55 dB keskiäänitasot ja vastaavasti yöllä alle 45 dB. Korkeimmat keskiäänitasot kohdistuvat kaava-alueen lounaan puoleiseen kulmaan, suojaviheralueeksi (EV) kaavoitettavalle alueelle. Keskiäänitasot päivällä ovat 61-69 dB ja yöllä 51-58 dB. Virkistysalueilla (V ja VL-1) ja Kymintien ja radan väliin sijoittuvilla erillistalojen alueilla (AO-1) päiväaikaiset keskiäänitasot ylittävät osittain ohjearvon 55 dB ja yöajan keskiäänitasot ylittävät ohjearvon 50 dB. Myös kaava-alueen koilliskulmassa SL-1 luonnonsuojelualueella ylittyy ohjearvot.

Ennustetilanne

Ennustetilanteessa tieliikennemäärien on arvioitu kasvavan valtakunnallisen kasvukertoimen mukaisesti ja raideliikenteen osalta matkustajaliikenne pysyy ennallaan. Venäläiset tavarajunat ovat jääneet pois ennusteesta ja suomalaisten tavarajunien määrän on arvioitu kasvavan. Vaikka junaliikenteen määrä kasvaa, on venäläisten tavarajunien poisjääminen merkittävämpi, jolloin raideliikenteen aiheuttama melu laskee hieman ennustetilanteessa.

Ennustetilanteessa Kyminlinnan keski- ja luoteisosissa sijaitsevilla SL, SL-1, S/RM ja SM-alueilla vallitsee valtaosin päiväajan keskiäänitasot 40–54 dB. Vastaavasti yöajan keskiäänitasot ovat 31–50 dB.

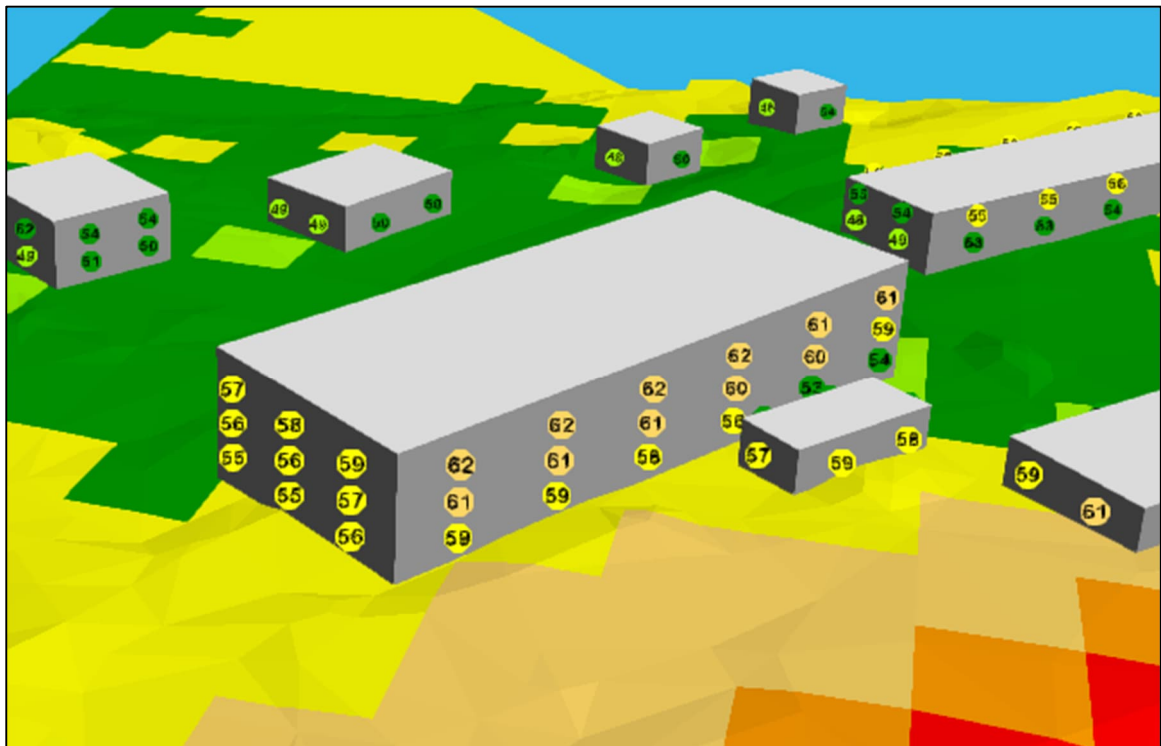
Luonnonsuojelualueiden ohjearvo päivällä 45 dB ja yöllä 40 dB toteutuvat paikoitellen kaava-alueen luoteisosissa.

