

Asemakaavan muutos nro. 1125 Vöyrinkaupunki, Vaasa

Melu-, runkomelu- ja tärinäselvitys

Päiväys	28.4.2023
Laatijat	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula
Projektinumero	YKK67913

21.4.2023

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	3
1.1	Kohde	3
1.2	Selvityksen tarkoitus	4
1.3	Tilaaja	4
1.4	Tekijät	4
2	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	5
2.1	Melun ohjearvot	5
2.2	Tärinän ja runkomelun ohjearvot	6
2.3	Melulaskenta ja vaikutusten arviointi	7
2.4	Tärinä- ja runkomelulaskenta	8
2.4.1	Pohjasuhteet	8
2.4.2	Liikennetärinän ja runkomelun synty	9
2.4.3	Tärinä	9
2.4.4	Runkomelu	10
2.5	Suunnitelmat	10
2.6	Liikennetiedot	11
3	Meluselvityksen tulokset	12
3.1	Melun leviäminen piha-alueilla	13
3.2	Melutasot julkisivuilla	13
3.3	Virhelähteet	14
4	Tärinä- ja runkomeluselvityksen tulokset	15
4.1	Tärinäselvityksen tulokset	15
4.2	Runkomeluselvityksen tulokset	16
5	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	18
5.1	Melu	18
5.2	Liikennetärinä ja runkomelu	19
5.3	Suosituksat kaavamääräyksiin	20
5.4	Suosituksat jatkosuunnittelulle	21



21.4.2023

6	Liitteet	21
7	Viitteet	22

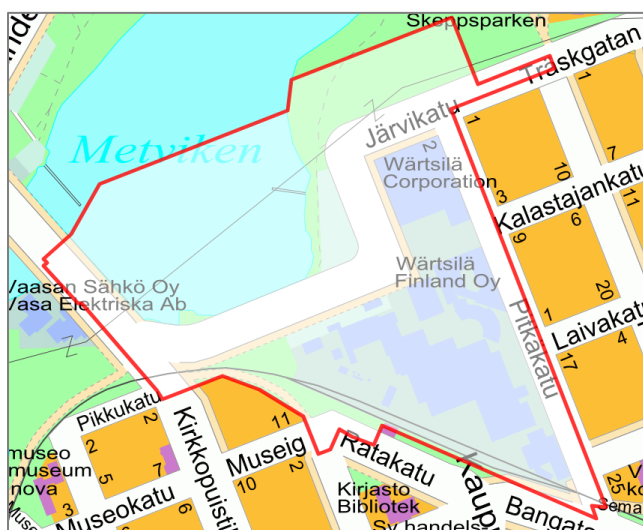
Asemakaavan muutos nro. 1125 Vöyrinkaupunki, Vaasa

1 Taustatiedot

1.1 Kohde

Kaavamuutosalue sijaitsee Vaasan keskusta-alueella Onkilahden rannassa. Kaavamuutoksen kohteena on tehdasalue, jolta Wärtsilä Oy:n toiminta on poistumassa. Tehdasalueen lisäksi asemakaavassa on mukana Onkilahden rannan viher- ja vesialueita sekä katu-, rautatie- ja pysäköintialueita. Kaava-alueen pinta-ala on noin 25 hehtaaria.

Kaavaluonnosten mukaan alueelle on suunniteltu sijoitettavan huomattava määrä 4–19 kerroksisia asuinkerrostaloa. Suurin osa uudisrakennuksista on 4-6 kerroksisia. Merkittävimmät melulähteet alueella ovat Ratakadun ja Järvikadun liikenne. Nykytilanteessa rautatien liikenne on erittäin vähäistä, eikä sillä ole huomattavaa vaikutusta alueen melutasoon. Kuvassa 1 on esitetty kaavan suunnittelualan sijainti.



Kuva 1 Kaava-alue on rajattu likimääräisesti punaisella (kartta.vaasa.fi)



21.4.2023

1.2 Selvityksen tarkoitus

Tehtävänä oli laatia melu-, runkomelu- ja tärinäselvitys asemakaava-muutosalueelle, jossa tarkoituksena on mahdollistaa asuinkerrostalojen sijoittaminen alueelle.

Kaava-alueen melu- ja tärinävaikutuksia on arvioitu tieliikenteen ennustevuoden 2040 liikennetietojen avulla. Selvityksessä on esitetty laskennallisten arvioiden tulokset ja johtopäätökset sekä suositukset melun, runkomelun ja tärinän huomioimisesta alueen jatkosuunnittelussa. Lisäksi on tarkasteltu kaavahankkeen vaikutuksia kaava-alueen ulkopuolella olevan lähialueen katuverkoston liikennemääriin ja sitä kautta alueen melutilanteeseen.

1.3 Tilaaaja

Vaasan kaupunki
Kirkkopuistikko 26, 65100 Vaasa

Kati Vuohijoki
Puh. 040 508 1003
kati.vuohijoki@vaasa.fi

1.4 Tekijät

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

Vesa Vähäkuopus
DI, projektipäällikkö Melu, tärinä- ja runkomeluasiantuntija
Puh. + 358 44 427 9590
vesa.vahakuopus@sitowise.com

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



21.4.2023

2 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

2.1 Melun ohjearvot

Melulaskennan tuloksia on verrattu valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annettuihin melutason ohjearvoihin (Taulukko 2) [1], sekä ympäristöministeriön asetukseen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) [2] ja sen muutokseen 360/2019 [3]. Melun ohjearvot on tarkoitettu käytettäväksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä.

Taulukko 1 Valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annetut 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}
Loma-asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ³
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 yöajan ohjearvoja

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

Ohjearvojen määrittely tarkoittaa melun ekvivalenttitasoa eli keskiäänitاسoa koko ohjearvon aikavälillä. Siten lyhytaikaiset ohjearvon desibelirajan ylitykset eivät välttämättä aiheuta päätöksessä tarkoitettun ohjearvon ylitystä, mikäli aikaväli sisältää hiljaisempia jaksoja.

Mikäli melu on luonteeltaan impulssimaista tai kapeakaistaista, tulee mitattuun tai laskettuun arvoon lisätä 5 dB.

Selvitysalueella on oleskelualueiden ohjearvoina käytetty päivääjalle 55 dB ja yöajalle 45/50 dB. Julkisivujen äänitasoero vaatimuksen (ΔL) määrittämiseen sovelletaan asuinhuoneiden ohjearvoja, jotka ovat päiväajalle 35 dB ja yöajalle 30 dB. Uuden rakennuksen, jossa on asuntoja,



21.4.2023

majoitus- tai potilashuoneita, ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava siten, että äänitasoero vaatimus ΔL on vähintään 30 dB [2].

2.2 Tärinän ja runkomelun ohjearvot

Tärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" [4] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, joka on esitetty taulukossa 3.

Ympäristöministeriön ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [5] esitetyt asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden tärinän ohjearvot vastaavat VTT esittämää luokkaa C ($v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s), joka toimii tämän selvityksen ohjearvona.

Taulukko 2 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)	$\leq 0,60$

Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuuspainotettuihin tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon sekä hajontaan. Tunnusluvun mukaan ohiajava juna ei 95 % todennäköisyydellä ylitä tarkastelutavan värähtelyluokan ohjearvoa.

Runkomelun osalta ympäristöministeriön ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [5] todetaan asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden osalta raideliikenteen runkomelusta seuraavasti:

"Maaperäisen runkomelutason L_{prm} ohjearvo on 30 dB ja avoradoilla 35 dB". Tässä selvityksessä käytetään 35 dB ohjearvoa.

Rakenteiden kestävyys vaarantuu huomattavasti suuremmilla tärinätaasoilla kuin asumismukavuus. Toisin sanoen, kun asumismukavuuden



21.4.2023

ohjearvot täytetään tai arvioitu tärinän taso on niiden tasalla, ei rakenteiden vaurioitumisen mahdollisuutta käytännössä ole olemassa.

2.3 Melulaskenta ja vaikutusten arviointi

Melulaskenta perustuu melun leviämiseen 3D-maastomallissa, johon on mallinnettu melulähteet, rakennukset, meluesteet ja maastonmuodot sekä näiden akustiset ominaisuudet. Liikennemelulähteiden melupäästö määritetään liikennetietojen perusteella. Maastomalli ulottuu yli 1000 metrin etäisyydelle selvitysalueesta ja sisältää kaikki merkittävät melulähteet.

