

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos, Riihimäki

Melu- ja tärinäselvitys



Päiväys	8.2.2021
Tekijä	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula, Jussi Kurikka-Oja
Projektinumero	YKK65793

Sisällys

1	Lähtökohdat.....	1
1.1	Johdanto	1
1.2	Suunnittelualue.....	1
2	Melu	2
2.1	Melutason ohjearvot	2
2.2	Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä	3
2.3	Melumallinnus	4
2.3.1	Maasto- ja laskentamalli	4
2.3.2	Liikennetiedot	5
2.4	Tulokset	6
2.4.1	Perustarkastelu	6
2.4.2	Ylempien kerrosten tarkastelu	7
3	Tärinä	8
3.1	Lähtötiedot	8
3.1.1	Pohjasuhteet	8
3.1.2	Liikennetiedot	8
3.2	Menetelmät ja laskentaperusteet	9
3.2.1	Tärinän synty.....	9
3.2.2	Selvitysalueen tärinäalttiusluokitus.....	9
3.2.3	Tärinän häiritsevyys asumismukavuuden kannalta	10
3.3	Tärinämittaukset.....	11
3.3.1	Tulokset ja niiden käsittely.....	12
3.3.2	Värähtelyn siirtyminen rakennukseen ja voimistuminen	13
3.3.3	Runkomelu.....	15
4	Melun ja tärinän johtopäätökset sekä suositukset kaavamääräyksiksi	17
4.1	Melu	17
4.2	Tärinä ja runkomelu	18
5	Lähteet ja kirjallisuus.....	19

Kansilehden kuva: (28.1.2021 NCC Rakennus Oy & Arkkitehtipalvelu Oy)



1 Lähtökohdat

1.1 Johdanto

Riihimäen kaupungin asemanpuiston alueella on käynnissä asemakaavan muutostyö. Muutostyö perustuu Peukaloisen korttelin tonttienluovutuskilpailuun, jonka voittaneen maankäytön ehdotuksen ("quattro") [1] perusteella Peukaloisen korttelin alueelle laaditaan asemakaavamuutos. Tämä melu- ja tärinäselvitys on laadittu asemakaavamuutostyön tueksi perustuen ehdotuksen rakennusten sijoitteluun ja geometriaan.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu laskennallisesti uuden kaava-alueen keskiäänitasoja nykyisessä vuoden 2021 tilanteessa, sekä laadittu ennuste vuodelle 2035. Laskentojen perusteella on kartoitettu suunnittelualueen melun- ja tärinän- sekä runkomelutorjuntavaatimuksia ja -mahdollisuuksia, arvioitu tarvittavia kaavamääräyksiä sekä annettu ohjeita alueen jatkosuunnittelua varten. Tärinän osalta selvitys perustuu mitattuihin maan värähtelyihin, joiden pohjalta on laadittu arvioinnin tunnusluvut.

Työn tilaajana on Riihimäen kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Jari Jokivuo. Selvityksen on laatinut Sitowise Oy, jossa suunnittelijana on toiminut Ins. AMK Vesa Vähäkuopus ja projektipäällikkönä sekä melun laadunvarmistajana B. Env. Man, Ins. AMK Tiina Kumpula. Tärinän ja runkomelun osalta laadunvarmistajana on toiminut DI Jussi Kurikka-Oja.

1.2 Suunnittelualue

Kaavan suunnittelualueen likimääräinen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kaavan suunnittelualuealueen sijainti, paikkatieto 2020



2 Melu

2.1 Melutason ohjearvot

Melulaskennan tuloksena saatuja melutasoja on verrattu valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annettuihin melutason ohjearvoihin. Ohjearvot on annettu erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) melutasoille.

Valtioneuvoston periaatepäätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot ulko- ja sisätilojen keskiääni-tasoina on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. VNp 993/1992 mukaiset yleiset melutason ohjearvot.