Alueilla V, VL-1 ja melulähteiden väliin sijoittuvilla AO-1 korttelialueilla ylittyy osittain ohjearvot. Virkistysalueeksi suunniteltu alue V voitaisiin mahdollisesti kaavoittaa suojaviheralueeksi EV. AO-1

alueelle on haastavahkoa sijoittaa meluntorjuntaa, koska melueste tulisi rakennuksen ja rannan väliin aiheuttaen maisemallista haittaa. Kymintieltä tulevaa melua on haastava torjua korkeallakaan meluesteellä.

AR, AL-1 ja KL-1 alueille voidaan sijoittaa rakennusmassoja suunnitellun maankäytön mukaisesti (liitteet 3 ja 4). Pihoille muodostuu ohjearvojen mukaiset oleskelualueet. Uudet asuinrakennukset alueilla voidaan tulkita täydennysrakentamiseksi, jolloin sovellettava päivän ohjearvo oleskelualueille on 55 dB ja yöllä 50 dB.

Alueille luonnostelluille tuleville rakennusmassoille kohdistuu korkeimmillaan keskiäänitasot 62 dB päivällä ja 59 dB yöllä. (Kuvat 2 ja 3). Keskiäänitasojen perusteella ei tarvitse asettaa erillistä ääneristävyyden vaatimusta melualueen vähimmäiseristävyyden ΔL 30 dB ollessa riittävä takaamaan päivällä 35 dB sisämelun ohjervon ja yöajan ohjervon 30 dB toteutumisen asuinhuoneissa.



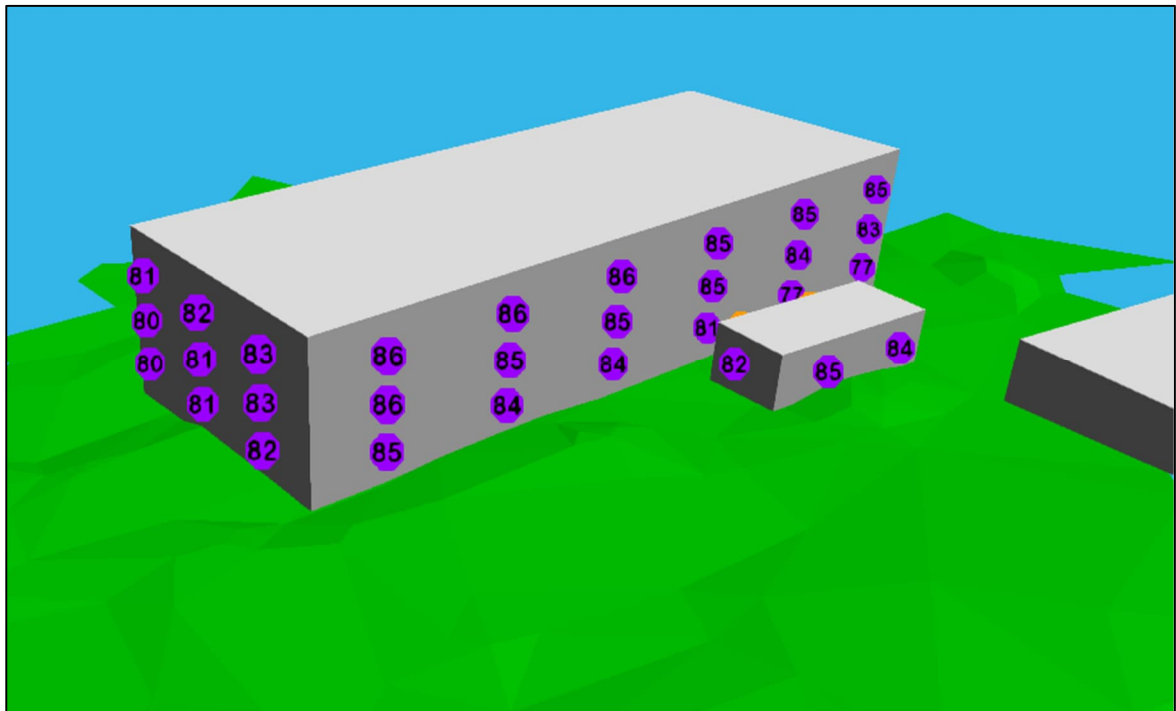
Kuva 2. Korkeimmat päiväaikaiset keskiäänitasot $L_{A,eq}$ uusien rakennusten julkisivuilla 62 dB.