Melumalli on muodostettu Maanmittauslaitoksen avoimen tietokannan aineistosta, jota on täydennetty Vaasan kaupungilta saadulla maankäyttösuunnitelmalla ja rakennusmassoitteluilla. Ympäristön rakennukset ovat nykytilanteen mukaiset. Laajat asfalttialueet, kadut ja rakennusten katot on mallinnettu akustisesti kovina ($\alpha = 0$).

Melulaskennat on suoritettu DataKustik CadnaA 2022 -melulaskentaohjelmalla. Laskenta perustuu yleisesti Suomessa käytettävään yhteispohjoismaiseen tieliikennemelun laskentamalliin (Nordic Prediction Method) [6]. Laskentamallin tarkkuus on lähietäisyydellä tyypillisesti $\pm 2...3$ dB. Melulaskennat on tehty liikenteen nykytilanteen 2023 ja ennustevuoden 2040 liikennemäärillä.

Selvityksessä on laskettu päivä- ja yöajan keskiäänitasot (L_{Aeq}), jolloin niitä voi verrata valtioneuvoston antamiin melutasojen ohjearvoihin. Työssä on selvitetty melun ohjearvojen toteutumista oleskeluun tarkoitetuilla piha-alueilla ja parvekkeilla, sekä julkisivurakenteiden äänita-soerovaatimusten tarve.

Tärkeimmät laskenta-asetukset:

- Laskentaruudukon koko 10 x 10 metriä. Jokainen ruutu on laskettu ilman ruutujen interpolointia
- Meluvyöhykkeiden laskentakorkeus 2 metriä
- Laskentasäde 1500 metriä
- Laskennassa mukana 1. kertaluvun heijastukset
- Rakennukset ja meluaidat heijastavia 1 dB heijastusvaimennuksella.



21.4.2023

- Kukin melulähde yksittäisenä emissiolähteenä (pohjoismaisen tieliikennemelumallin mukaisesti)
- Heijastustason määrittelyssä suurin sallittu poikkeama on 1 metri.
- Julkisivuun ja parvekkeisiin kohdistuva melutaso on laskettu korkeussuunnassa 3 metrin välein alkaen 2 metriä maanpinnasta. Melutaso on laskettu 5 cm etäisyydelle julkisivusta. Julkisivusta heijastuvaa melua ei huomioida.

2.4 Tärinä- ja runkomelulaskenta

2.4.1 Pohjasuhteet

Värähtelyolosuhteiden osalta merkittävin lähtötieto on alueen maaperän hallitseva pohjamaalaji sekä pehmeän maakerroksen korkeus kovan pohjan päällä. Kuvassa 2 on esitetty alueen maaperäkartta. Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttojen mukaan kaava-alueen maaperä on lännessä liejuista savea ja koillista kohti siirryttäessä moreenia. Saven osuudella alueen maaperän voidaan sanoa olevan otollista tärinän leviämislle, mutta rakennukset tullaan perustamaan vaihdetun massan tai paalujen varaan mikä pienentää tärinäriskiä huomattavasti.



Kuva 2 Kaava-alueen maaperätiedot (Kartan lähde: gtkdata.gtk.fi/maankamara)



21.4.2023

2.4.2 Liikennetärinän ja runkomelun synty

Liikennetärinä koetun ilmiön aiheuttaa liikenneväylän epätasaisuus tai väylän pintaan kulkuneuvosta aiheutuvat muodonmuutokset. Liikennöintivälineen, liikennöintiväylän ja liikennöintiväylän alla olevan maaperän vuorovaikutuksessa maaperä joutuu värähtelytilaan, jonka ilmenemisen ihminen havaitsee tarkastelupisteessä liikennetärinä tai runkomeluna. Liikennetärinästä puhutaan, kun tärinää aiheuttavan värähtelyn taajuustaso sijoittuu pääosin ihmisen kuulokynnyksen alapuolelle. Tällöin ihminen aistii ilmiön joko rakennuksen tai rakenteiden pienenä epämukavana liikkeenä eli liikennetärinä.

Liikennetärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyyskannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen. Tarkasteltavana suurena toimii asumismukavuuden osalta värähtelyn tehollisarvo ja sen tilastollinen esitys $V_{w,95}$.

Runkomelulla puolestaan tarkoitetaan suuremmilla taajuuksilla tapahtuvaa värähtelyä, joka rakennukseen siirryttyään säteilee huoneiden pinnoista ihmisen kuultavissa olevana meluna. Kummankin ilmiön syntytapa ja siirtyminen maaperässä on siis samankaltainen. Runkomelun osalta tarkasteltava suure L_{ASmax} on A-painotettu enimmäisäänitaso slow-aikavakiolla tai sen tilastollinen arvo L_{Prm} .

Liikennetärinän ja runkomelun arviointiin hyödynnetään ja vaatimusten ja ohjearvojen perusteena käytetään yleisesti VTT:n ohjeistuksia, jotka ovat yhdenmukaisia ”Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä, 2018” [5] ohjeen kanssa. Ohje perustuu Ympäristöministeriön asetukseen 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä [2] ja ohjetta noudattamalla suunnittelun ja rakentamisen voidaan sanoa toteuttavan ns. hyvää rakentamistapaa.

2.4.3 Tärinä

Julkaisussa ”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius” [7] esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:



21.4.2023

- 1 Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiirisiin laskentakaavoihin.
- 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 tärinäselvitys on laadittu 1. tarkastelutason mukaisesti.

2.4.4 Runkomelu

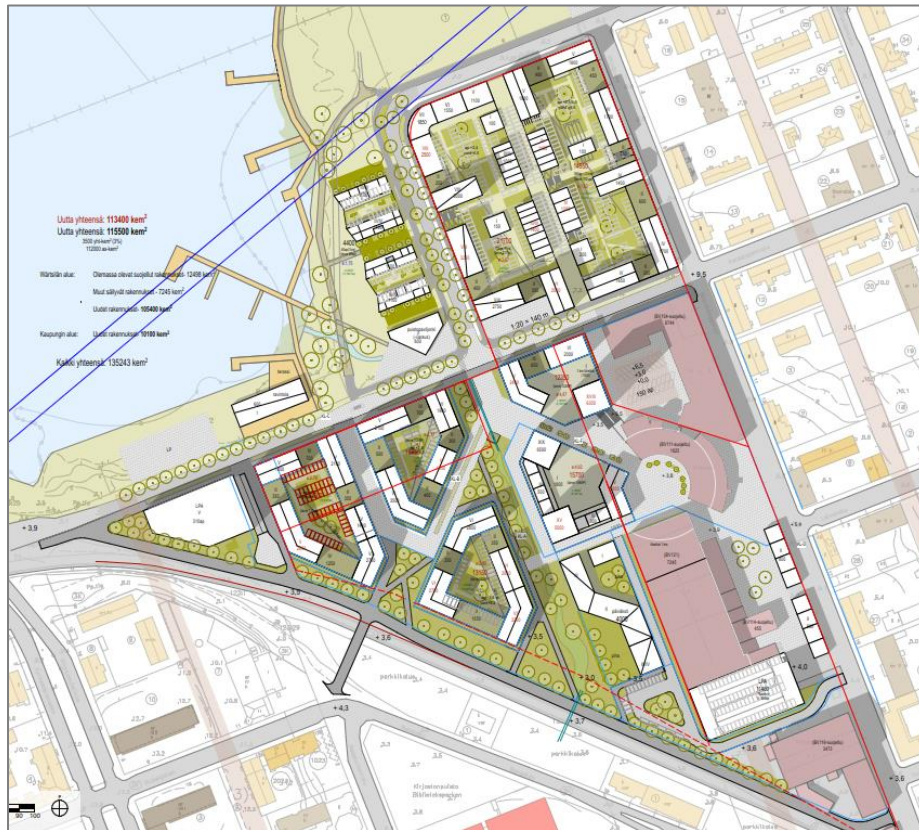
Suunnittelualueen tulevien rakennuksien mahdollisesti havaittavia runkomelutasoja on arvioitu VTT:n tiedotteessa *”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi”* [8] esitetyllä 2. arviointitason laskennallisella menetelmällä, jossa huomioidaan mm. etäisyys, liikennöivä kalusto, ajonopeus, ja väylän kunto.