Melun A-painotettu keskiääni-taso (ekvivalenttitaso), LAeq		
ULKONA	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä, loma-asumiseen käytettävät alueet taajamissa sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet.	55 dB	50 dB ^{1,2}
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ³
SISÄLLÄ	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	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 keskimelutasoa koko ohjearvon aikavälillä. Siten lyhytaikaiset ohjearvon desibelirajan ylitykset eivät välttämättä aiheuta päätöksessä tarkoitetun ohjearvon ylitystä, mikäli aikaväli sisältää hiljaisempia jaksoja.

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

Nyt tarkasteltava alue tulkitetaan ns. täydennysrakentamiseksi, jolloin alueelle sovelletaan päiväajan 55 dB ja yöajan 50 dB ohjearvoa.

2.2 Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä

Asetuksessa 796/2017 säädetään rakennusten ääneneristyksestä, melun- ja tärinäntorjunnasta ja ääniolosuhteista sekä rakennusten piha- ja oleskelualueiden ja oleskeluun käytettävien parvekkeiden meluntorjunnasta ja ääniolosuhteista. Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamiseen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisessa rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyssä ja valvonnassa. Asetus ei siis varsinaisesti ole yleis- tai asemakaavavaiheessa velvoittava, mutta jatkosuunnittelua ja toteutusta ohjaavana sitä voidaan hyödyntää myös aikaisemmissa maankäytön suunnittelun vaiheissa.

Asetuksen 796/2017 ja sitä täydentävän asetuksen 360/2019 mukaan rakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä ja impulssimaisten, kapeakaistaisen tai pienitaajuuden melun keskiäänitaso ei ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä. Lisäksi asetuksessa mainitaan mm. seuraavaa: "Virkistykseen käytettävät rakennuksen piha- ja oleskelualueet sekä oleskeluun käytettävät parvekkeet on suunniteltava ja toteutettava siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä kello 7–22 55 desibeliä ja viherhuoneet vastaavasti siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 45 desibeliä, ellei asemakaavasta muuta johdu". Lisäksi asetuksessa mm. säädetään hissien ja taloteknisten laitteiden enimmäisäänitasoista LAF_{MAX} .

Asetuksen tueksi Ympäristöministeriö julkaisi ohjeen Ääniympäristö, ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä 28.6.2018. Ohjeessa opastetaan niistä ääniympäristön suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyvistä menettelytavoista, joiden avulla ympäristöministeriön asetuksella 796/2017 säädetty rakennuksen ääniympäristöä koskevat vähimmäisvaatimukset voidaan saavuttaa. Ääniympäristöohjeen mukaan suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota, ettei ohjearvopäätöksen mukaisten sisämelutasojen lisäksi A-painotettu enimmäisäänitaso LAF_{max} rakennuksen asuinhuoneissa ylittäisi 45 dB. Tällä tavoitellaan häiriötöntä unta.



2.3 Melumallinnus

2.3.1 Maasto- ja laskentamalli

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

Maastomalli on muodostettu Riihimäen kaupungin kantakartta-aineiston ja Maanmittauslaitoksen 2 m korkeusmallin perusteella. Lähinnä kaava-aluetta olevien nykyisten rakennusten korkeudet on määritetty rakennusten kerroslukujen perusteella siten, että yksikerroksisen rakennuksen korkeutena on käytetty mp+5 m ja jokainen kerros kasvattaa kerroskorkeutta 3 m.

Uusi maankäyttö perustuu suunnittelukilpailun liiteaineistoihin ja se on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Alueen maankäyttöluonnos (28.1.2021 NCC Rakennus Oy & Arkkitehtipalvelu Oy)



Laajat asfalttialueet, kadut sekä rakennukset on mallinnettu akustisesti kovina (absorptio 0).

