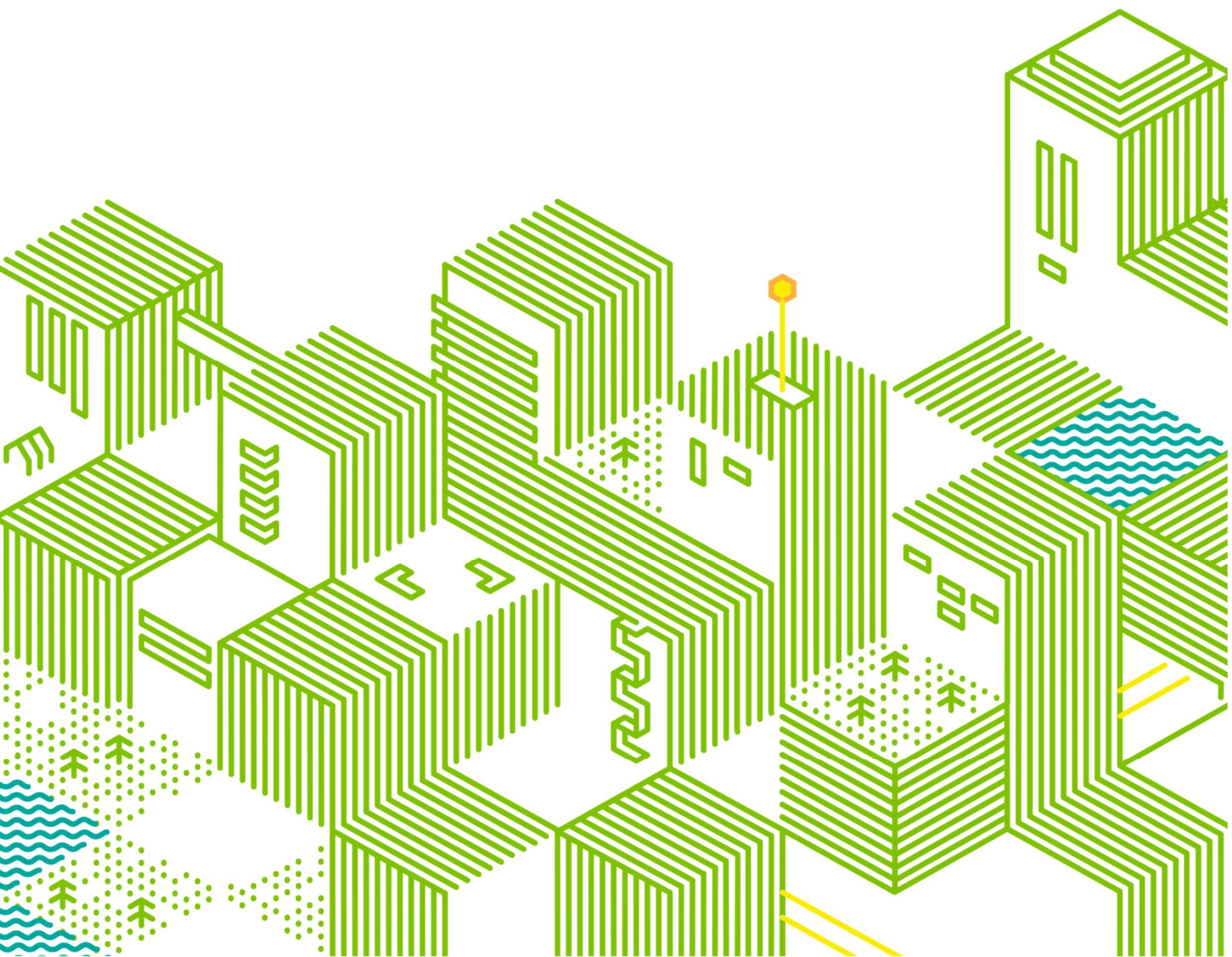


Kotkan sisääntulotien alueen melu-, tärinä- ja runkomeluserelvitys

Päiväys
Tilaaja

6.2.2020
Kotkan kaupunki



Sisällys

1	Lähtökohdat.....	2
2	Melu	3
2.1	Melutason ohjearvot.....	3
2.2	Laskennallinen meluserivitys	4
	Melulaskentamalli.....	4
	Melulaskennan maastomalli.....	4
	Käytetyt liikennetiedot.....	4
2.3	Tulokset.....	6
3	Tärinä.....	10
3.1	Tärinän häiritsevyys	10
3.2	Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta	11
3.3	Liikennetiedot.....	12
3.4	Maaperä	12
3.5	Laskennallisen arvioinnin periaatteet	12
3.6	Laskennallisen arvion tulokset.....	13
3.7	Tärinämittaukset.....	14
4	Runkomelu.....	15
4.1	Selvityspäätökset ja ohjearvot.....	15
4.2	Tulokset.....	17
5	Johtopäätökset sekä suositukset jatkotoimenpiteiksi.....	19
5.1	Melu	19
5.2	Tärinä	21
5.3	Runkomelu.....	21
6	Lähteet	21

LIITTEET

Liite 1.1	Tavoiteverkko 2040 ja uusi maankäyttö, päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq7-22}$
Liite 1.2	Tavoiteverkko 2040 ja uusi maankäyttö, yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq22-7}$
Liite 2.1	LiikennetiedotKAVL Nykytila
Liite 2.2	Liikennetiedot KAVL Tavoiteverkko 2040
Liite 3	Nopeusrajoitukset (2018)
Liite 4	Tärinän suojavyöhykkeet
Liite 5	Runkomelun suojavyöhykkeet

2 Melu

2.1 Melutason ohjearvot

Ympäristömelun kuvaamiseen käytetään yleisimmin keskiäänitasoa L_{Aeq} (ekvivalenttitasoa), jossa hetkittäiset äänen voimakkuuden vaihtelut on tasoitettu ja erikorkuiset osatäännet 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

Ulko-oleskelualueille sovellettavan yöajan ohjearvon suuruus määräytyy sen mukaan, tulkitaanko suunnittelualue ns. vanhaksi vai uudeksi kohteeksi. Ympäristöministeriön mukaan uudella alueella tarkoitetaan pääsääntöisesti vähintään korttelin kokoista aluetta, jolla on ennestään hyvin vähän tai ei lainkaan asuinrakennuksia, jolle luodaan uutta infrastruktuuria ja jolla laajennetaan kaavoitettua aluetta tai luodaan uutta. Tulkintaan vaikuttaa lisäksi alueen sijainti muihin alueisiin nähden [2].

Nyt tarkasteltavalla alueella osaa kohteista tulkittaneen ns. vanhoiksi ja osaa uusiksi alueiksi.

2.2 Laskennallinen meluserivitus

Melulaskentamalli

Osana työtä on laadittu laskennallinen meluserivitus tie-, katu- ja raideliikenteen melun leviämistä kaava-alueella.

Melulaskennat on tehty DataKustik CadnaA 2019 -melunlaskentaohjelman pohjoismaisella tie- ja raideliikennemelun laskentamalleilla [3], [4]. Selvityksessä on laskettu päivä- ja yöajan keskiäänitasot (L_{Aeq}) kaava-alueelle.

Tärkeimmät laskenta-asetukset melulaskennassa:

- Laskentaruudun koko 5 x 5 metriä
- Meluvyöhykkeiden laskentakorkeus 2 metriä.
- Laskentasäde 800 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 ± 3 -5 dB.

Melulaskennan maastomalli

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

Maastomallina on hyödynnetty Kotkan keskustan osayleiskaavatyön [5] yhteydessä laadittua melumallia. Melumalli on muodostettu Kotkan kaupungin numeerisen kantakartta-aineiston perusteella. Tulevan maankäytön osalta malliin on upotettu Läntinen sisääntulotie uusine yhteyksineen, Satamakadun uusi linjaus sekä kortteleiden 207,208 ja 209 viitesuunnitelman mukaiset uudet rakennusmassat ja pihatason [6]. Niiltä osin kuin asemakaavaluonnos mahdollistaa uutta rakentamista, mutta rakennusmassoista ei ollut tarkempaa suunnitelmaa, mallinnettiin rakennusmassoitelu ennustetilanteessa rakennusala mukailien (esimerkiksi kortteli 127).

Uusien rakennusten korkeus on määritetty kerrosluvun mukaan.

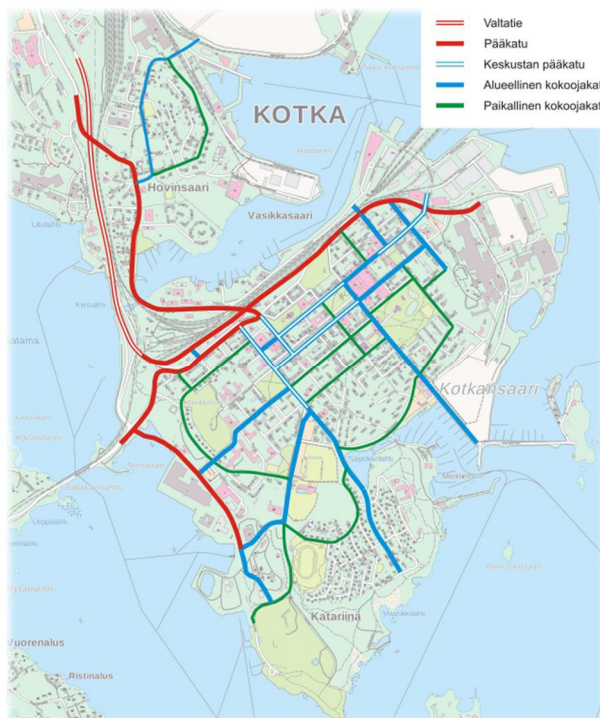
Kadut, rautatiet, rakennukset ja vesistö on mallinnettu akustisesti kovina alueina ($\alpha = 0$).