2.5 Suunnitelmat

Kaava-alueen suunniteltu maankäyttö tarkasteltiin selvityksessä luonnoksen VE1 mukaisesti (Kuva 3).



21.4.2023



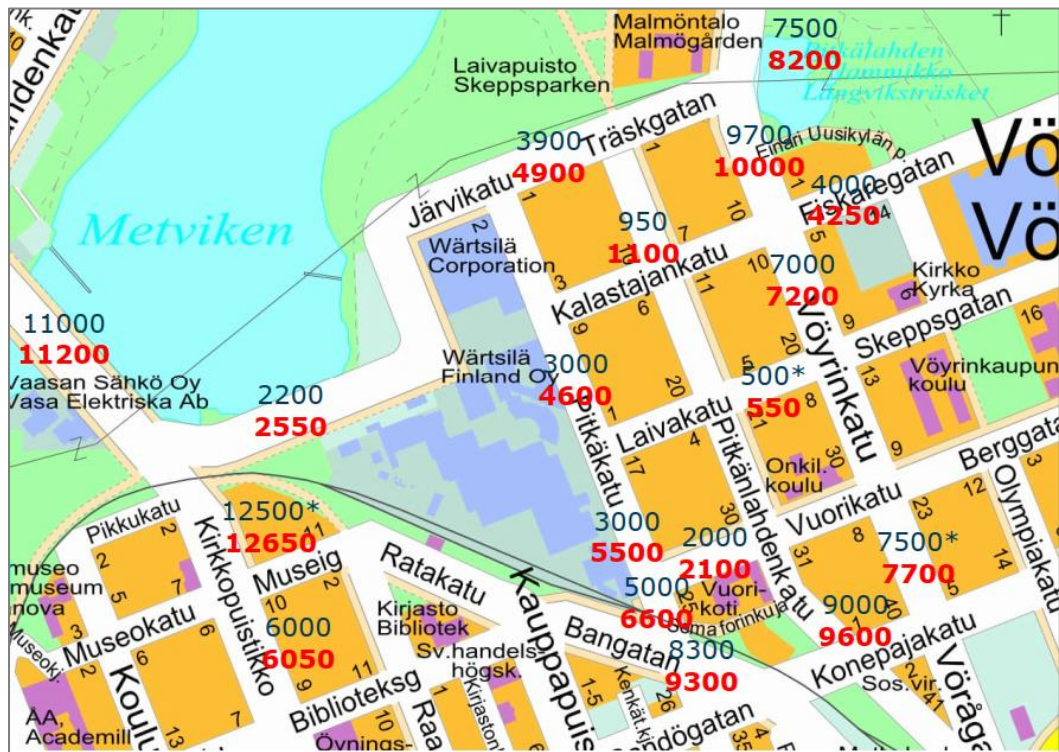
Kuva 3 Selvityksessä tarkasteltu maankäytön luonnosvaihtoehto 1 (Arkkitehtitoimisto Helamaa & Heiskanen, luonnos 6.4.2023).

2.6 Liikennetiedot

Tieliikennetiedot saatiin vuonna 2023 laaditusta Vöyrinkaupungin konepaja-alueen liikenneselvityksestä (Sitowise Oy, 14.3.2023). Selvityksessä on esitetty nykytilanteen 2023 sekä ennustetilanteen 2040 liikennetiedot. Kuvassa 4 on esitetty melulaskennoissa käytetyt liikennetiedot. Raskaan liikenteen osuutena on käytetty 3 % ja liikenteestä 90 % on oletettu tapahtuvan päiväaikaan klo 7–22. Alueella on käytössä aluenopeusrajoitus 40 km/h, jota käytettiin nykytilanteen ja ennustetilanteen liikennettä mallintaessa.



21.4.2023



Kuva 4 Ote liikenneselvityksen (Sitowise Oy, 14.2.2023) liikennetiedoista. Kuvassa on esitetty keskivuorokausiliikennemäärät (KVL) nykytilanteessa (mustalla) ja vuoden 2040 ennustetilanteessa (punaisella).

Raideliikenne kaavan suunnittelualuetta sivualla osuudella on nykyään erittäin vähäistä. Fintrafficilta saatujen liikennetietojen mukaan alueen sivuaa korkeintaan muutama tavarajuna vuodessa nykytilanteessa, eikä niillä ole vaikutusta keskimääräisen vuorokauden meluntilanteeseen. Ohitus on kuitenkin huomioitu julkisivulle aiheutuvan enimmäisäänitason (LAFmax) laskennassa.

Ennustetilanteessa on lisäksi huomioitu mahdollisesti toteutuvan Duoraitiojunaliikenteen vaikutukset. Ohitukset on arvioitu (Vaasan kaupungin kuntateknikka) tasolle 2 kpl ohituksia tunnissa.

3 Meluselvityksen tulokset

Melulaskennalla selvitettiin tieliikenteen aiheuttamat päivä- ja yöajan keskiäänitasot nyky- ja ennustetilanteessa. Melukuvat kaikista selvitystyistä tilanteista on esitetty liitteissä 1–6.



21.4.2023

3.1 Melun leviäminen piha-alueilla

Melukarttaliitteissä 1 ja 2 on esitetty liikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitasot alueella nykyisellä maankäytöllä. Nykytilanteessa kaava- ja tarkastelualueella päiväajan keskiäänitaso on valtaosalla piha-alueista huomattavan alhainen. Vnp 993/1992 päiväajan (7-22) ohjearvon 55 dB melutason alittavaa piha-aluetta toteutuu jokaisella tarkastelualueen korttelin sisäpiha-alueilla. Vastaavasti yöajan (22-7) Vnp 993/1992 ohjearvon vaatimus 50 dB toteutuu samassa laajuudessa tarkastelualueen kortteleilla. Merkittävimmät melulähteet alueella ovat Ratakadun ja Vöyrinkadun liikenne.

Melukarttaliitteissä 3 ja 4 on esitetty liikenteen aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitasot suunnitellulla maankäytöllä (VE1) ennustetilanteessa 2040. Varsinaisella uudella kaavan suunnittelualueella Vnp 993/1992 päiväajan 55 dB ja yöajan 45 dB (uusi alue) vaatimukset täytetään piha-alueiden osalta kattavasti. Rakennusmassoittelu mahdollistaa hiljaisten piha-alueiden muodostumisen korttelien sisäosiin.

Kaavan suunnittelualueen ulkopuolella melutilanne ei juurikaan muutu ennustetilanteessa. Liikennemäärien maltillisen muutoksen seurauksena melutilanne on likipitään sama kuin nykytilanteessa. Vnp 993/1992 päivä- ja yöajan ohjearvot täytetään myös ennustetilanteessa 2040.

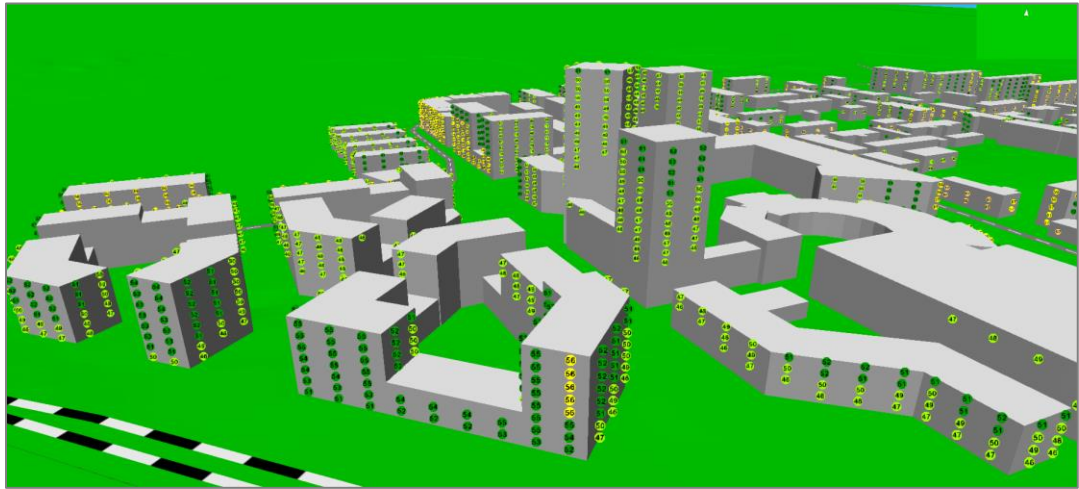
3.2 Melutasot julkisivuilla

Melukarttaliitteessä 5 on esitetty ennustetilanteen 2040 (VE1) rakennusten julkisivuille kohdistuvat suurimmat keskiäänitasot päivä- ja yöaikana. Julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso on suurimmillaan 64 dB kaavan suunnittelualueen pohjoisosan korttelin Järvikadun suuntaisella julkisivulla. Yöajalla julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat kauttaaltaan noin 6-8 dB matalammat.