Melulaskennat on tehty SoundPlan 8.2 -melunlaskentaohjelman pohjoismaisella tie- ja raideliikennemelun laskentamalleilla [2] [3]. Laskentamallin tarkkuus on tien lähietäisyydellä tyypillisesti ± 2 dB. Selvityksessä on laskettu päivä- ja yö-ajan keskiäänitasot (LAeq) suunnittelualueelle. Lisäksi on tarkastelu rautatieliikenteen aiheuttama maksimiäänitaso (LAFmax).

Tärkeimmät laskenta-asetukset melulaskennassa:

- Laskentaruudun koko 5 x 5 metriä, jokainen ruutu on laskettu ilman ruutujen interpolointia.
- Laskentasäde 1500 metriä
- Laskennassa mukana 3. kertaluvun heijastukset
- Rakennukset heijastavia 1 dB heijastusvaimennuksella
- Kukin melulähde yksittäisenä emissiolähteenä (pohjoismaisen tie- ja raideliikennelaskentamallin mukaisesti).

2.3.2 Liikennetiedot

Laskennoissa melulähteinä on huomioitu Kauppakadun, Valtakadun ja Pohjoisen Rautatienkadun kumipyöräliikenne sekä Riihimäki-Hämeenlinna ja Riihimäki-Lahti rataosien rautatieliikenne.

Kauppakadun, Valtakadun ja Pohjoisen Rautatienkadun liikennetiedot perustuvat Riihimäen kaupungin meluselvitykseen vuodelta 2019 [4]. Tiedot käsittävät liikennemäärät vuodelta 2019 sekä ennusteen vuodelle 2035. Rautatieliikenteen nykytiedot (2020) sekä ennusteen vuodelle 2050 toimitti Sweco Infra & Rail Oy. Ennusteiden nopeusrajoitukset oletettiin nykytilanteen mukaisiksi niin kumipyörä kuin rautatieliikenteenkin osalta. Melulaskennoissa käytetyt tie- ja katuverkon liikennetiedot on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Tie- ja katuliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot

Katu/ Tie	Ajonopeus, km/h	RS-%, 2019	KVL, 2019	RS-%, 2050	KVL, 2035
Kauppakatu (1. osuus)	40	1,0	5800	1,0	5800
Kauppakatu (2. osuus)	50	1,0	5800	1,0	5800
Pohjoinen Rautatienkatu	50	2,0	5100	2,0	7300
Valtakatu	40	1,0	5000	1,0	5500

90 % liikennesuoritteesta on oletettu tapahtuvan päiväaikaan klo 7-22.



Taulukko 3. Rautatieliikenteen määrä- ja ominaisuustiedot

Junatyyppi	2020 päivä, KPL	2020 yö, KPL	Pituus, m	2050 päivä, KPL	2050 yö, KPL	Pituus, m	Nopeus km/h
Sm 1/2	30	3	53	-	-	-	40
Sm 4	18	5	54	51	10	54	40
Pen (Sm3)	14	5	190	16	2	190	60
IC2	40	2	195	40	8	195	60
Pyo*	3	3	350	3	5	350	40
Taju	12	15	500	15	15	500	40

*junat mallinnettu IC2-junatyyppinä

2.4 Tulokset

Melulaskennalla selvitettiin päivä- ja yöajan keskiäänitasot LAeq, 7–22 ja LAeq, 22–7 selvitysalueelle. Rautatieliikenteen osalta selvitettiin myös suurin määntä (LAFmax). Melutilanne tarkasteltiin nykyisellä maankäytöllä tarkastelualueella sekä vuoden 2035 ennustetilanteessa ehdotetulla ("quattro") maankäytöllä. Liikennetietojen osalta oletettiin vuoden 2050 rautatieliikenteen olevan voimassa jo vuonna 2035.

Keskiäänitasoalueet on esitetty 5 dB portain vaihtuvina värialueina. Esimerkiksi 50–55 dB keskiäänitasoalue on väriltään tummanvihreä.

Laskentojen tulokset on esitetty liitekuvin 1-7.