Käytetyt liikennetiedot

Tie- ja katuliikenne

Melulaskennoissa melulähteenä on huomioitu kaava-alueen kadut siltä osin kuin ne on esitetty osayleiskaavatyön yhteydessä laaditussa liikennesuunnitelmassa [7] sekä alueen rataverkko. Ennustetilanteen 2040 laskennat tehtiin tilanteessa, jossa keskustan katuverkko on ns. tavoiteverkon mukainen.

Kaava-alueen tavoitetilanteen mukainen katuhierarkialuonnos on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kotkan katuverkon tavoitehierarkia 2040 (Sitowise Oy ja Strafica Oy 2017)

Laskennoissa käytetyt liikennemäärät ja raskaan liikenteen osuudet on esitetty liitteissä 2.1-2.3. Mikäli liikennemäärä korttelivälissä vaihtuu ja muutoksen vaikutus lähtömelutasoon on erittäin pieni, on koko korttelivälille käytetty suurempaa liikennemäärää. Mikäli korttelivälille on esimerkiksi ilmoitettu liikennemääräksi 1600 ja 1700 ajoneuvoa vuorokaudessa, on koko korttelivälille käytetty liikennemääränä 1700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tie- ja katuverkon liikenteestä 90 % on oletettu tapahtuvan päiväaikaan klo 7-22.

Nopeusrajoitukset ovat nykytilanteen mukaiset ja ne on esitetty liitteessä 3. Läntisen sisääntulotien ja Satamakadun uuden linjauksen nopeuksina on käytetty 40 km/h.

Raideliikenne

Raideliikenteen lähtötietoina on käytetty Vr Track Oy:lta saatuja tietoja [8]. Ennustevuoden 2035 liikennemääriä on käytetty sellaisenaan vuoden 2040 laskennoissa. Laskennoissa käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Raideliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot

Tyyppi	Klo 7-22		Klo 22-7		Pituus,	Nopeus,
	2018	2040	2018	2040	m	km/h
Mussalo						
T	12	12	9	10	500	30
Kantasatama						
T	-	-	1	-	400	30
Sm1/2	8	10	2	2	53	30

T suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat

Sm1/2 Sm1 ja Sm2 paikallisliikenteen sähkömoottorijunat

2.3 Tulokset

Melulaskennalla selvitettiin päivä- ja yöajan keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ ja $L_{Aeq,22-7}$ selvitysalueelle. Laskennat tehtiin nykytilanteessa (nykyinen maankäyttö) ja vuoden 2040 ennustetilanteessa (tavoiteverkko ja uusi maankäyttö).

Laskentojen tulokset on esitetty raportin kuvissa 3-9 ja liitteissä 1.1-1.2. Keskiäänitasoalueet on esitetty 5 dB portain vaihtuvina värialueina. Esimerkiksi 50–55 dB keskiäänitasoalue on väriltään tummanvihreä.

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot nykyisellä liikenteellä ja nykyisellä maankäytöllä.

Kuva 3. Päiväajan keskiäänitasot $L_{Aeq7-22}$ nykytilanteessa.

Nykytilanteessa selvitysalueen päiväajan keskiäänitaso vaihtelee noin välillä 44–70 dB (kuva 3).



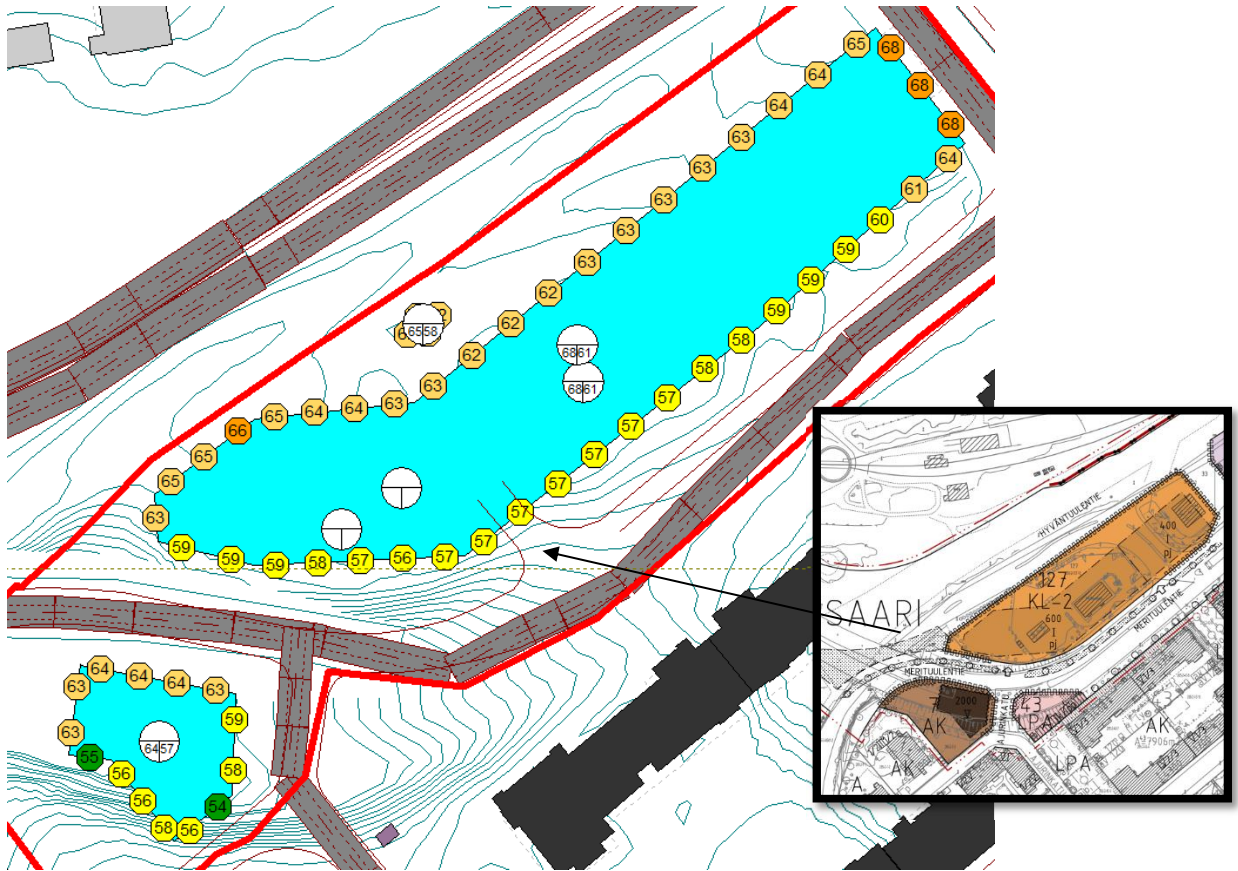
Kuva 4. Yöajan keskiäänitasot $L_{Aeq22-7}$ nykytilanteessa.

Yöllä keskiäänitaso kaava-alueella on enimmillään noin 60 dB (kuva 4).

Ennustetilanteessa maankäyttö muuttuu merkittävästi sekä rakennusmassojen että liikennejärjestelyjen osalta. Liitteissä 1.1-1.2 on kuvattu päiväajan ja yöajan keskiäänitasot suunnittelualueella laskentakorkeudella mp+ 2m (pihataso) ennustetilanteessa 2040 (tavoiteverkko ja uusi maankäyttö).

Laskennan mukaan ennustetilanteessa 2040 päiväaikaisen keskiäänitason vaihteluväli kaava-alueella on sama kuin nykytilanteessa eli noin 44-70 dB, mutta maankäytön voimakkaasta muutoksesta johtuen hiljaisemmat ja meluisammat alueet sijaittavat paikoin eri alueille (liite 1.1, kuva 3). Sama muutos on havaittavissa yöajan keskiäänitasoissa (liite 1.2., kuva 4).

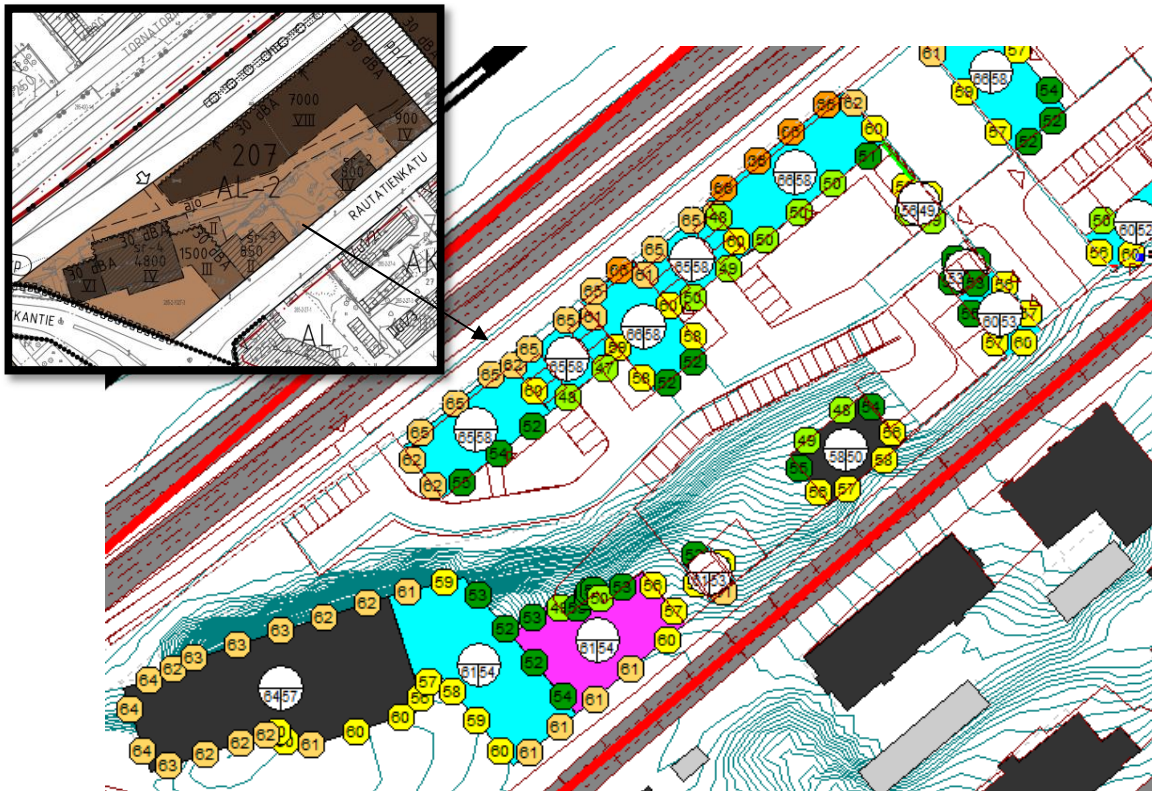
Kuvissa 5-9 on esitetty rakennusten julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot ennustetilanteessa 2040. Julkisivulaskentatuloksia käytetään ulkovaipalle annettavien äänitasoeroaatiusten muodostamisessa ja parvekkeiden toteutusmahdollisuuksien arvioimisessa. Kuvissa rakennusten keskellä olevissa valkoisissa ympyröissä on esitetty vasemmalla rakennukseen kohdistuva korkein päiväaikainen keskiäänitasoluku ja oikealla korkein yöaikainen keskiäänitasoluku. Sisämelun ohjearvojen kannalta päiväajan keskiäänitasot ovat alueella suunnittelua ohjaavia, mistä syystä tulokset on esitetty laskentapistekohtaisesti (julkisivuilla olevat värilliset yksilukupallot) ainoastaan päiväajalle.