Kuva 3. Korkeimmat yöaikaiset keskiäänitasot $L_{A,eq}$ uusien rakennusten julkisivuilla 59 dB.

Laskentojen perusteella radan puoleisille uusien rakennusten julkisivuille kohdistuu korkeita raide-liikenteen aiheuttamia enimmäisäänitasoja. Täten enimmäisäänitasot ovat keskiäänitasoja mitoit-tavimmat ulkovaipan ääneneristävyyden määrittämisessä. KL-1 korttelialueelle, jolle saisi rakentaa mm. hotellin, enimmäisäänitasot ovat korkeimmillaan 86 dB ($L_{A,f,max}$). (Kuva 4). Laskentojen perus-teella ääneneristävyyden tulisi olla jopa ΔL 41 dB, jotta lepoon käytettävissä tiloissa toteutuisi WHO:n suositus 45 dB lepoon tarkoitetussa tiloissa. Korttelialueilla, joihin on asemakaavaluonnok-sessa osoitettu asumista, muodostuisi uusille asuinrakennuksille ulkovaipan ääneneristävyyden vaatimuksia korkeimmillaan ΔL 32- 35 dB enimmäisäänitasojen perusteella.

Enimmäisäänitasot on esitetty liitteessä 5. Julkisivun ääneneristävyyden vaatimus lasketaan vähen-tämällä julkisivulle kohdistuvasta enimmäisäänitasosta arvo 45 dB. Esim. 86 dB – 45 = ΔL 41 dB.



Kuva 4. Korkeimmat enimmäisäänitasot $L_{AF,MAX}$ uusien rakennusmassojen julkisivuilla 86 dB.

3 Värinä

3.1 Värinän häiritsevyys

Värinän häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50, Espoo 2006* esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta (Taulukko 4):

Taulukko 4. Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa, VTT 2006

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)	$\leq 0,60$

Rakennusten värähtelyluokituksessa rakennukset on jaettu luokkiin A-D värinän tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuuspainotettuihin 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 laskentakäytännöihin.
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.

3.2 Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta

VTT:n tutkimusraportissa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* esitetään taulukossa 5 esitetyt värähtelyrajat maaperälle.

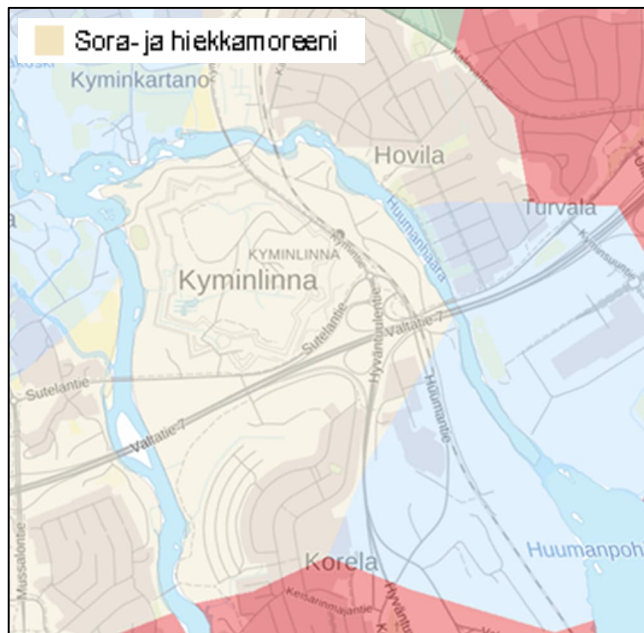
Taulukko 5. Tärinäalttiusluokat rakenteiden tärinän arvioinnin kannalta.