2.4.1 Perustarkastelu

Liitteessä 1 on kuvattu päiväajan keskiäänitasot suunnittelualueella nykyisillä liikennemäärillä. Liitteessä 2 on esitetty vastaavat yöajan keskiäänitasoalueet.

Nykytilanteessa selvitysalueen päiväajan (7-22) keskiäänitaso vaihtelee välillä 50-65 dB. Suurin keskiäänitaso vallitsee Pohjoisen Rautatienkadun laidalla ja melu vaimenee selvitysalueen länsireunaa kohti siirryttäessä. Yöajalla (22-7) vastaavat arvot ovat noin 5-10 dB matalammat.

Liitteissä 3 ja 4 on esitetty ennustetilanteen vuoden 2035 päivä- ja yöajan keskiäänitasot tarkastelualueella ehdotetulla maankäytöllä.

Ennustetilanteessa ehdotetulla maankäytöllä kaava-alueen äänimaisema muuttuu huomattavasti. Uudet rakennukset estävät liikennemelun leviämistä radan ja Pohjoisen Rautatienkadun sekä Kauppakadun suunnalta, jolloin tontin sisäosiin muodostuu melulta suojattu sisäpiha.



Keskiäänitaso sisäpihalla on noin 50-55 dB, joka alittaa Vnp 1993/92 melutason ohjearvon. Yöaikaan keskiäänitaso korttelin pohjoisreunalla on noin 50-60 dB, muilta osin piha-alueella alitetaan yöajan ohjearvo 50 dB.

2.4.2 Ylempien kerrosten tarkastelu

Ylempien kerrosten tarkasteluja käytetään julkisivuihin ja mahdollisiin huoneistokohtaisiin parvekkeisiin kohdistuvien meluun liittyvien kaavamääräysten harjintaan ja muodostamiseen.

Rakennusten ääneneristävyysvaatimukset määräytyvät julkisivuun kohdistuvan keskiäänitason ja Valtioneuvoston päätöksen 993/92 mukaisten sisämelun ohjearvojen – 35 dB päivällä, yöllä 30 dB - erotuksena.

Melumallinnuksen tulosten perusteella uudisrakennuksen Kauppakadun (julkisivu etelään) puoleisille julkisivuille kohdistuu vuoden 2035 ennustetussa liikennetilanteessa enimmillään 63 dB päiväajan keskiäänitaso (liite 5). Pohjoisen Rautatienkadun puoleisilla julkisivuilla vastaava arvo on 65 dB. Yöajan keskiäänitasot ovat Kauppakadun puoleisella julkisivulla korkeimmillaan 56 dB ja Pohjoisen Rautatienkadun puolella 60 dB.

Koska liikennemelu on käytetyillä liikennejakaumilla noin 5-7 dB matalampi yöllä kuin päivällä, on julkisivujen äänitasoerovaatimusten kannalta päiväajan ohjearvo selvityskohteessa määräävä. Julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot on esitetty liitteissä 5 ja 6

Maankäyttöluonnoksen mukaisilla kattoalueilla keskiäänitaso on noin 50-55 dB päiväaikaan ja 2-3 dB matalampi aikavälillä 22-7. Rakennusten välisten julkisivujen keskiäänitaso on hieman matalampi kuin katujen vastaisten julkisivujen. Sisäpihan julkisivuilla keskiäänitaso tippuu oleellisesti ollen enimmillään luokkaa 50 dB. Poikkeuksena Kauppakadun ja Pohjoisen Rautatienkadun kulmassa oleva rakennuksen korkea osuus, jolle ei muodostu varsinaista hiljaisempaa seinälinjaa.

Raideliikenteen aiheuttama maksimiäänitaso (LAFmax) Pohjoisen Rautatienkadun suuntaan on suurimmillaan 76 dB. Kauppakadun puolella vastaavat arvot ovat 5-10 dB matalammat. Laskentatulokset on esitetty liitteessä 7.