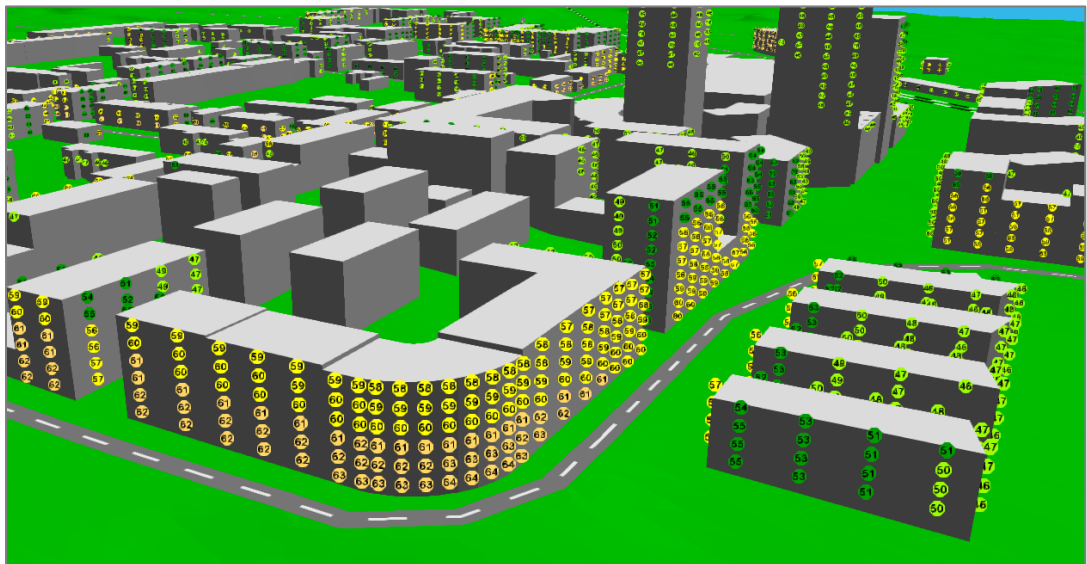
Kuvissa 5 ja 6 on esitetty 3d-kuvat päiväajan (määrävä tilanne) liikenteen aiheuttamista julkisivuille kohdistuvista keskiäänitasoista.



21.4.2023



Kuva 5 Julkisivuille kohdistuvat päiväajan keskiäänitasot kuvattuna lounaasta.



Kuva 6 Julkisivuille kohdistuvat päiväajan keskiäänitasot kuvattuna luoteesta.

Raideliikenteestä aiheutuva enimmäisäänitaso (LAFmax) on julkisivuilla suurimmillaan 75-77 dB.

3.3 Virhelähteet

Liikenne-ennusteisiin voi liittyä huomattavia epävarmuuksia, mutta melumallinnus ei ole herkkä liikennemäärän pienille muutoksille. Esimerkiksi liikennemäärän puolittuminen tai kaksinkertaistuminen vastavasti pienentää tai kasvattaa tien melupäästöä 3 dB ja liikennemäärän muuttuminen 25 % vaikuttaa melupäästöön hieman alle 1 dB.



21.4.2023

4 Tärinä- ja runkomeluselvityksen tulokset

4.1 Tärinäselvityksen tulokset

Tärinän leviämistä alueelle tutkittiin VTT:n julkaisussa ”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius” [6] esitetyn laskentamallin avulla. Malli on yksinkertaistettu likimääräismenetelmä, jossa oletetaan vaaka- ja pystysuuntaiset värähtelyt yhtä suuriksi.

Laskentamallin avulla voidaan huomioida radalla liikkuvan kaluston ominaisuudet (massa, nopeus), maaperän ominaisuudet sekä raiteiston kunnon vaikutus tärinään. Laskennassa on käytetty varmuuskerrointa 1,5 koska arviointi perustuu laskentakaavaan, jota ei ole kalibroitu paikallisiin tärinäolosuhteisiin mittausten avulla.

Laskentamalli on esitetty kaavassa 1 (laskennassa käytetyt määräävimmät parametrit):

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

missä

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

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

k_D = etäisyyskerroin (B = 0,5...1,0)

k_S = junan nopeuskerroin (30 km/h tavaraliikenne)

k_G = junan painokerroin (3000 t tavaraliikenne)

k_R = radan kuntokerroin (1, normaalikuntainen raide)

F = varmuuskerroin (1,5 ei kalibrointia)

Tässä tarkastelussa värähtelyn oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin, jonka jälkeen se voimistuu 1,5 kertaiseksi ns. yleisen voimistumisen kautta. Laskennassa on käytetty maaparametrinä ”välimaalajia”, koska rakennuksia ei todellisuudessa pystytä perustamaan maaperäkartassa esitetylle saviselle maaperälle, vaan ne tullaan perustamaan joko suoraan tai paalujen välityksellä kovan pohjan varaan.



21.4.2023

Yllä olevan kaavan perusteella rautatieväylästä välittyvä värähtely vai-
menee tasolle 0,3 mm/s noin 20 metrin etäisyydelle radasta liikutta-
essa, jolla rataa lähimmät rakennukset tulevat sijoittumaan. Tämä to-
teuttaa VTT:n luokan C vaatimuksen uusille rakennuksille.

Lisäksi rautatieliikenne on nykyään suunnittelualueen kohdalla erittäin
harvinaista, joten satunnaisen junan ohitus ei kuvasta alueen keskimää-
räistä tärinätilanne vaan on poikkeusluontainen tapahtuma.

Mahdollisesti tulevaisuudessa toteuttavan Duoraitiotien tärinävaikutuk-
set ovat raidekaluston pienemmän massan takia yllä olevaa tarkastelua
huomattavasti pienemmät, eikä niiden tärinävaikutus ulotu yli 15 met-
rin etäisyydellä radasta.

Kumipyöräliikenne kykenee aiheuttamaan aistittavaa liikennetärinää
vain erittäin pehmeillä alueilla tien pinnan ollessa epätasainen. Suun-
nittelualueella rakennukset perustetaan oletettavasti kovan pohjan va-
raan suoraan tai paalunvaraisesti, joten alueen teidän ja katujen kumi-
pyöräliikenteen ei laskennallisesti arvioida aiheuttavan tärinäongelmia.

Rakenteiden vaurioitumisriski tapahtuu huomattavasti suuremmilla ta-
soilla kuin millä asumismukavuus häiriintyy. Laskennallisen arvion mu-
kaan raide- ja kumipyöräliikenne eivät aiheuta rakenteiden vaurioitu-
misriskiä kaavan suunnittelualueelle.

4.2 Runkomeluselvityksen tulokset

Runkomelutarkastelu on laadittu VTT:n julkaisussa *”Maaliikenteen ai-
heuttaman runkomelun arviointi”* [8] esitetyn arviointitason 2 perus-
teella. 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, d₀ on 10 m.

Arvio sisätilojen runkomelutasosta (L_{prm}) saadaan kaavasta 3,

$$L_{prm}[dB] = L_v[dB] + \Sigma \Delta L_{v,i}[dB] \quad (3)$$



21.4.2023

jossa värähtelyn perustasoon lisätään taulukossa 4 käytetyt korjaustekijät. Laskennallisessa arviossa junan painoa ei huomioida joten, juna-tyypin suurimman vaikutuksen tuottama parametri on nopeus ja se onko junassa erillistä veturia vai onko voimantuotto suoraan yhdistetty henkilövaunujen teleihin. Laskenta on suoritettu tavarajunaliikenteen ja Duoraitiotien arvioiduilla parametreilla.