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 haittaavia 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

Asumismukavuuden haitta-alue on yleensä huomattavasti laajempi kuin mahdollisia vaurioita aiheuttavan tärinän alue, sillä asumismukavuudelle asetetut tärinän ohjearvot ovat huomattavasti pienemmän kuin rakenteiden vaurioitumiselle asetetut ohjearvot.

3.3 Maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan 1 : 1 000 000 mukaan suunnittelualueen maaperä on sora- ja hiekkamoreenia (Kuva 10).



Kuva 10. Kyminlinnan selvitysalueen maaperä on sora- ja hiekkamoreenia

Huumanhaaran ja Kivisalmen välisellä osuudella nykyinen junarata sijaitsee pääosin kallioisessa maastossa, jossa kallio-osuuksien välissä pohjamaa on moreenia [1].

3.4 Laskennallisen arvioinnin periaatteet

Tärinän leviämistä asemakaava-alueelle tutkittiin VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* ja myöhemmin julkaisussa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkarttoitus ja rakenteiden esitetyn laskentamallin 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 pystyheiladusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä.

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

k_D = etäisyyskerroin

k_S = junan nopeudesta riippuva kerroin (tavarajuna, 80 km/h)

k_G = junan painosta riippuva kerroin (2900 tonnia)

k_R = radan kunnosta riippuva kerroin (arvioitu hyväkuntoiseksi)

F = varmuuskerroin (2, arviota ei kalibroitu mittauksilla)

Rakennuksiin siirtyvää värinää on arvioitu julkaisun mukaisesti seuraaviin suurennuskertoimiin perustuen:

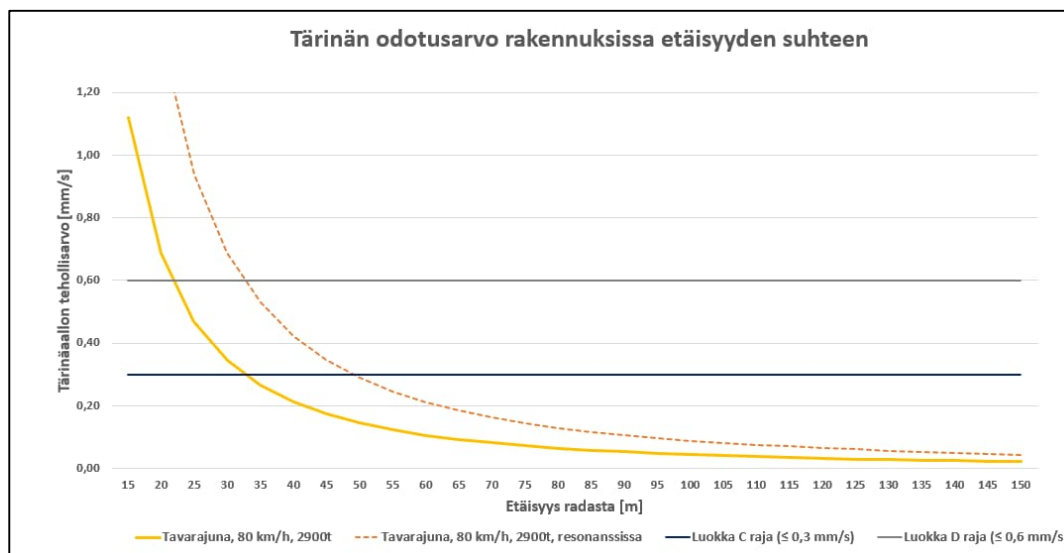
Taulukko 6. Suurennuskertoimet (VTT-R-04703-14)