3 Tärinä

3.1 Lähtötiedot

3.1.1 Pohjasuhteet

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttojen ja tietojen mukaan tarkasteltavan alueen maaperä on hiesua ja maakerroksen paksuus luokkaa 10-30 metriä. Olosuhteet ovat otollisia tärinän leviämiselle.



Kuva 3. Tarkastelun alueen maaperäolosuhteet.

Lisäksi alueelle on tehty koekuoppia maaperätutkimuksien yhteydessä [5]. Tutkimuksissa maaperän pinnassa olevan humuskerroksen alla havaittiin 0,5-1m paksuinen sekalainen täyttökerros, jonka alapuolella savea/hiesua. Tutkimukset ulottuivat noin 2m syvyyteen eikä kalliopintaa havaittu.

3.1.2 Liikennetiedot

Tarkasteltava kortteli rajoittuu lännessä ja pohjoisessa tonttikatuihin ja idässä sekä etelässä suuremman liikennevirran kerääjäkatuihin. Alueen suurin tärinänlähde on länsipuolella oleva useampiraiteinen rautatieväylä jonka liikenne on vilkasta. Junaliikennetiedot ja junaliikenne-ennusteen vuodelle 250 toimitti Sweco Infra & Rail Oy. Liikennetiedot on eritelty melulaskennan kappaleessa 2.3.2.



3.2 Menetelmät ja laskentaperusteet

3.2.1 Tärinän synty

Tärinäna 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 liikennetärinä. Rakennuksien kohdalla värähtely siirtyy rakennuksen perustusten kautta runkoon ja lattioihin, joissa vaimenemista ja voimistumista voi tapahtua.

Tärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyysn kannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen, joka muodostuu mitoittavaksi tekijäksi. Tarkasteltavana suureena toimii maan heilahdusnopeuden huippu- tai tehollisarvo. Värähtelyn tapahtuessa korkeammalla taajuustasolla kykenee ihminen aistimaan värähtelyn myös pinnoista säteilevänä runkomeluna.

3.2.2 Selvitysalueen tärinäalttiusluokitus

VTT:n tutkimusraportissa ”*Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius*” [6] esitetään taulukossa 4 esitetyt värähtelyrajat maaperälle. Taulukon mukaan voidaan arvioida selvitysalueen tärinän tasoa yleisellä tasolla.

Taulukko 4. 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 huomiotu 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



3.2.3 Tärinän häiritsevyys asumismukavuuden kannalta

Tärinän häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”*Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa*” [7] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta (Taulukko 5):

Taulukko 5. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta, 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 tärinän 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 puoliempiiriin 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 selvitys on laadittu 2. tarkastelutason mukaisesti. Lisäksi värähtelyn siirtymistä rakennuksiin on arvioitu tarkastelutason 3. tasolla.



3.3 Tärinämittaukset

Alueella toteutettiin tärinämittaukset neljässä pisteessä aikavälillä 21-27.11.2020. Tärinämittauksen toteutti Sitowise Oy:n alikonsulttina Suomen Louhintakonsultit Oy, jossa yhteyshenkilönä toimi Juha Tuovinen.

Mittaukset toteutettiin miehittämättömänä mittauksena VTT:n ohjeen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” [8] mukaisesti.

Tärinämittareiden tyyppinä olivat kolmiaksaalisesti mittaavat geofonit, jotka sijoitettiin olemassa olevien rakennusten perusmuureihin. Tuloksista valittiin edustaviksi alikonsultin määrittämät 15 merkittävintä tapahtumaa mittauspistekohdaisesti. Tämän jälkeen suoritettiin tunnuslukujen määrittäminen.

Mittareiden asennus ja purkuhetkellä alueella ei huomattu mittaustulosten luotettavuuteen vaikuttavia tapahtumia. Muuten mittausta ei mittausaikavälillä valvottu tai tarkkailtu tuloksia aiheuttavaa liikennettä.