Taulukko 3 Käytetyt korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	Korjaustekijä, [dB]
Liikennetyyppi	Sähkömootorijuna Veturivetoinen juna	0 +11
Ajonopeus	30 km/h	-10
Jousitus	normaali	0
Väylän kunto	normaali	0
Radan eristämistapa	ei eristystä	0
Väylän sijainti	avorata	0
Rakennuksen tyyppi	kerrostalo	- 10
Resonanssi	vakiokorjaus	6
Muunto äänenpainetasoksi	vakiokorjaus	- 28
Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi	keskitaajuusalue, 30–60 Hz	- 35
Varmuusmarginaali	vakiokorjaus	6
$\Sigma \Delta L_{v,i} [dB]$ Duoraitiotie Tavarajunaliikenne		- 71 -60

Saatuja tuloksia verrataan käytettäviin ohjearvoihin. Tässä selvityksessä sovelletaan ympäristöministeriön ohjeen [5] mukaista 35 dB runkomelun ohjearvoa majoitustiloille ja asuinhuoneistoille.

Mahdollisesti toteutuvan Duoraitiotien runkomeluvaikutus ei laskennallisesti ulotu suunniteltavan kaava-alueen sisälle. Runkomelutaso arvioidaan lähimpien rakennuksien kohdalla olevan luokkaa 25-27 dB, joka alittaa vaatimuksen 35 dB selvästi.



21.4.2023

Tavarajunan aiheuttama runkomelu arvioidaan laskennallisesti tasolle 35-37 dB lähimmissä rakennuksissa eli se voi satunnaisesti ylittää 35 dB ohjearvon alimmaisessa kerroksessa. Liikenne arvioidaan kuitenkin niin harvaksi (nykytilanteessa 1-3 kpl vuodessa), että satunnainen ohi-tus ei kuvasta keskimääräistä päivää.

5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

5.1 Melu

Melun ohjearvot toteutuvat suunnitellun kaavan piha-alueilla kauttaaltaan ilman erillistä meluntorjuntaa.

Kaava-alueen itäpuolella (Vöyrinkadun ja Pitkäkadun välinen alue) melutilanne ei juuri muutu nykytilanteen ja ennustetilanteen 2040 välillä. Tilanne täyttää nykytilanteessa ja ennustetilanteessa 2040 Vnp 993/1992 ohjearvojen vaatimukset.

Parvekkeet ja asuinhuoneiden avautuminen

Päiväajan keskiäänitaso on alle 65 dB kaikkien uusien asuinrakennusten julkisivuilla. Parvekkeiden ja terassien sijoittelu suositellaan toteuttavan niiden julkisivujen osuuksille, joille kohdistuu pienin keskiäänitaso.

Parvekkeilla melutaso on +1...3 dB suurempi kuin julkisivuun kohdistuva melutaso, joten ohjearvo ylittyy parvekkeilla niillä julkisivuilla, joihin kohdistuu päivällä yli 52 dB melutaso tai yöllä yli 42 dB melutaso. Tämä tarkoittaa käytännössä kaikkia katujen puoleisia julkisivuja ja lähes jokaista asuinkerrosta, joten ainakin katujen puoleiset parvekkeet suositetaan lasitettavan.

Parvekkeilla, joihin kohdistuva päiväaikainen melutaso on välillä 52–64 dB, tai yöaikainen melutaso 42–54 dB, meluntorjunta on mahdollista toteuttaa tavanomaisella parvekelasituksella (avattavalla lasituksella ja välilistoilla). Tarvittaessa parvekkeen melutilannetta voidaan vielä parantaa akustoinnin avulla, kuitenkin enintään noin 2–4 dB.

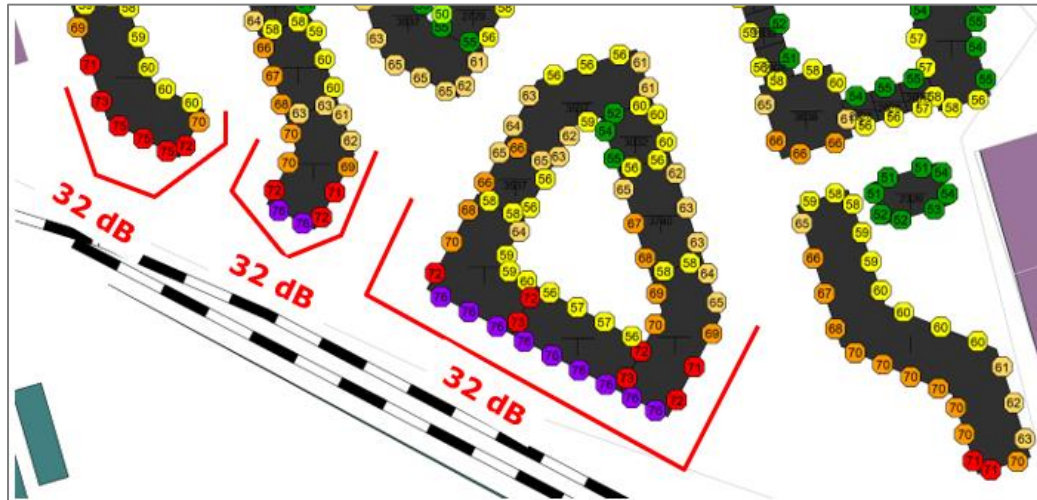
Julkisivujen äänitasoerovaatimukset

Alla olevassa kuvassa 7 on esitetty VE1 mukaisella massoitteilla ne julkisivut, joilla tarvitaan ääniympäristöasetuksessa esitettyä 30 dB



21.4.2023

korkeampaa äänitasoero vaatimusta. Äänitasoero vaatimus perustuu rai-
deliikenteestä tulevaan kertaluontoiseen ohituksesta johtuvaan eni-
mäisäänitasoon (LAF_{max}) joka ei saa ylittää yöaikana nukkumiseen tai
lepoon käytettävissä huoneissa tasoa 45 dB. Arviossa on huomioitu sa-
tunnainen tavaraliikenne (mitoitettava) ja mahdollisesti toteutettava Duo-
raitiotie.



Kuva 7 Vähimmäisvaatimusta 30 dB korkeammat julkisivujen äänitasoero vaatimukset. Vaati-
mukset sisältävät varmuusvaraa 1–2 dB, koska rakennusten massoittelu ja sijoittelu kaava-
alueella on vielä luonnosvaiheessa.

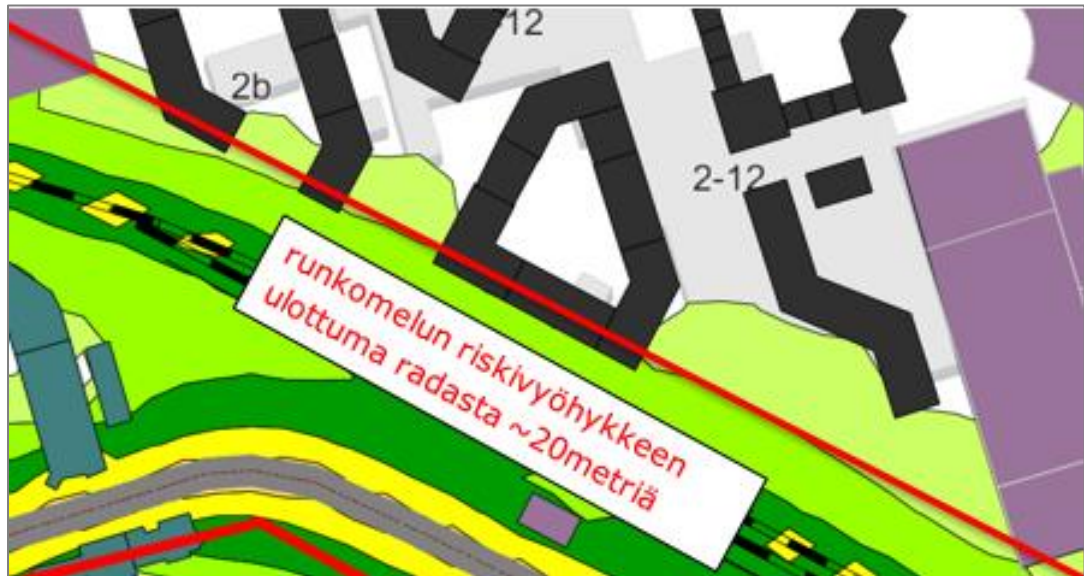
Kaavan suunnittelualueen muiden rakennusten julkisivuilla äänitasoero-
vaatimukseksi riittää ääniympäristöasetuksen vähimmäisvaatimus 30
dB.