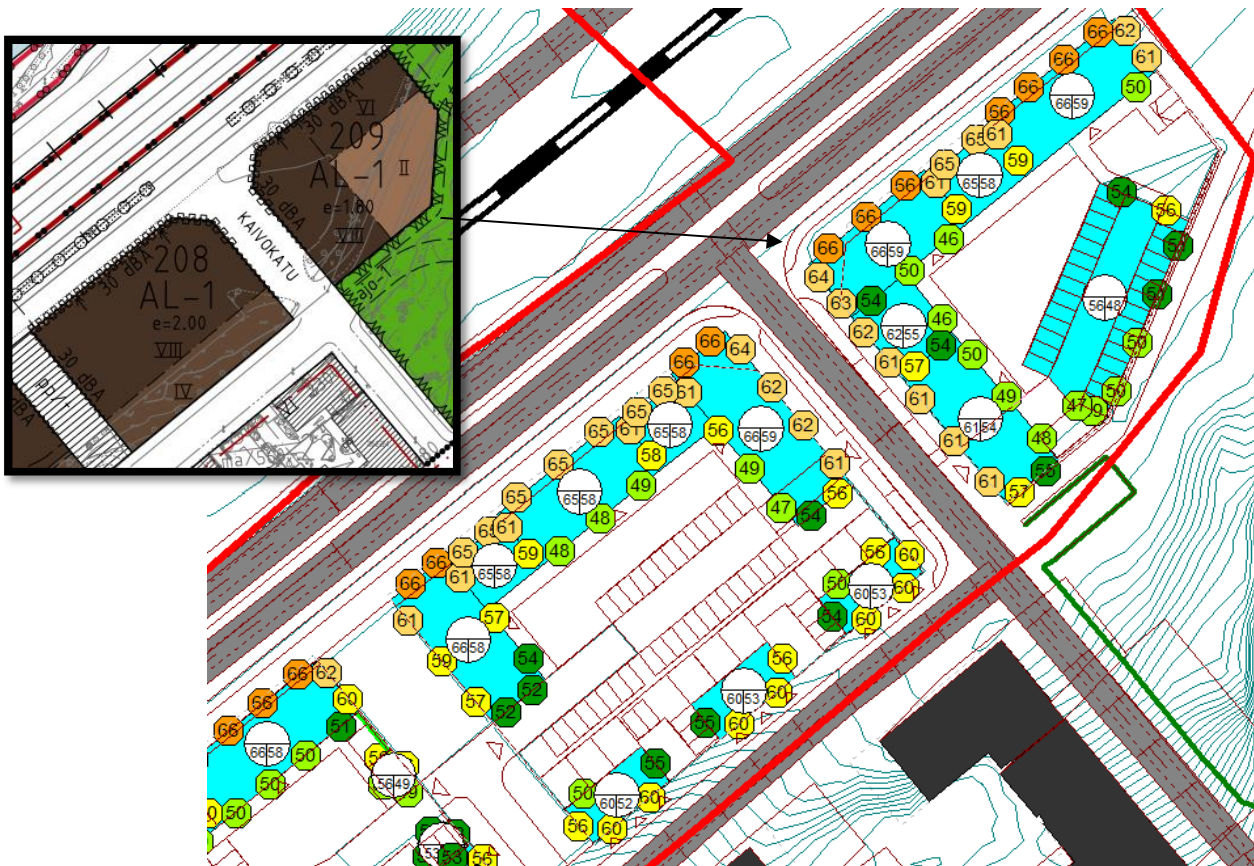
Kuva 5. Päiväajan julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot v. 2040, korttelit 7 ja 127



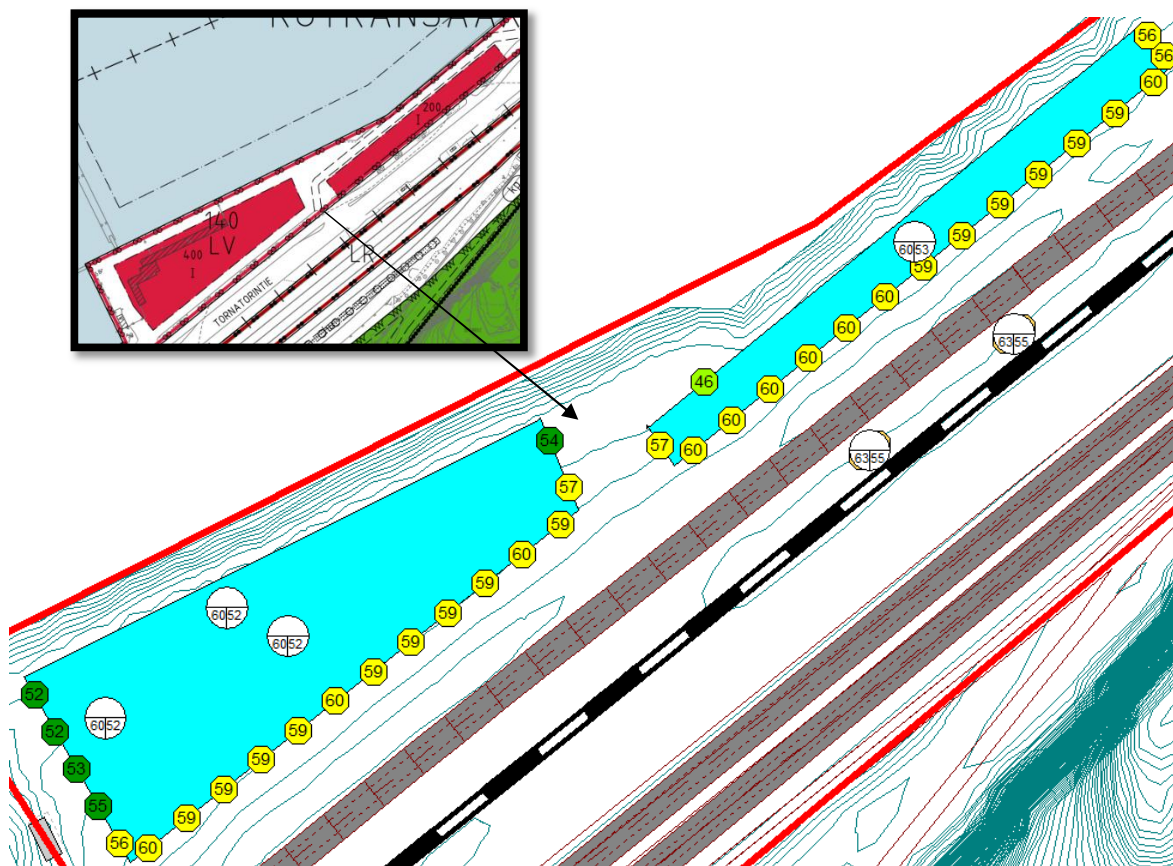
Kuva 6. Päiväajan julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot v. 2040, kortteli 28



Kuva 7. Päiväajan julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot v. 2040, kortteli 207



Kuva 8. Päiväajan julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot v. 2040, korttelit 208 ja 209



Kuva 9. Päiväajan julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot v. 2040, kortteli 140

Laskentojen tuloksia on analysoitu kappaleessa 5.

3 Tärinä

3.1 Tärinän häiritsevyys

Tärinän 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

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 värinän 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 värinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

1. Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiirisiin laskentakäytännöihin.
2. Tarkennettu värinämittauksiin 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 3. tarkastelutason mukaisesti.

3.2 Värinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta

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

Taulukko 5. Värinäalttiusluokat rakenteiden värinän arvioinnin kannalta.