Mittauspisteiden sijoittelu on esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 3.

Taulukko 6. Mittauspisteiden sijainti alueella.

mittauspiste	osoite	sijainti [TM35]
mp1	Oikopolku/Suokuja	[378941.7284, 6735814.5758]
mp2	Oikopolku/Suokuja	[378952.2284, 6735809.8258]
mp3	Oikopolku/Suokuja	[378933.9784, 6735773.0758]
mp4	Oikopolku/Suokuja	[378910.2284, 6735734.3258]



Kuva 4. Mittauspisteiden sijainti



Etäisyyttä rautatieväylään mp1 pisteestä on noin 50 metriä, ja mp2 osalta noin 40 metriä. Tarkastelualueen geometrian takia mp3 etäisyys väylään kasvaa noin 60 metriin ja mp4 osalta luokkaan 70 metriä.

3.3.1 Tulokset ja niiden käsittely

Mittaustuloksista valittiin tyypillistä liikennettä edustamaan 15 tapahtumaa, joiden jokainen komponentti arvioitiin erikseen ja tuloksista määriteltiin tarkisteltavan alueen värinäalittiusluokka. Mittauspisteen suurimman tunnusluvun omaava suuntakomponentti on määräävä ja mittauspistekohtaiset tunnusluvut on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Alueen tunnusluvut ja värinäalittiusluokka

mittaus-piste	tunnusluku	suunta	hallitseva taajuus [Hz]	Vyöhyke
mp1	1,3 mm/s	pysty	7	H
mp2	1,6 mm/s	pysty	9	H
mp3	1,5 mm/s	pysty	7	H
mp4	1,2 mm/s	pysty	7	H

Rakennettava alue kuuluu kokonaisuudessaan luokkaan H. Tällöin ”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.” Luokitusten täsmällinen kuvaus on esitetty taulukossa 4.

Varsinaista asumismukavuutta tarkisteltiin värähtelyn taajuuspainotetulla tehollisarvolla. Mittaustuloksista valittiin tyypillistä liikennettä edustamaan 15 tapahtumaa, joiden jokainen komponentti arvioitiin erikseen. Mittauspisteen suurimman tunnusluvun omaava komponentti on määräävä.

Tyypillinen uudisrakentamisen asuinrakennuksille tavoiteltava tavoitetaso 0,3 mm/s (luokka C) ylittyy jokaisessa mittauspisteessä. Tulokset on esitelty taulukossa 8.

Mitatut tulokset ovat linjassa keskenään ja niiden suuruusluokka sekä ominaisuudet viittaavat rataliikenteestä syntyneisiin herätteisiin. Merkittävimmät tulokset ovat syntyneet ohikulkevasta tavaraliikenteestä. Tarkastelu suoritettiin vertaamalla mittaustulosten aikatietoja www.juliadata.fi julkisen palvelun kulku-tietoihin.

Tuloksia voidaan pitää luotettavina mittauksen osalta, mutta epävarmuutta lisää maaperästä rakennukseen siirtyvän värinän arviointi.



Taulukko 8. Alueen tunnusluvut ja luokitus asumismukavuuden mukaan

mittauspiste	tunnusluku	suunta	Vyöhyke
mp1	0,39 mm/s	pysty	D
mp2	0,48 mm/s	pysty	D
mp3	0,49 mm/s	pysty	D
mp4	0,48 mm/s	pysty	D

3.3.2 Värähtelyn siirtyminen rakennukseen ja voimistuminen

Tärinän arviointi rakennuksessa perustuu maaperän värähtelyn perustukseen siirtymisen arviointiin. Tässä tapauksessa maaperän värähtelyt tapahtuvat pääsääntöisesti taajuusalueella, jonka oletetaan siirtyvään täysin rakennuksen perustukseen. Todellinen tilanne on oletettavasti suosillisempi tärinän vaimenemiselle. Perustukseen siirtymisen jälkeen rakennuksen rungon ja lattian ominaisuuksien takia runkoon ja lattiaoihin siirtyvä värähtely voimistuu ja vaimenee taajuuskaistoittain. Täten myös tiloissa havaittava tärinä on suurempaa, yhtä suurta tai pienempää kuin perustuksessa mitattu tärinä.