5.2 Liikennetärinä ja runkomelu

Satunnaisen tavarajunaliikenteen aiheuttama liikennetärinä vaimenee
hyväksyttävälle (luokka C) tasolle, kun oletetaan rakennukset perustet-
tavaksi kovan pohjan varaan, joka suoraan tai paalunvaraisesti. Runko-
melun osalta toteutuva runkomelutaso on laskennallisesti ohjearvon 35
dB tasalla rakennuksen alimmaisessa kerroksessa tai ylittää sen hie-
man. Ohitukset arvioidaan erittäin harvinaiseksi. Kuvassa 8 on esitetty
runkomelun riskivyöhykkeen sijoittuminen kaavan suunnittelualueelle,
kun tavarajuna ajaa tarkastelualueen ohitse.



21.4.2023



Kuva 8 Runkomelun riskivyyhykkeen laajuus esitetty suunnittelualueella.

Duoraitiotie ei laskennallisesti arvioituna aiheuta kaavan suunnittelualueelle liikennetärinä tai runkomeluvaikutuksia. Eli se toteuttaa liikennetärinän osalta VTT:n ohjearvon C vaatimuksen ja runkomelun osalta vaikutus jää alle ohjearvon 35 dB.

Alueen teidän ja katujen kumipyöräliikenne ei aiheuta laskennallisesti arvioituna liikennetärinä- tai runkomeluongelmaa suunnittelualueella.

5.3 Suositukset kaavamääräyksiin

Uusille asuinkerrostaloille suositellaan rataa lähinnä oleville rakennuksille kaavaan äänitasoero vaatimukseksi vähintään 32 dB. Esitetty kuvassa 7.

Ulko-oleskelualueet suositellaan sijoitettavan rakennusten ja/tai mellesteiden suojaan liikennemelulta.

Katujen puoleiset parvekkeet suositellaan lasitettaviksi.

Liikennetärinän ja runkomelun osalta suositellaan antamaan seuraavat kaavamääräykset rataa lähimmille rakennuksille:

Liikennetärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei saa ylittää asumiseen tai niihin rinnastettavissa tiloissa tasoa 0,3 mm/s (Luokka C).

21.4.2023

Runkomelun tunnusluku LP_{rm} ei saa ylittää asumiseen tai niihin rinnastettavissa tiloissa tasoa 35 dB.

5.4 Suositukset jatkosuunnittelulle

Rakennuslupavaiheessa, kun rakennusten massoittelu ja sijoittelu tontilla on tarkemmin tiedossa, suositellaan päivittämään melulaskennat, jotta voidaan varmistua ulko-oleskelualueiden melutason ohjearvojen saavuttamisesta ja riittävästä julkisivujen äänitasoero vaatimuksesta. Laskennat tulee päivittää siinä tapauksessa, mikäli liikennemäärissä tai rakennusten massoittelussa on tapahtunut merkittäviä muutoksia verrattuna tässä selvityksessä esitettyihin.

Parvekkeilla, joihin kohdistuva päiväaikainen melutaso on välillä 52–64 dB, tai yöaikainen melutaso 42–54 dB, meluntorjunta on mahdollista toteuttaa tavanomaisella parvekelasituksella. Näin ollen niiden parvekkeiden osalta, joihin kohdistuu yli 64 dB päiväaikainen tai yli 54 dB yöaikainen keskiäänitaso, parvekelasituksen toteutustapa suositellaan varmistamaan rakennuslupavaiheessa.

Noin 20 metrin etäisyydellä radasta on riski runkomelun ohjearvon ylitymiselle. Riskialueen laajuus on määritetty ohiajan tavarajunan perusteella. Runkomelun osalta suositellaan tilanne tarkistamaan rakennuslupavaiheessa, kun tilojen täsmälliset käyttötarkoitukset ja rakennusten perustamistavat ovat selvinneet. Samassa yhteydessä tarkistetaan onko tavaraliikenteen ja duoraitiotien osalta saatavissa uusia tietoja.

6 Liitteet

Liite 1 Päiväajan keskiäänitaso ulkoalueilla nykyisellä maankäytöllä ja nykyliikenteellä.

Liite 2 Yöajan keskiäänitaso ulkoalueilla nykyisellä maankäytöllä ja nykyliikenteellä.

Liite 3 Päiväajan keskiäänitaso ulkoalueilla suunnitellulla maankäytöllä VE1.

Liite 4 Yöajan keskiäänitaso ulkoalueilla suunnitellulla maankäytöllä VE1.

Liite 5 Päivä- ja yöajan keskiäänitaso julkisivuilla suunnitellulla maankäytöllä VE1 ja ennusteliikenteellä.

Liite 6 Raideliikenteen aiheuttamat enimmäisäänitasot (LAF_{max}) julkisivuilla suunnitellulla maankäytöllä VE1 ja ennusteliikenteellä.

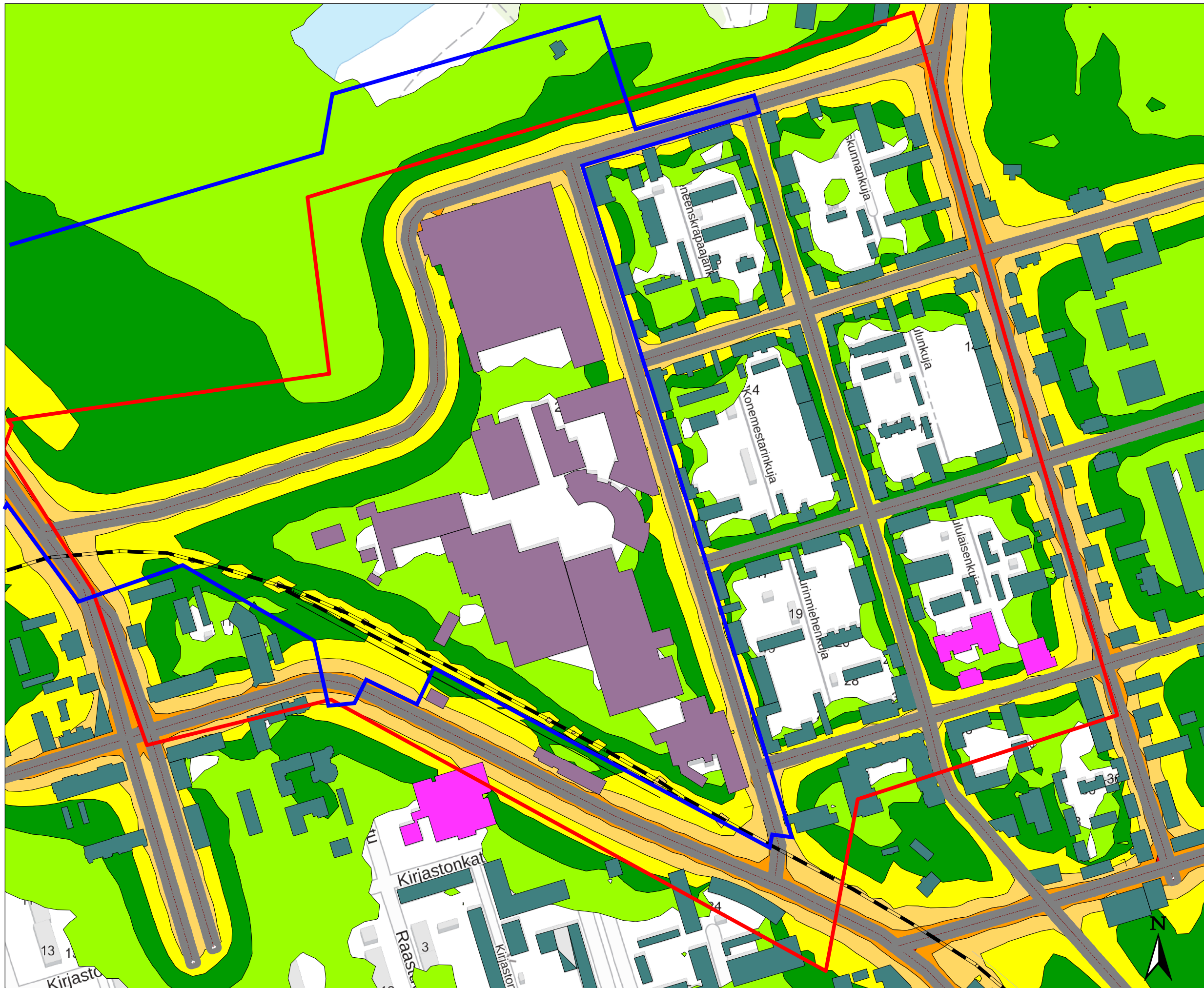


21.4.2023

7 Viitteet

- [1] Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 29.10.1992/993. Voimaantulo: 1.1.1993. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>
- [2] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. Voimaantulo: 1.1.2018.
- [3] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta 360/2019. Voimaantulo 1.4.2019.
- [4] Törnqvist, Jouko & Talja, Asko. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. 2006. VTT.
- [5] Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018.
- [6] Road traffic noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.
- [7] Talja, A & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitusta ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [8] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.