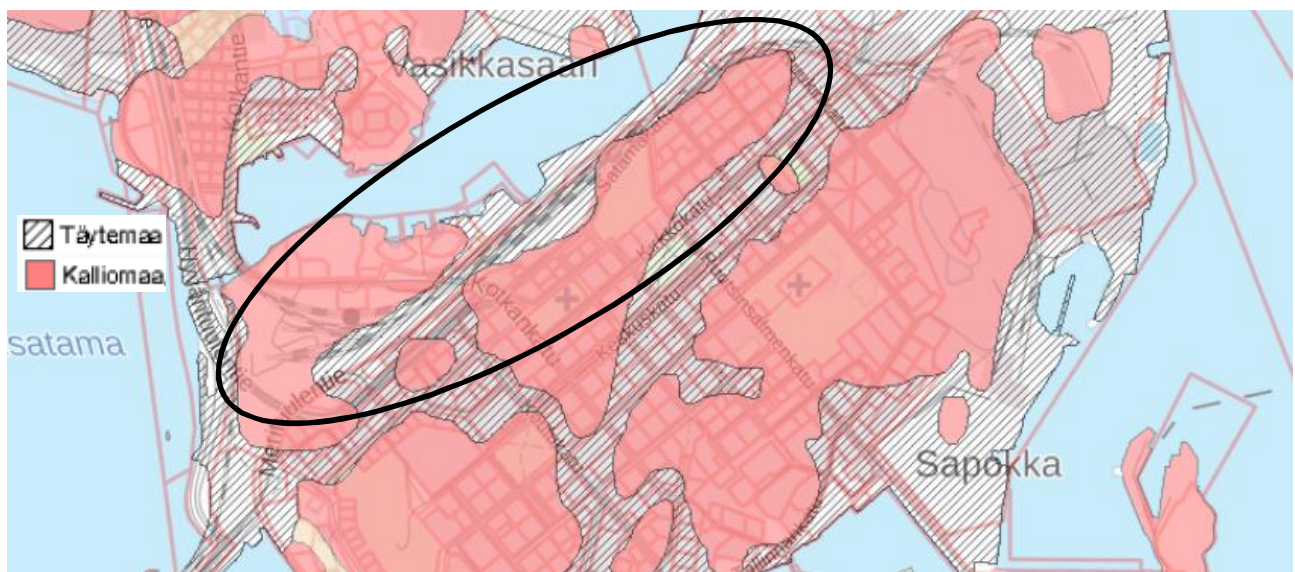
Tärinä-alueet	Kuvaus	Hallitseva taajuus, Hz	Värähtely v_{max} mm/s
V	Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän värinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille	alle 10 10...20 20...50 yli 50	3 4,2 6 7,2
H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Värinä 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	Värinä 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

3.3 Liikennetiedot

Liikennetiedot on saatu VR Track Oy:ltä (Maija Vehkalahti, 9.2.2018). Tietojen perusteella alueella liikennöivän raskaimman tavarajunan massa on 1050 tonnia ja tavaraliikenteen mitoittavana ajonopeutena on käytetty 30 km/h.

3.4 Maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen Geokarttojen mukaan suunnittelualueen maaperä on kalliota ja täyttömaata (Kuva 10). Joulukuussa 2019 suoritettujen värinämittausten yhteydessä maaperässä havaittiin olevan vaihtelua.



Kuva 10. Selvitysalueen (ympyröity mustalla) maaperä on täyttöä ja kalliota.

3.5 Laskennallisen arvioinnin periaatteet

Tärinän leviämistä asemakaava-alueelle tutkittiin VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* ja myöhemmin julkaisussa *Liikennetärinä: Alueiden värinäkarttoitus ja rakenteiden esitetyn laskentamallin avulla* excelillä. Laskentamalli on likimääräismenettelmä, jossa oletetaan vaak- ja pystysuuntaiset värähtelyt yhtä suuriksi.

Laskentamallin avulla voidaan huomioida radalla liikkuvan kaluston ominaisuudet (massa, nopeus), maaperän ominaisuudet sekä raiteiston kunnon vaikutus värinään. 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 värinän pystyheilähdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä.

$v_{z,15}$ = pystysuora vertailuheilähdusnopeus 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 värinää on arvioitu julkaisun mukaisesti seuraaviin suurennuskertoimiin perustuen:

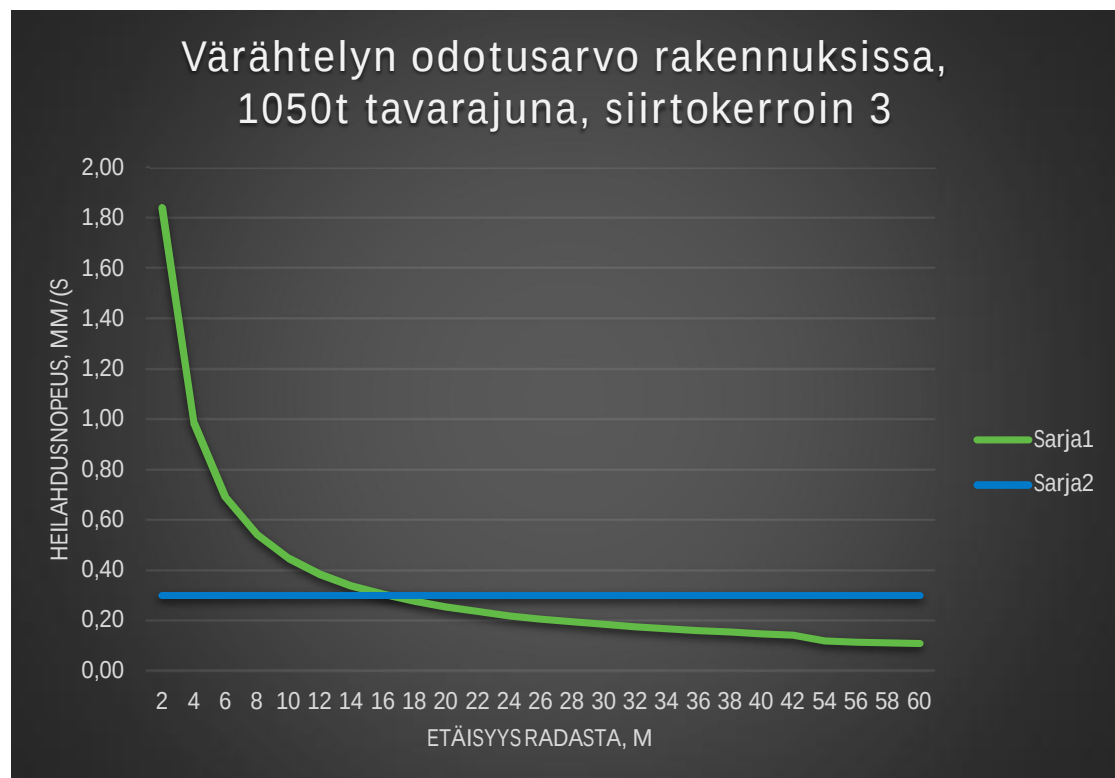
Taulukko 6. Suurennuskertoimet (VTT-R-04703-14)

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 rakennusosakohtaisella suurennuskertoimella

3.6 Laskennallisen arvion tulokset

Laskentatuloksena muodostettu värähtelyn odotusarvo rakennuksissa esitetään kuvassa 11. Liitteessä 4. on esitetty laskentojen perusteella määritetyt suojaetäisyydet (6- 16 m) etäisyyksille radasta.



Kuva 11. Värähtelyn leviämislaskennan tulokset.

Laskentatulosten perusteella kaava-alueella ei ole värinästä aiheutuvia rajoitteita rakentamiselle perustuen uusien rakennusten värähtelyluokituksen tasoon 0,30 mm/s. Laskentojen perusteella suojaetäisyydet radasta ovat 6-16 m.

3.7 Värinämittaukset

Alueella toteutettiin värinämittaukset 8 mittauspisteestä 17-27.12.2019. Mittaukset toteutti Sitowise Oy:n alikonsulttina Suomen Louhintakonsultit Oy, jossa yhteyshenkilönä toimi Juha Tuovinen.

Maaperäkartojen perusteella maaperä mittauspisteiden kohdalla oli pääasiassa täyttöä. (Kuva 10).

Mittauspisteiden sijainnit esitetään kuvassa 12.



Kuva 12. Värinämittauspisteiden sijainnit.

Tulosten perusteella mittauspisteessä MP01 tärinän tunnusluku on 0,23 (Vert /RMS). Tulosten perusteella mittauspisteessä L101 tärinän tunnusluku on 0,07 (Vert /RMS). Mittauspisteessä L102 tärinän tunnusluku on 0,04 (Vert /RMS). Mittauspisteessä L201 tärinän tunnusluku on 0,09 (Vert /RMS). Mittauspisteessä L301 tärinän tunnusluku on 0,10 (Vert /RMS). Mittauspaikalla MP02 tuli vain yksi varma junaliikenteen mittaustulos ja sekin oli alhaisin mahdollinen mitattava. Mittauspaikalla MP03 ei käytännössä ollut havaittavissa raideliikenteen herätteeseen sopivaa tärinää. Mitattu tärinä on todennäköisesti Satamakadun autoliikenteen aiheuttamaa (mittauksen aikana oli useita rekan ohituksia). Tärinämittaustulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Mittaustulokset mittauspisteittäin

Mittauspiste	Tärinän rataa vastaan (Long) oleva vaakakomponentti (X) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Tärinän pystysuuntainen (Vert) komponentti (Z) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Tärinän radan suuntaan (Trans) oleva vaakakomponentti (Y) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Etäisyys rataan m	Hallitseva taajuus Hz
MP01	0,30	0,23	0,24	30	31-37
L101	0,09	0,07	0,10	30	18-20
L102	0,05	0,04	0,03	50	16-18
L201	0,14	0,09	0,12	30	31-38
L202	0,11	0,03	0,08	50	45-54
MP02	-	-	-	-	-
L301	0,10	0,10	0,19	30	28-32
MP03	-	-	-	-	-

Mitatun tärinän maksimitasot (v_{max}) olivat enimmillään 1,28 mm/s (MP01 Long/ v_{max}). Tuloksissa oli vaihtelua, joka viittaa hiekkakentän alapuolisen maaperän vaihteluun.