Rakennusosa	Värähtelyn suunta	Suurennuskertoimen 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 rakennusosakohtaisella suurennuskertoimella. Resonanssin (suurimmat suurennuskertoimet käytössä) merkitys on suurin pehmeillä maa-alueilla, jolloin maaperässä etenevä värähtelyenergia on keskittynyt hyvin kapealle taajuusalueelle. Kovemilla maaperäalueilla, kuten nyt tarkistettava alue, värinän taajuus sisältö on levittänyt laajemmalla taajuusalueelle ja resonanssin mahdollisuus on vähäinen. Tässä tarkastelussa on oletettu värähtelyn voimistuvan korkeintaan 1,5 kertaiseksi rungossa ja välipohjissa. Pahimmassa vaihtoehdossa värähtely voimistuu resonanssin takia kolminkertaiseksi. Kumpikin vaihtoehto ja niihin liittyvät turvaetäisyydet on esitetty alapuolella.

3.5 Laskennallisen arvion tulokset

Laskentojen perusteella määritetty suojaetäisyys värinälle on 35-40 metrin etäisyydellä radasta, kun on huomioitu 1,5 kertainen voimistuminen. Epätodennäköisessä resonanssitilanteessa (3x voimistuminen) vastaava suojaetäisyys on noin 50 metriä.



Kuva 11. Tärinän leviämislaskennan tulokset.

Laskentatulosten perusteella kaava-alueella ei sijoitu uusia rakennuksia alle 40 metrin etäisyydelle rautatiestä. Näin ollen laskennallisesti uudisrakennuksissa ei ylitetä käytettävän värähtelyluokituksen tasoa 0,3 mm/s (Luokka C).

Rautatieliikenteestä aiheutuva rakenteiden vaurioitumisen riskialue ei laskennallisesti ulotu yli 15 metrin etäisyydelle rautatiestä. Toisin sanoen, asumismukavuus on määräävä tekijä värinäolosuhteita tarkistellussa.

4 Runkomelu

4.1 Selvityisperiaatteet ja ohjearvot

Selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* esitetyn arviointitason 2 perusteella. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.

Julkaisun mukaan värähtelyn perustaso saadaan kaavasta 2:

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

etäisyydellä d tarkasteltavan raiteen reunasta, d_0 on vertailuetäisyys 10m.

Peruskäyrä on esitetty seuraavalle tapaukselle: henkilö- tai tavarajuna, nopeus 100 km/h, väylän kunto on hyvä, ei värinäeristystä ja kyseessä on avorata.

Arvio sisätilojen runkomelutasosta (L_{pA}) saadaan, kun lausekkeen avulla saatuun nopeustasoon lisätään liikenteestä riippuvat korjaustekijät koskien:

- Liikennettä (junatyypin, nopeus, ajoneuvon ominaisuudet)
- Väylän kuntoa
- Radan eristämiskäytännöt
- Väylän sijaintia (avorata, tunneli, ilmarata)
- Kohderakennusta (tyyppi, perustus, resonanssi)
- Syntyvää äänenpainetta (muunto äänenpainetasoksi, maaperän vaikutus)

Saatuja tuloksia verrataan julkaisussa esitettyyn suositukseen runkomelutason ohjearvoista (taulukko 8).

Taulukko 8. Suositus runkomelutasojen ohjearvoiksi

Rakennustyyppi	Runkomelutaso $L_{p_{rm}}$ [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat • Potilashuoneet, majoitustilat • Päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat	35

- luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetiilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 ²
² Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.	

Rataosalle tässä selvityksessä sovellettaneen 35 dB runkomelun ohjearvoa asuinrakennuksille. 35 dB ohjearvo esitetään myös Ympäristöministeriön ohjeessa rakennusten ääniympäristöstä: *Maaperäisen runkomelutason L_{prm} ohjearvo on 30 dB ja avoradoilla 35 dB.*