Liite 1 nykytila 2023

**Asemakaavamuutoksen
(1125, Vöyrinkaupunki)
liikennemeluselvitys**

Vaasan kaupunki

Liikenteen aiheuttama melun leviäminen

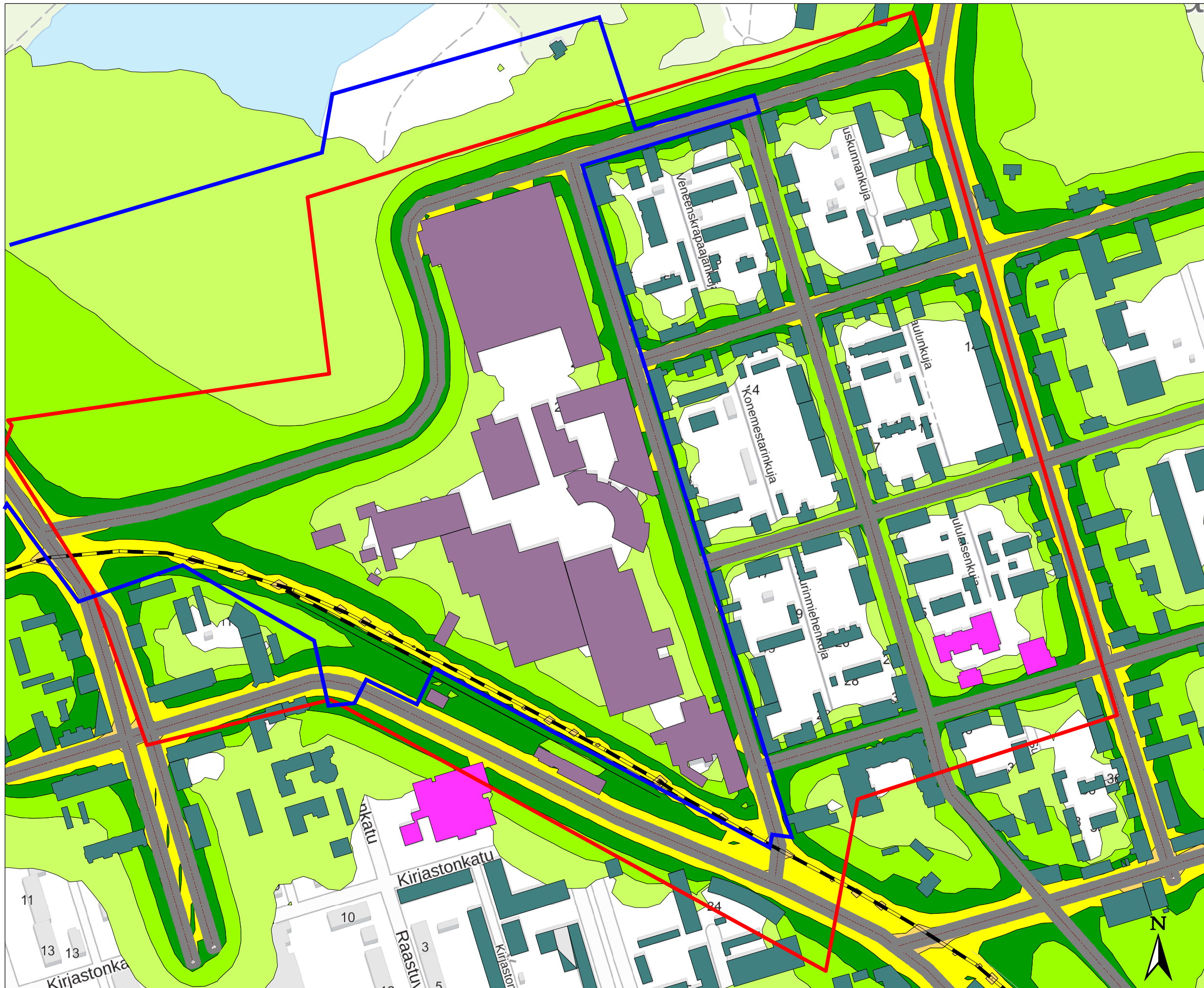
Laskentatilanne:
- Päiväajan (07-22) melutasot

- Selitteet**
- Päiväajan keskiäänitaso**
 $L_{Aeq, 7-22}$
laskentakorkeus: 2 m
- > 45 dB
 - > 50 dB
 - > 55 dB
 - > 60 dB
 - > 65 dB
 - > 70 dB
 - > 75 dB

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

- Muut selitteet**
- Tarkastelualue
 - Kaavan suunnittelualue

Mittakaava 1:3000 (A3)
Päivämäärä: 20.04.23
CadnaA 2022 -melulaskentaohjelma
Nordic Prediction Method
Laatinut: Vesa Vähäkuopus



Liite 2 nykytila 2023

Asemakaavamuutoksen
(1125, Vöyrinkaupunki)
liikennemeluselvitys

Vaasan kaupunki

Liikenteen aiheuttama melun
leviäminen

Laskentatilanne:
- Yöajan (22-07) melutasot

Selitteet

Yöajan keskiäänitaso
 $L_{Aeq, 22-7}$
laskentakorkeus: 2 m

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

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

Muut selitteet

- Tarkastelualue
- Kaavan suunnittelualue

Mittakaava 1:3000 (A3)
Päivämäärä: 20.04.23
CadnaA 2022 -melulaskentaohjelma
Nordic Prediction Method
Laatinut: Vesa Vähäkuopus