4 Runkomelu

4.1 Selvityisperiaatteet ja ohjearvot

Selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* esitetyn arviointitasen 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: tavarajuna, nopeus 30 km/h, väylän kunto on hyvä, ei tärinäeristystä ja kyseessä on avorata.

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

- Liikennettä (junatyyppi, nopeus, ajoneuvon ominaisuudet)
- Väylän kuntoa
- Radan eristämiskäisuja
- 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 • luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä • muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
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: *Maa-peräisen runkomelutason L_{pm} ohjearvo on 30 dB ja avoradoilla 35 dB.*

o Käytetyt korjaustekijät

Arvioinnissa käytettiin seuraavia korjaustekijöitä ΔL_v :

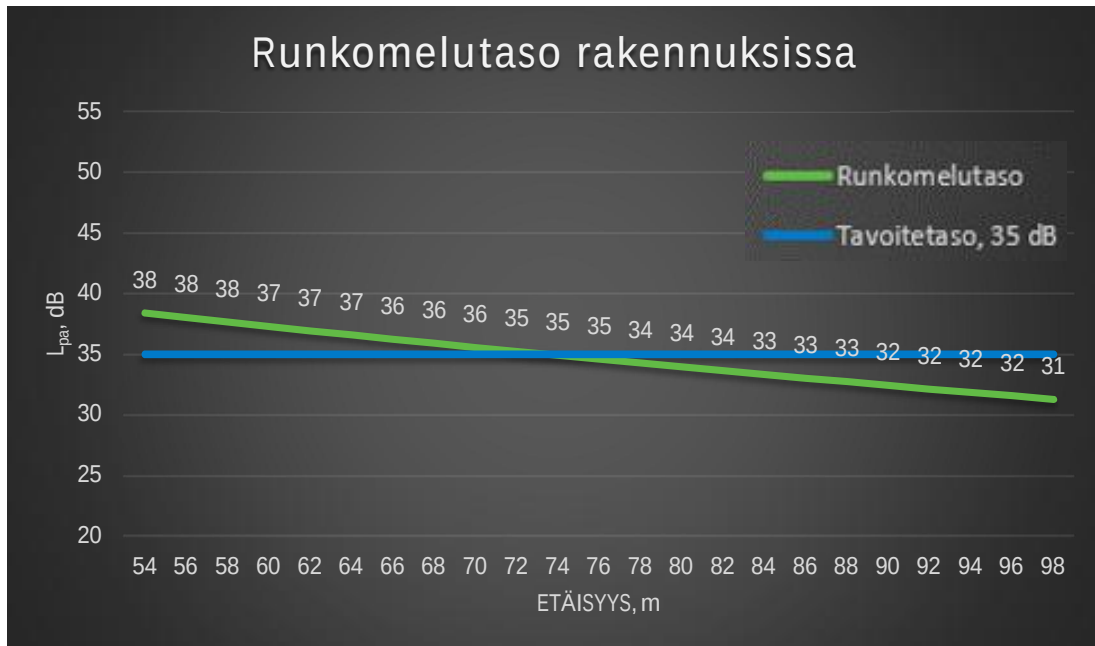
Taulukko 9. Käytetyt korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	Lukuarvo, [dB]
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	+11 dB
Ajonopeus	30 km/h	-10 dB
Kaluston ominaisuudet	Normaali jousitus	0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoinen rata (sileät kiskot, ei epäjatkuvuuksia)	0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä (300-400mm se- pelikerros)	0 dB
Väylän sijainti	Avorata/Kalliotunneli	0 dB
Rakennuksen tyyppi	Perustus kalliolle/ puutalo/ kerrostalo	0-10 dB
Rakenneosien resonanssi	Vakiokorjaus	+ 6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	- 28 dB
Muutos A-painotetuksi äänenpainetasoksi	Kallio, täyttö	-35 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokor- jaus	+ 6 dB

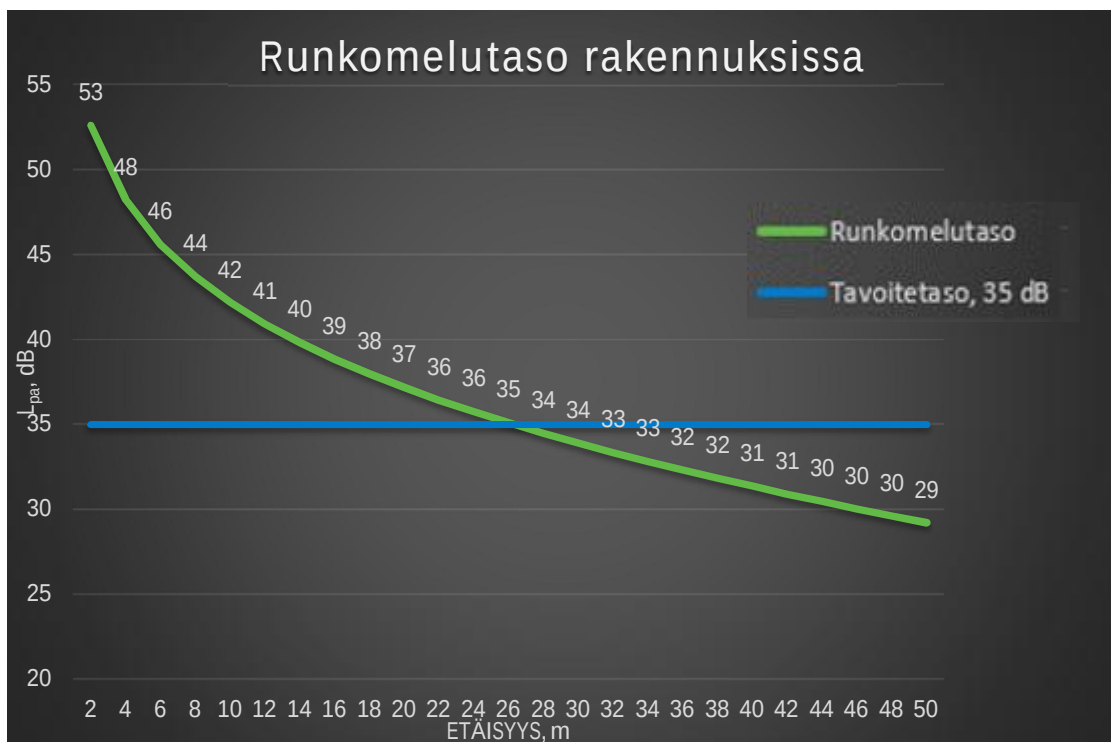
4.2 Tulokset

Kuvissa 13 ja 14 esitetään laskennallisen runkomeluarvion tulokset nopeuksilla 1 kerroksiselle rakennukselle kalliolle rakennettuna (kuva 13) ja kerrostalolle täyttömaalle laskettuna (kuva 14).

Liitteessä 5 on esitetty runkomelun suojaetäisyydet. Suojaetäisyys vaihtelee 76 m ja 26 metrin välillä uusille asuinrakennuksille.



Kuva 13. Uusi 1 krs rakennus kalliolle rakennettuna.



Kuva 14. Runkomelutaso rakennuksissa (uusi asuinkerrostalo täyttömaalla).

Laskennallisen runkomeluarvioin perusteella ei havaittu runkomelusta aiheutuvaa tavoitetason 0,35 dB ylitystä tarkastelluilla alueilla (kortteleissa 7 (AK), 127 (KL-2), 28 (AL-3), 207 (AL-2), 208 (AL-1) ja (209) sekä LV-alueen rakennusalat.).

5 Johtopäätökset sekä suositukset jatkotoimenpiteiksi

5.1 Melu

Kotkan sisääntulotien alueen asemakaavan muutostyöhön liittyvässä meluserveyksessä on tutkittu nykytilanteen ja ennustevuoden 2040 tie-, katu- ja raideliikenteen melualueet kahden metrin korkeudella maanpinnasta. Lisäksi on tarkasteltu julkisivuihin kohdistuvia keskiäänitasoja ja arvioitu suositukset ääneneristävyyden vaatimukselle (kuva 10) sekä määritelty mahdollisten parvekkeiden lasituksen tarve. Tarkastellut korttelit ovat 7 (AK), 127 (KL-2), 28 (AL-3), 207 (AL-2), 208 (AL-1) ja 209 (AL-1) sekä 140 LV-alueen rakennusalat.

Kortteli 7 (AK)

Korttelissa 7 piha-alueiden keskiäänitasot ovat päiväaikaan alle 55 dB ja yöaikaan alle 45 dB tontin pohjoisosassa (Liitteet 1.1-1.2). Kiinteistölle ei ollut käytettävissä ennustetilanteen pinnantasausta ja maastonmuodot tulevat todennäköisesti muuttamaan voimakkaasti nykytilanteesta, joten tälle kiinteistölle on suositeltavaa tehdä jatkosuunnittelussa tarkempi meluserveys, jotta voidaan varmistua oleskelualueiden keskiäänitasojen täyttävän melutason VNp ohjearvot 933/1992.

Laskentojen perusteella julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat korkeimmillaan päiväaikaan 64 dB ja yöaikaan 57 dB, jolloin sisämelutason päiväajan 35 dB ja yöajan 30 dB ohjearvot eivät ylitä melualueille asetetulla vähimmäisääneneristävyydellä ΔL 30 dB, jolloin erillistä ulkovaipan ääneneristävyyden vaatimusta ei ole mallinnuksen perusteella tarpeen asettaa. Mahdolliset parvekkeet on laskentojen perusteella lasitettava. (Kuva 5).