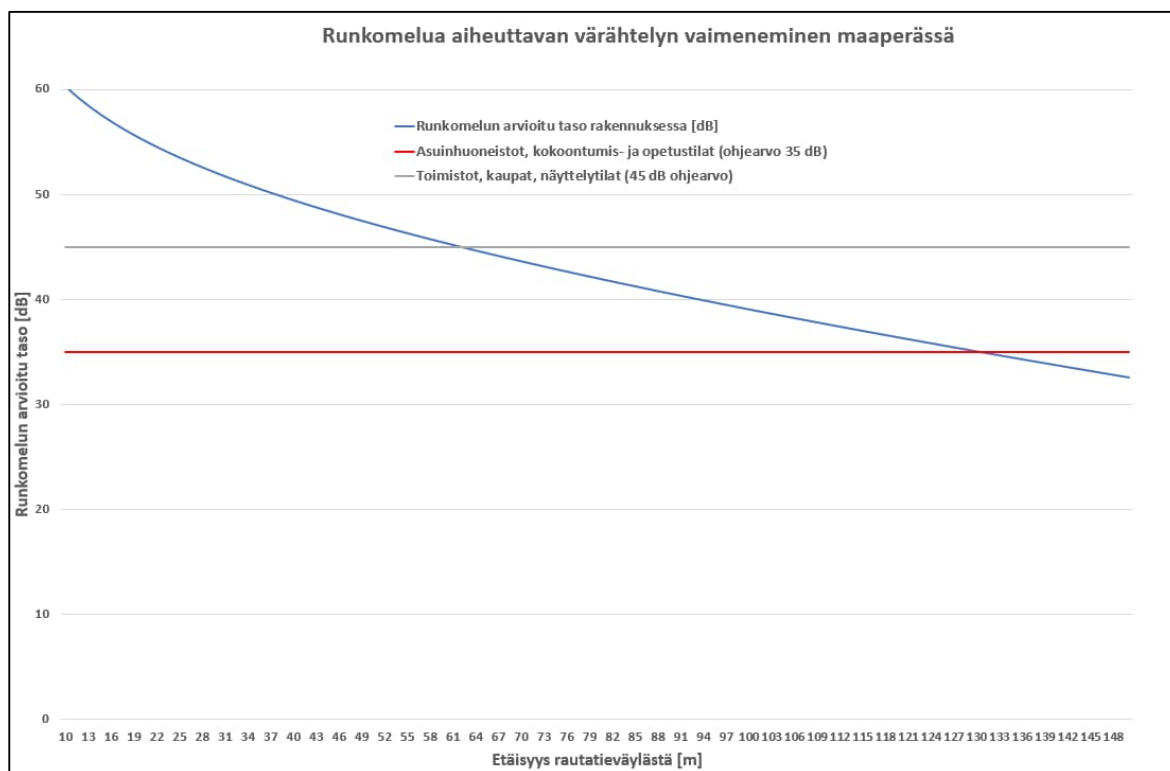
Arvioinnissa käytettiin seuraavia korjaustekijöitä ΔL_v :

Taulukko 9. Käytetyt korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	Lukuarvo, [dB]
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	11 dB
Ajonopeus	80 km/h	-2 dB
Kaluston ominaisuudet	Normaali jousitus	0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoinen rata (sileät kiskot, ei epäjatkuvuuksia)	0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä (300-400mm sepelikerros)	0 dB
Väylän sijainti	Avorata/Kalliotunneli	0 dB
Rakennuksen tyyppi	Perustus kalliolle/ puutalo/ kerrostalo	0 dB
Rakennneosien resonanssi	Vakiokorjaus	6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	-28 dB
Muutos A-painotetuksi äänepainetasoksi	Sora- ja hiekkamoreeni	-35 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokorjaus	6 dB
Σ		-42 dB

4.2 Tulokset

Kuvassa 13 esitetään laskennallisen runkomeluarvion tulokset. Runkomelun suojaetäisyys on 130-135 m uusille asuinrakennuksille. (kuva 13).



Kuva 13. Runkomelutaso rakennuksissa.

Laskennallisen runkomeluarvioin perusteella runkomelusta aiheutuva tavoitetason 35 dB ylitys on mahdollisista rakennuksissa, jotka sijaitsevat lähempänä kuin 135 metriä junaradasta.

5 Johtopäätökset sekä suositukset jatkotoimenpiteiksi

5.1 Melu

Laskentojen perusteella S/RM korttelialue soveltuu kaavoitettuun käyttöön. Melun puolesta alueella täyttyy ennustetilanteessa suurimmilta osin päiväajan ohjearvo 55 dB ja yöajan ohjearvo 50 dB ja 45 yöajan ohjearvo, jota sovelletaan uusille asuinalueille, mikäli alueelle osoitetaan uusia asuinrakennuksia. Kortteliin ei myöskään tarvitse asettaa erillistä ääneneristävyyden vaatimusta keskiäänitasojen tai enimmäisäänitasojen perusteella melualueen vaatimuksen ΔL 30 dB ollessa riittävä takaamaan sisämelun ohjearvon 35 dB ja 30 dB asumiseen käytettävissä tiloissa.