Liite 3 ennustetilanne 2040

**Asemakaavamuutoksen
(1125, Vöyrinkaupunki)
liikennemeluselvitys**

Vaasan kaupunki

Liikenteen aiheuttama melun leviäminen

Laskentatilanne:
- Päiväajan (07-22) melutasot

Selitteet

Päiväajan keskiäänitaso

$L_{Aeq, 7-22}$
laskentakorkeus: 2 m

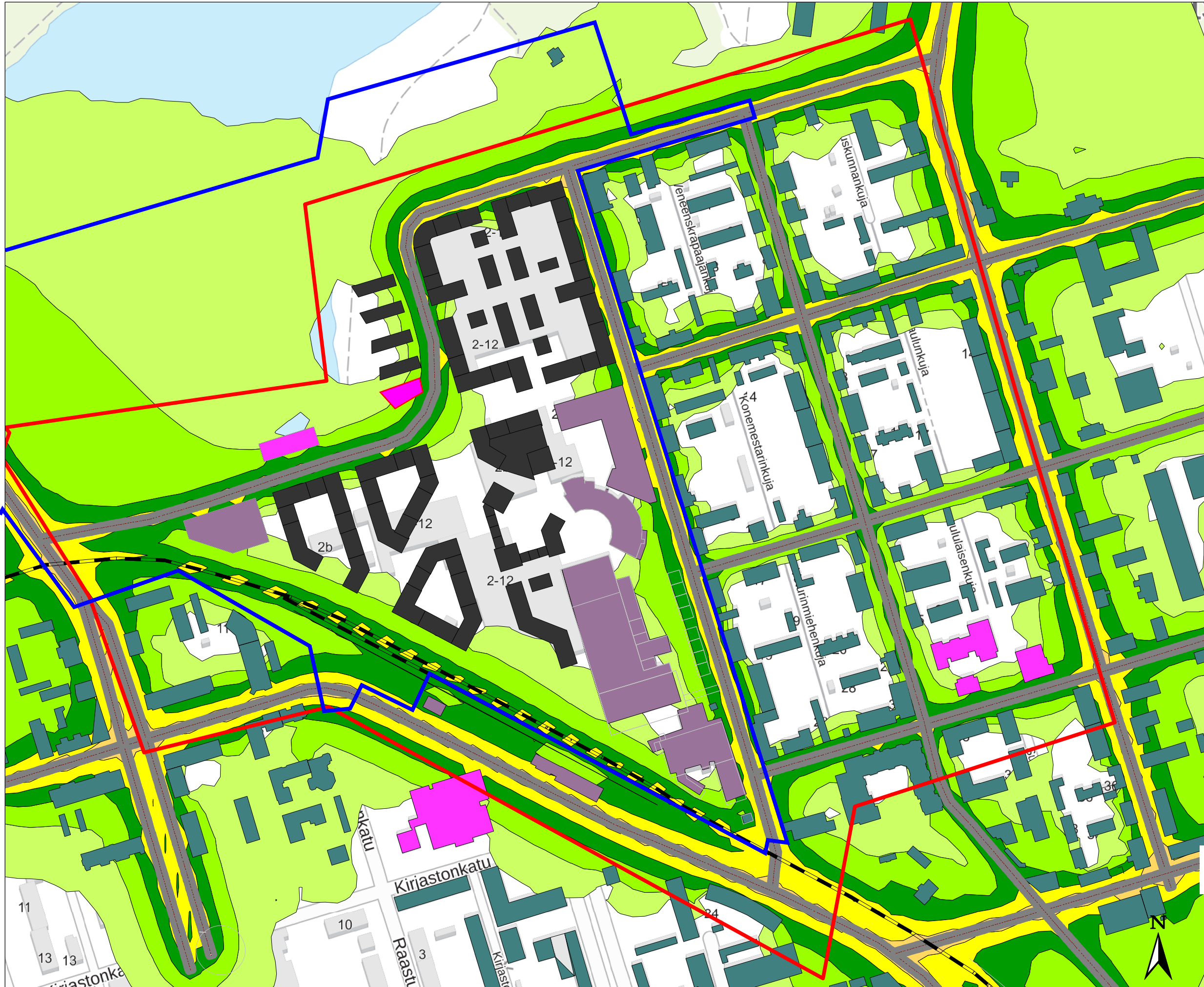
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB (ohjearvo ylittyy)
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- Tuleva rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Olemassa oleva rakennus

Muut selitteet

- Tarkastelualue
- Kaavan suunnittelualue

Mittakaava 1:3000 (A3)
Päivämäärä: 20.04.23
CadnaA 2022 -melulaskentaohjelma
Nordic Prediction Method
Laatinut: Vesa Vähäkuopus



Liite 4 ennustetilanne 2040

**Asemakaavamuutoksen
(1125, Vöyrinkaupunki)
liikennemeluselvitys**

Vaasan kaupunki

Liikenteen aiheuttama melun
leviäminen

Laskentatilanne:
- Yöajan (22-07) melutasot

Selitteet

Yöajan keskiäänitaso
 $L_{Aeq, 22-7}$
laskentakorkeus: 2 m

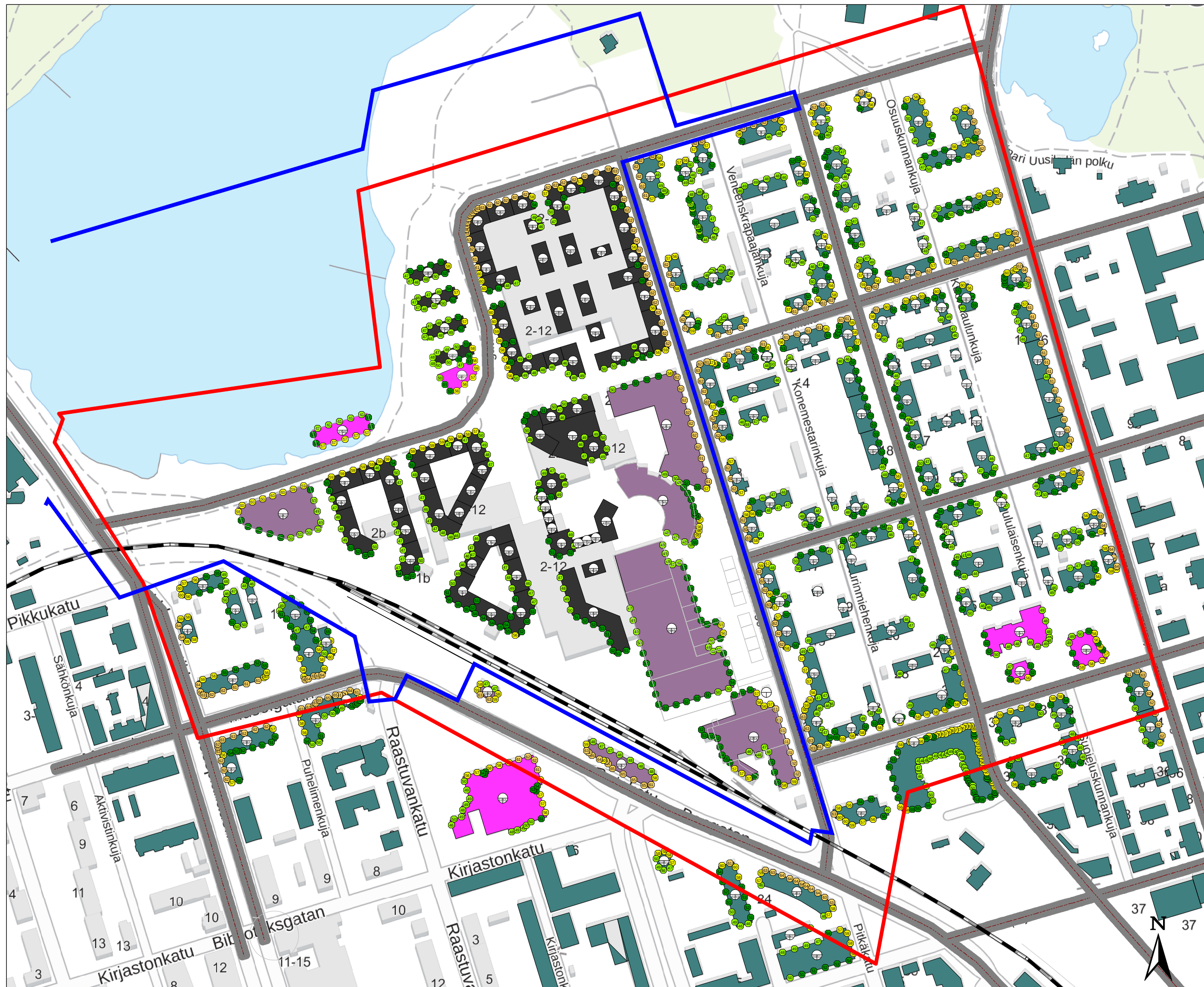
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- Tuleva rakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Olemassa oleva rakennus

Muut selitteet

- Tarkastelualue
- Kaavan suunnittelualue

Mittakaava 1:3000 (A3)
Päivämäärä: 20.04.23
CadnaA 2022 -melulaskentaohjelma
Nordic Prediction Method
Laatinut: Vesa Vähäkuopus



Liite 5 ennustetilanne 2040

**Asemakaavamuutoksen
(1125, Vöyrinkaupunki)
liikennemeluselvitys**

Vaasan kaupunki

Liikenteen aiheuttama melun
leviäminen

Laskentatilanne:

Päivä ja yöajan julkisivuille
kohdistuvat melutasot.

Päivätaso määräävä.
Julkisivuilla esitetty
seinäosittain suurin taso.

Rakennuksen keskellä esitetty
rakennuksen julkisivuille
kohdistuvat suurimmat päivä- ja
yöajan melutasot.

- Tuleva rakennus
- Liike- tai julkisen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Olemassa oleva rakennus

Muut selitteet

- Tarkastelualue
- Kaavan suunnittelualue

Mittakaava 1:3000 (A3)
Päivämäärä: 20.04.23
CadnaA 2022 -melulaskentaohjelma
Nordic Prediction Method
Laatinut: Vesa Vähäkuopus