Kortteli 127 (KL-2)

Kortteli on osoitettu liikerakennusten korttelialueeksi, jolloin melulta suojattuja ulko-oleskeluita ei ole tarpeen toteuttaa. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot ovat korkeimmat (68 dB) korttelin osassa, joka on osoitettu polttoainejakeluasemalle, muihin julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat korkeintaan 64 dB. Kortteliin ei ole osoitettu asumista tai muita herkkiä toimintoja, joten erityistä ääneneristävyyden vaatimusta ei ole tarpeen asettaa. (Liite 1.1-1.2, Kuva 5).

Kortteli 28 (AL-3)

Kortteli on osoitettu asuin-, liike- ja toimistorakentamiselle. Mallinnuksen perusteella korttelin sisäpihalle muodostuu päiväaikaisen ohjearvon 55 dB ja yöaikaisen ohjearvon 45 dB täyttävä oleskelualue (liitteet 1.1-1.2.). Julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan korkeimmillaan 64 dB ja yöaikaan 57 dB, jolloin erillistä ääneneristävyydsvaatimusta ei ole tarpeen asettaa. Muualle kuin sisäpihalle avautuvat mahdolliset parvekkeet on laskentojen perusteella lasitettava. (Kuva 6).

Kortteli 207 (AL-2)

Kortteli on osoitettu asuin-, liike- ja toimistorakentamiselle. Mallinnuksen perusteella korttelin sisäpihalle muodostuu päiväaikaisen ohjearvon 55 dB ja yöaikaisen ohjearvon 45 dB täyttävä oleskelualue (liitteet 1.1-1.2.). Julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan korkeimmillaan 66 dB ja yöaikaan 58 dB, jolloin suositus ääneneristävyyden vaatimukselle on 61 dB Satamakadun puoleisille julkisivuille, muille julkisivuille ei ole tarpeen asettaa erityistä vaatimusta. Muualle kuin kohtisuoraan kaakkoon sisäpihalle avautuvat mahdolliset parvekkeet on laskentojen perusteella lasitettava. (Kuva 7).

Kortteli 208 (AL-1)

Kortteli on osoitettu asuin-, liike- ja toimistorakentamiselle. Mallinnuksen perusteella korttelin sisäpihalle muodostuu päiväaikaisen ohjearvon 55 dB ja yöaikaisen ohjearvon 45 dB täyttävä oleskelualue (liitteet 1.1-1.2.). Julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan korkeimmillaan 66 dB ja yöaikaan 59 dB, jolloin suositus ääneneristävyyden vaatimukselle on 61 dB Satamakadun puoleisille julkisivuille, muille julkisivuille ei ole tarpeen asettaa erityistä vaatimusta. Muualle kuin kohtisuoraan kaakkoon sisäpihalle avautuvat mahdolliset parvekkeet on laskentojen perusteella lasitettava. (Kuva 8).

Kortteli 209 (AL-1)

Kortteli on osoitettu asuin-, liike- ja toimistorakentamiselle. Mallinnuksen perusteella korttelin sisäpihalle muodostuu päiväaikaisen ohjearvon 55 dB ja yöaikaisen ohjearvon 45 dB täyttävä oleskelualue (liitteet 1.1-1.2.). Julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan korkeimmillaan 66 dB ja yöaikaan 59 dB, jolloin suositus ääneneristävyyden vaatimukselle on 61 dB Satamakadun puoleisille julkisivuille, muille julkisivuille ei ole tarpeen asettaa erityistä vaatimusta. Muualle kuin sisäpihalle avautuvat mahdolliset parvekkeet on laskentojen perusteella lasitettava. (Kuva 8).

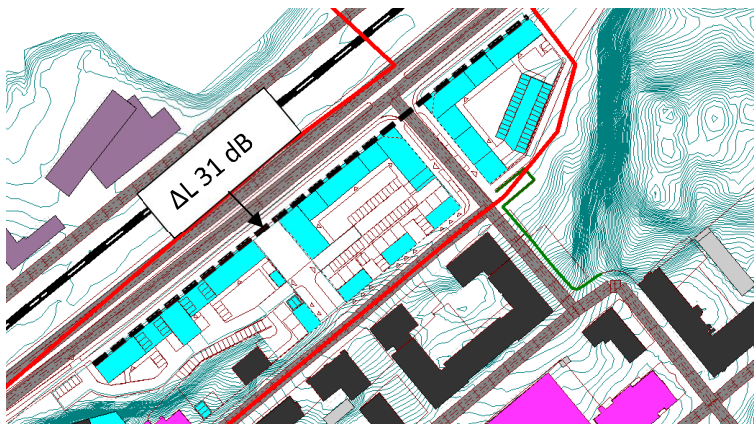
Kortteli 140 (LV)

Kortteli on venesatamaa. Alue on osoitettu satamaa palvelevia rakennuksia varten (saunat, ravintolat jne). Mallinnettujen viitteellisten rakennusten rannan puolelle muodostuu oleskeluun soveltuvia alueita, joilla keskiäänitaso alittaa taajamissa oleville virkistysalueille sovellettavat ohjearvot. Mikäli rakennusmassat tuodaan niin lähelle sisääntulotietä kuin rakennusala sallii, julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan 60 dB ja yöllä 52 dB. Rakennusten julkisivujen ääneneristävyydelle ei kohdistu käyttötarkoituksen perusteella erityistä ääneneristävyyden vaatimusta. (Liitteet 1.1-1.2, Kuva 9).

Yhteenveto suosituksista ulkovaipan ääneneristävyyksivaatimuksille

Tarkastellut korttelit ovat 7 (AK), 127 (KL-2), 28 (AL-3), 207 (AL-2), 208 (AL-1) ja 209 (AL-1) sekä 140 LV-alueen rakennusalat

Kuvassa 10 on merkitty mustalla katkoviivalla julkisivut, joille on suositeltavaa osoittaa ulkovaipan ääneneristävyyden vaatimus ΔL 31 dB.



Kuva 10. Suositukset ääneneristävyyden vaatimuksille. Mustalla katkoviivalla osoitettu julkisivut, joilla melualueille asetettu ulkovaipan ääneneristävyyden minimivaatimus ΔL 30 dB ei ole riittävä.

5.2 Värinä

Laskentatulosten perusteella kaava-alueella ei ole värinästä aiheutuvia rajoitteita rakentamiselle perustuen uusien rakennusten värähtelyluokituksen tasoon 0,30 mm/s. Laskentojen perusteella suojaetäisyydet radasta ovat 6-16 metriä.

Mittausten perusteella värinän tunnusluku mittauspäikällä 1, noin 30 metrin päässä radasta oli 0,23 mm/s. Laskentatulosten ja mittausten perusteella kaava-alueella ei ole värinästä aiheutuvia rajoitteita rakentamiselle perustuen uusien rakennusten värähtelyluokituksen tasoon 0,30 mm/s. Luokituksen mukaan tämä tarkoittaa että 15 % ihmisistä voi kokea värinän häiritseväksi.

Resonanssin merkitys on suurin pehmeillä maa-alueilla, jolloin maaperän värähtelyn energia esiintyy hyvin kapealla taajuuskaistalla, joka voi sattuua rungon tai lattian ominaistaajuuden alueelle. Kovissa maaperissä värähtelyssä hallitsevat yli 10 Hz taajuudet ja värähtely on laajakaistaista. Silloin vaakavärähtely ei yleensä voimistu rungossa ($k_B = 1,0$) ja lattiaosakin voimistumisen voidaan olettaa vähäiseksi ($k_B = 1,5$). Rakennukseen siirtyvä värähtely tulee kuitenkin aina olettaa vähintään samansuuruiseksi kuin maaperässä, vaikka todellisuudessa värähtely voikin jossain määrin vaimeta rakennukseen siirtyessään. Kohteessa tehtyjen mittausten tulosten perusteella voidaan olettaa, että merkittävää vahvistumista ei ole odotettavissa.