Kaava-alueen luoteisosassa sijaitsevilla luonnonsuojelualueilla SL toteutuu luonnonsuojelualueiden ohjearvot 45 dB päivällä ja 40 dB yöllä melumallien laskentaepävarmuus 2-3 dB huomioiden.

Kaava-alueen koillisessa sijaitsevilla SL-1 ja SL alueilla ei toteudu luonnonsuojelualueen ohjearvot, joten ne olisi suositeltavaa osoittaa suojeltaviksi siten, että alueella ei tarvitse toteuttaa melutasen ohjearvot.

AO-1 ja VL-1 kortteleissa ylittyy melutasen ohjearvot osittain 55 (keltainen ylitys päivällä) dB ja 50 dB (tummanvihreä ylitys yöllä), mutta aluetta ei ole mahdollista suojata melulta maaston vuoksi.

Korttelialueet AR, AL-1, AL-1, KL-1 soveltuvat melutasojen osalta kaavoitettuun tarkoitukseen. Piha-alueille muodostuu täydennysrakentamisen mukaiset ohjearvon tasalla olevat oleskelualueet 55 dB päivällä ja 50 dB yöllä.

Raideliikenteen aiheuttamat enimmäisäänitasot ovat laskentojen perusteella mitoittavat ulkovaipan ääneneristävyyden vaatimuksille. Laskentojen perusteella uudisrakennusten lepoon käytettävien tilojen suosituksen 45 dB täyttämiseksi korkeimmat ääneneristävyyden vaatimukset ovat ΔL 32- 41 dB. Korttelissa KL-1 olisi suositeltavaa sijoittaa majoitustilat pois päin radasta, jolloin vaatimus ulkovaipan ääneneristävyydelle olisi kohtuullisempi. Radan puolelle avautuvat parvekkeet on suositeltavaa lasittaa. Ulko-oleskelualueet on sijoitettava siten että ne ovat suojassa melulta.

Kortteli V olisi korkeiden melutasojen vuoksi suositeltavaa osoittaa suojaviheralueeksi EV.

5.2 Tärinä

Laskentatulosten perusteella kaava-alueella ei ole tärinästä aiheutuvia rajoitteita rakentamiselle perustuen uusien rakennusten värähtelyluokituksen tasoon 0,30 mm/s. Laskentojen perusteella suojaetäisyys radasta on 40 metriä. Laskennallisesti arvioituna rakenteiden vaurioitumisriskin alue ei ulotu yli 15 metrin etäisyydelle raiteista.

Alueen liikennetärinän tilanne olisi suositeltavaa varmistaa mittauksin olemassa olevista rakennuksista, koska alueen maaperään liittyy suuria epävarmuuksia.

5.3 Runkomelu

Laskennallisen runkomeluarvion perusteella runkomeluriski toteutuu uudisrakennuksissa, jotka sijaitsevat lähempänä kuin 130 metriä radasta. Näin ollen riski kohdistuu radan idänpuolelle kaavoitettavalle alueelle kokonaisuudessaan.

Alueen runkomelun tilanne olisi syytä tarkastaa mittauksin olemassa olevista rakennuksista, koska alueen maaperään liittyy suuria epävarmuuksia.

Mikäli selvityspäätökset muuttuvat oleellisesti, on tämä selvitys harkinnan mukaan päivitettävä.

6 Lähteet

[1] Juurikorpi-Mussalo kaksoisraideselvitys, 2020

[2] Melun ja tärinän torjunta maankäytön suunnittelussa, Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuseen opas 02/2013, Airola, Hannu 2013.

[3] Road Traffic Noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.

[4] Railway Traffic Noise -Nordic prediction method, TemaNord 1996:524, Nordic Council of Ministers 1996.

[5] Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018 Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Liikennevirasto 2018.