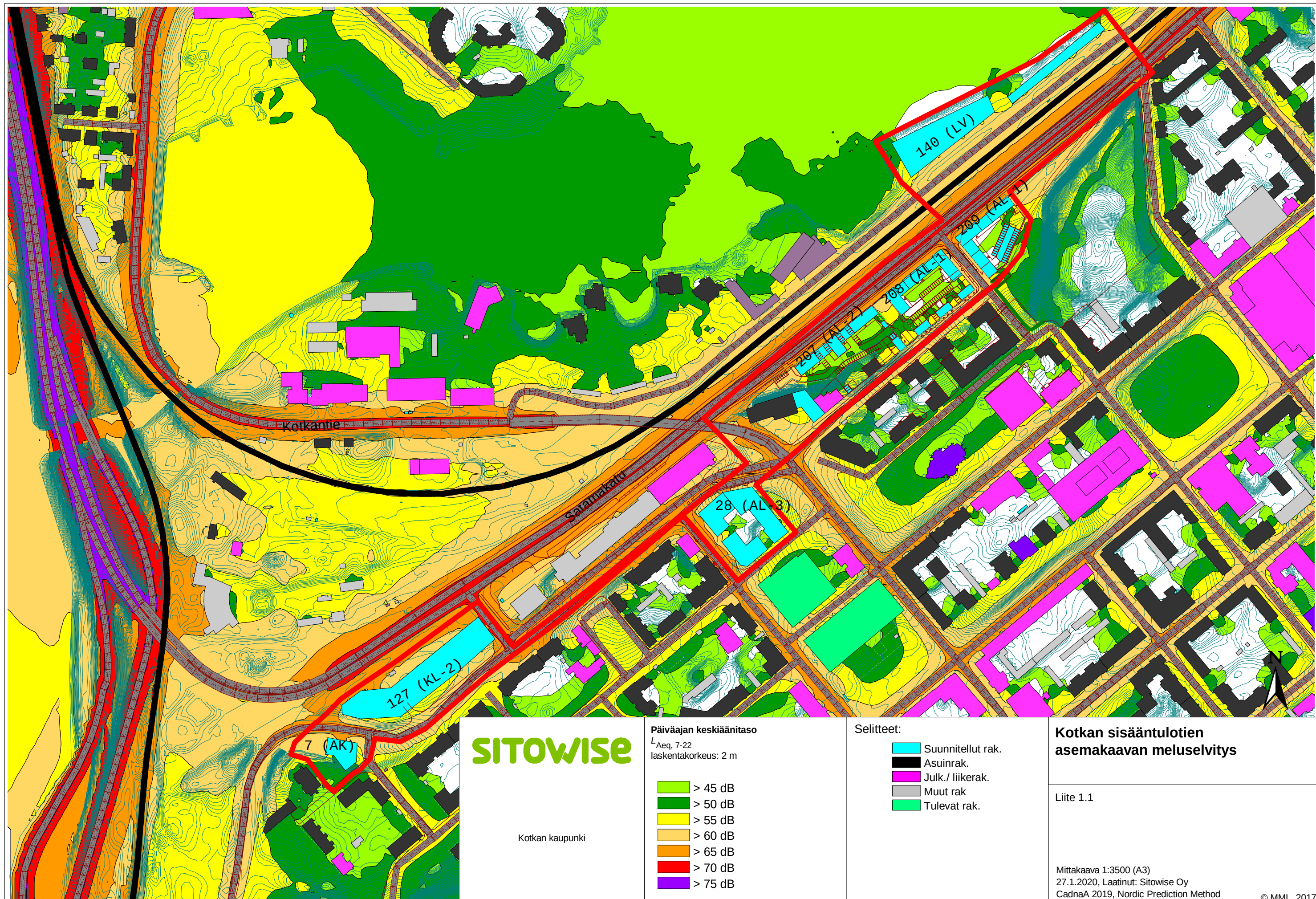
5.3 Runkomelu

Laskennallisen runkomeluarvioin perusteella ei havaittu runkomelusta aiheutuvaa tavoitetasoa 0,35 dB ylitystä tarkastelluilla alueilla (kortteleissa 7 (AK), 127 (KL-2), 28 (AL-3), 207 (AL-2), 208 (AL-1) ja (209) sekä LV-alueen rakennusalat).

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

6 Lähteet

- [1] 0178 Sisääntulotien asemakaavaluonnos, 2.9.2019.
- [2] Melun ja värinän torjunta maankäytön suunnittelussa, Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuk- sen opas 02/2013, Airola, Hannu 2013.
- [3] Road Traffic Noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Minis- ters 1996.
- [4] Railway Traffic Noise -Nordic prediction method, TemaNord 1996:524, Nordic Council of Min- isters 1996.
- [5] Kotkan keskustan OYK-meluselvitys 23.4.2018, Sitowise Oy.
- [6] Viitesuunnitelmaluonnos 4.12.2019, Inaro.
- [7] Kotkan keskustan liikennesuunnitelma, luonnos 23.5.2017, Sito Oy ja Strafica Oy.
- [8] Sähköposti Maija Pitkänen, Vr Track oy, 8.2.2018



SITOWISE

Kotkan kaupunki

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

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

Selitteet:

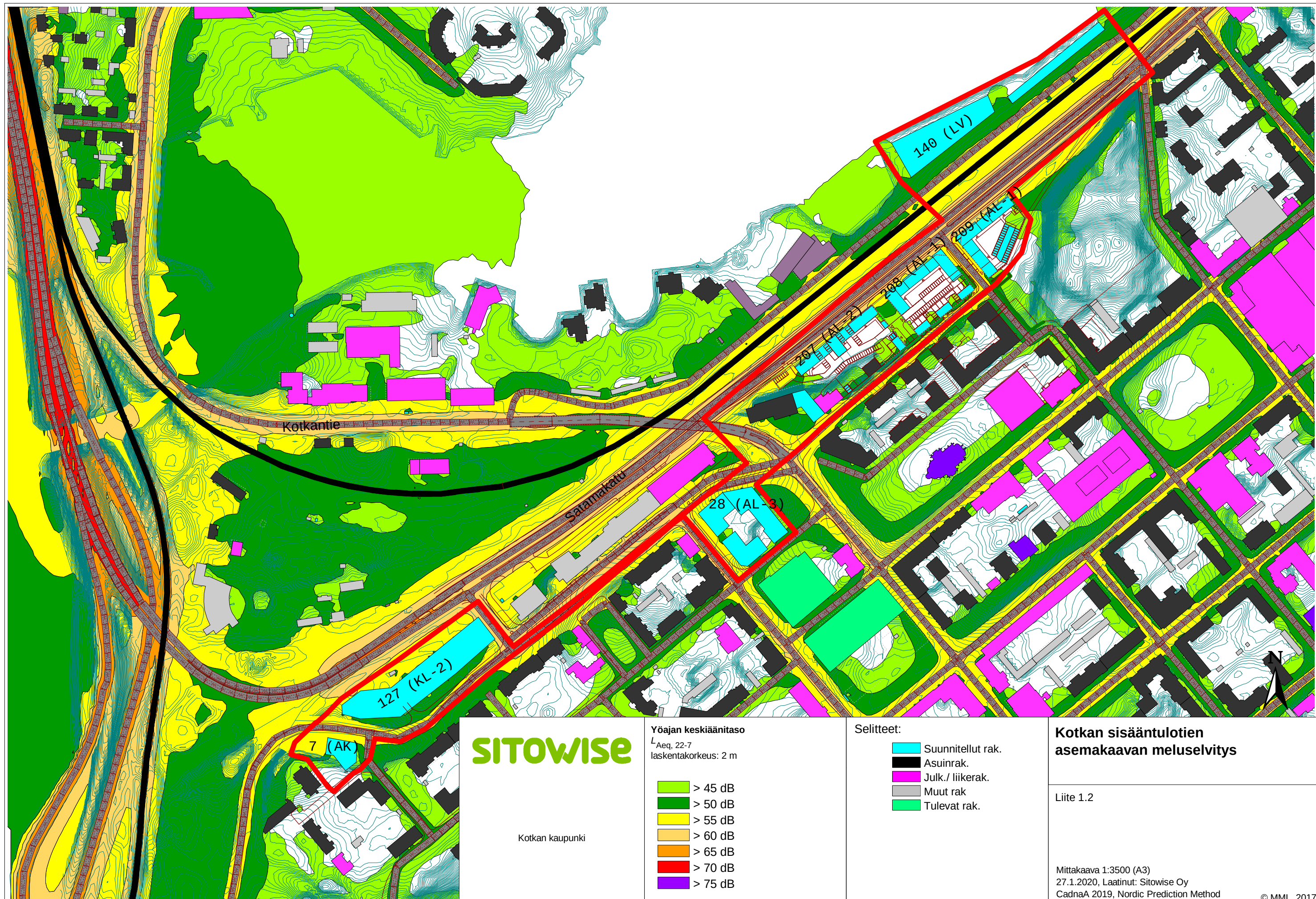
- Suunnitellut rak.
- Asuinrak.
- Julk./liikerak.
- Muut rak
- Tulevat rak.

**Kotkan sisääntulotien
asemakaavan meluselvitys**

Liite 1.1

Mittakaava 1:3500 (A3)
27.1.2020, Laatinut: Sitowise Oy
CadnaA 2019, Nordic Prediction Method

© MML, 2017



SITOWISE

Kotkan kaupunki

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

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

Selitteet:

- Suunnitellut rak.
- Asuinrak.
- Julk./ liikerak.
- Muut rak
- Tulevat rak.

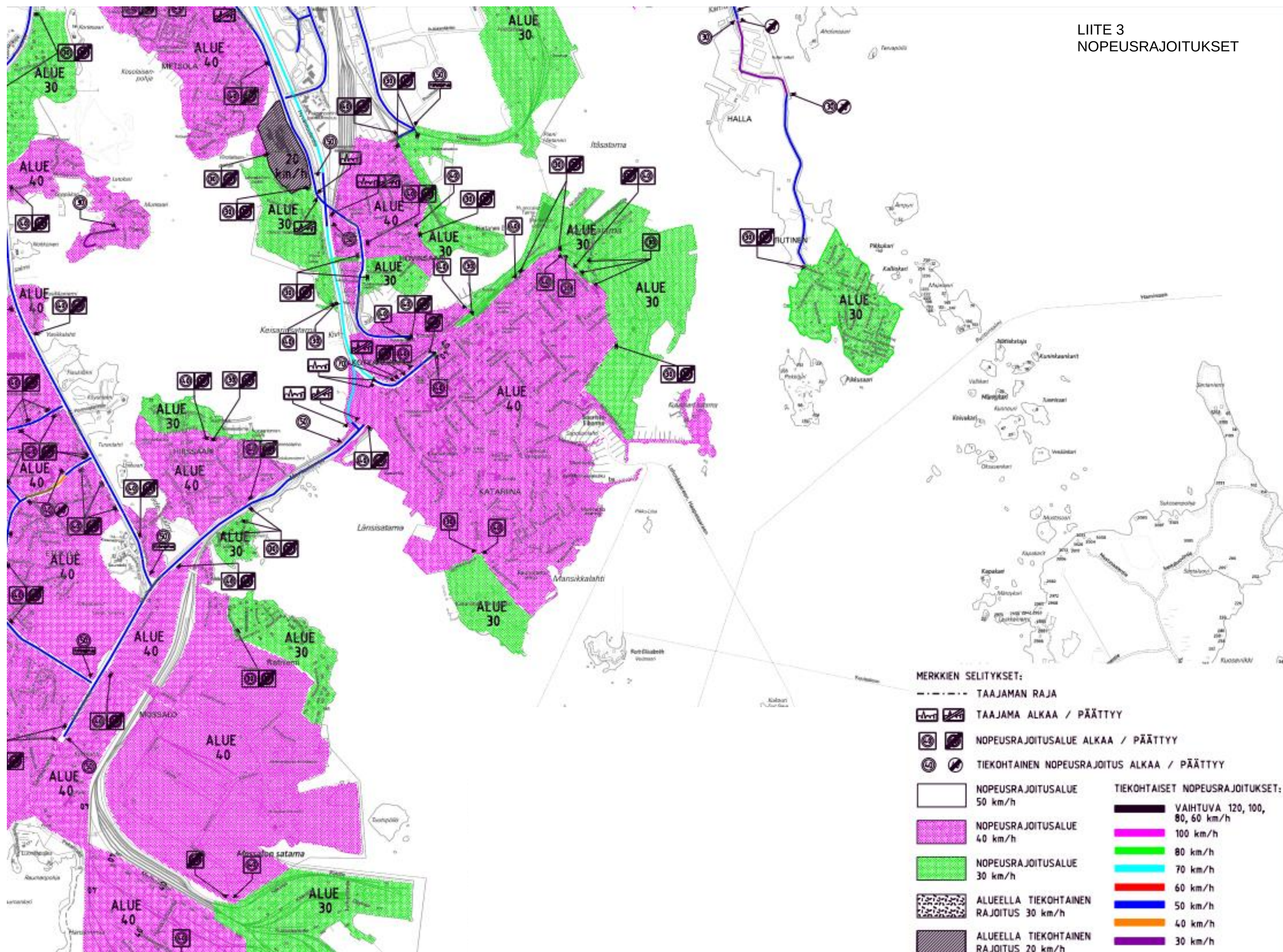
**Kotkan sisääntulotien
asemakaavan meluselvitys**

Liite 1.2

Mittakaava 1:3500 (A3)
27.1.2020, Laatinut: Sitowise Oy
CadnaA 2019, Nordic Prediction Method

© MML, 2017

LIITE 3
NOPEUSRAJOITUKSET

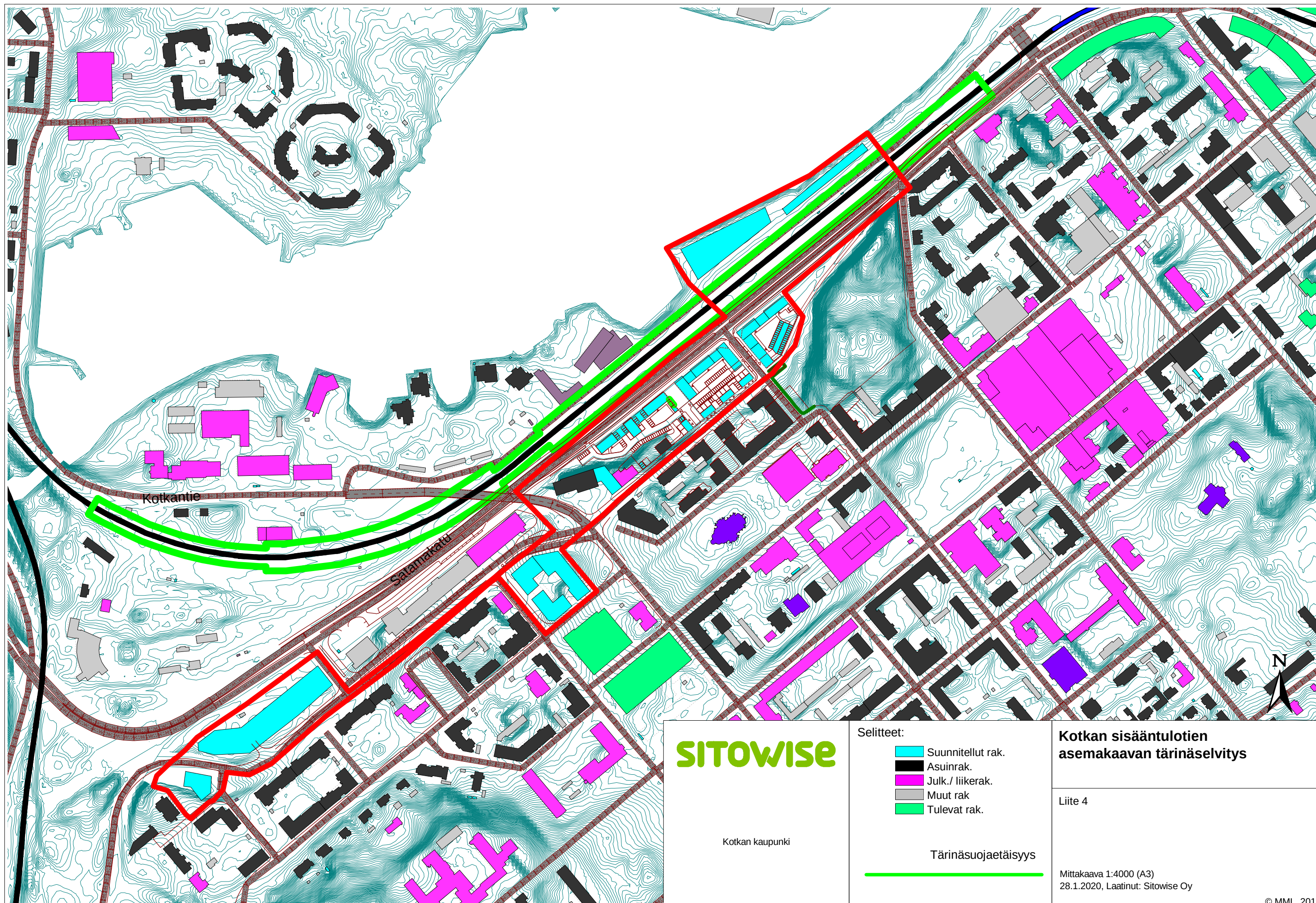


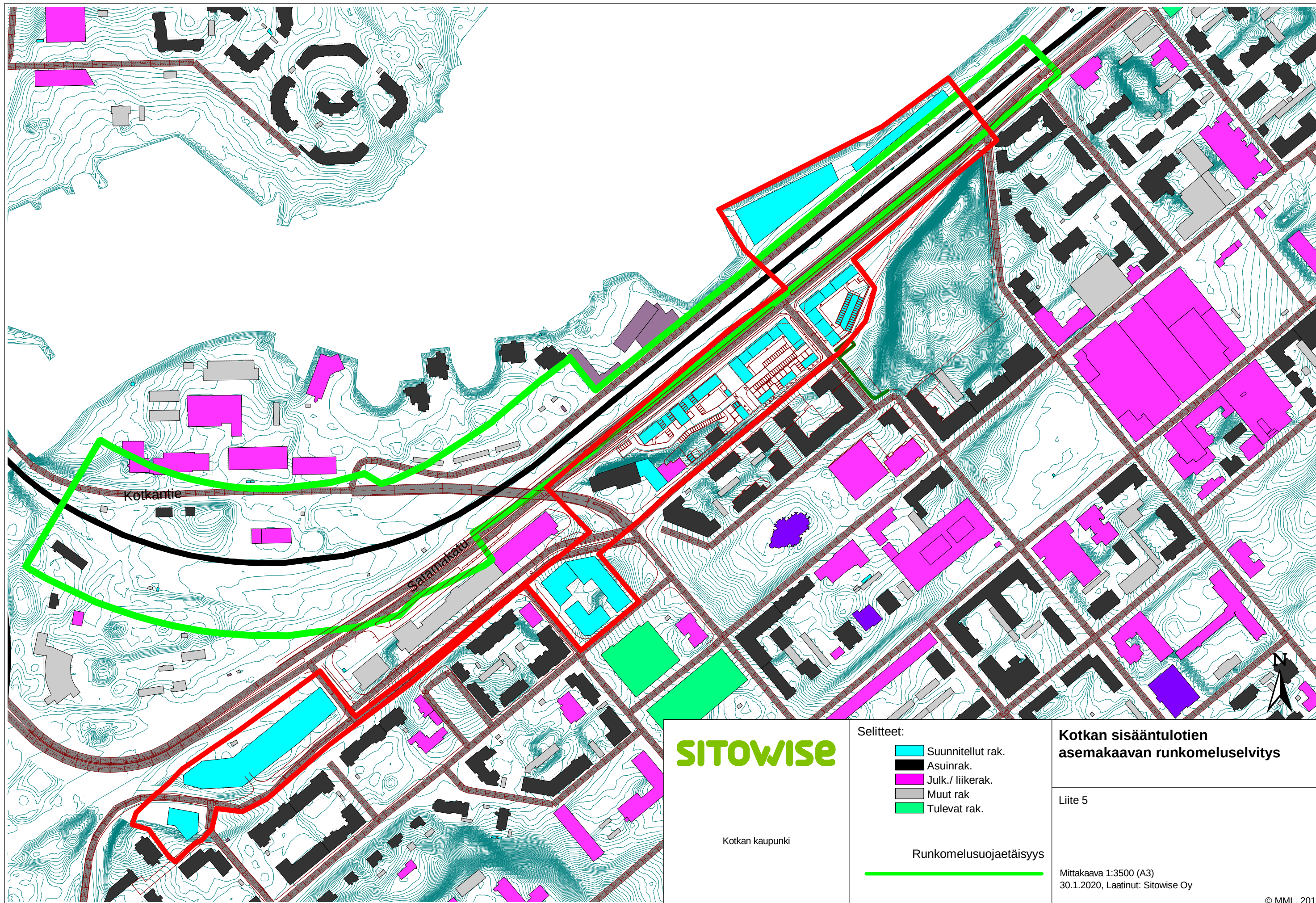






LIITE 2.3 KAVL HALLAN TUNNELI 2040





Selitteet:

- Suunnitellut rak.
- Asuinrak.
- Julk./ liikerak.
- Muut rak
- Tulevat rak.

Runkomelusuojaetäisyys