Värähtelyn voimistumista voidaan arvioida VTT:n tiedotteen ”*Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi*” [9] mukaisesti.

Julkaisussa esitetään rakennuksen värähtelyn arvioimiseksi menetelmä, joka ottaa huomioon yleisen vahvistumisen sekä mahdollisen resonanssin vaikutuksen. Rungon värähtelyn voimistumisessa suurimman suuntakomponentin tunnusluku kerrotaan varmuuskertoimella, joka kuvaa värähtelyn yleistä vahvistumista rungossa.

Lisäksi tarkistetaan suurimman L tai T suuntaisen 1/3 oktaavikaistan värähtelyn resonanssivaikutus. Tällöin varmuuskerroin on huomattavasti suurempi kuin yleisessä voimistumisissa, mutta vaikutus kohdistuu vain tietylle värähtelyn taajuusalueelle.

Lattian värähtelytarkastelussa menetelmä on sama, mutta tarkasteltavina on vain värähtelyn pystykomponentti. Värähtelyn voimistumisen arviointi on esitetty taulukoissa 9 ja 10.



Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutoksen melu- ja tärinäselvitys

Taulukko 9. Yleinen voimistuminen, asumismukavuus

mittauspiste	rungon värähtelyn yleinen voimistuminen vw1, runko (mm/s)	lattian värähtelyn yleinen voimistuminen vw1, lattia (mm/s)
mp1	0,59	0,59
mp2	0,72	0,72
mp3	0,73	0,73
mp4	0,72	0,72
$k_{1\text{runko}} = 1,5$		
$k_{1\text{lattia}} = 1,5$		

Taulukko 10. Voimistuminen mahdollisessa resonanssissa tietyllä 1/3 oktaavikaistalla, asumismukavuus

mittauspiste	rungon värähtelyn voimistuminen resonanssissa, vw2, runko (mm/s)	lattian värähtelyn voimistuminen resonanssissa, vw2, lattia (mm/s)
mp1	0,82 (8 Hz)	1,8 (8 Hz)
mp2	0,82 (8 Hz)	1,91 (8 Hz)
mp3	0,90 (12,5 Hz)	2,14 (10 Hz)
mp4	1,35 (12,5 Hz)	2,36 (12,5 Hz)
$k_{2\text{Runko}} = 4,0$		
$k_{2\text{Lattia}} = 6,0$		

Värähtely ylittää yleisen voimistumisen periaatteen mukaan reilusti 0,3 mm/s (luokka C) tavoitetason. Koska värähtely on huomattavan kapeakaistaista resonanssitarkastelun arvot kasvavat suuriksi. Tarkastellun 1/3 oktaavikaistan osuuden suhde koko värähtelytasoon oli vähintään luokkaa 0,6-0,7.



3.3.3 Runkomelu

Selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” [10] 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.

Arvio sisätilojen runkomelutasosta (L_pA) saadaan, kun lausekkeen avulla saatun nopeustasoon lisätään liikenteestä riippuvat korjaustekijät koskien:

- Liikennettä (junatyyppi, 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_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat Potilashuoneet, majoitustilat Päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä	35



Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutoksen melu- ja tärinäselvitys

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.	

Tässä selvityksessä sovelletaan 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	50 km/h	-6 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	Kerrostalo	-10 dB
Rakenneosien resonanssi	Vakiokorjaus	+ 6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	- 28 dB
Muutos A-painotetuksi äänepainetasoksi	värähtelyn hallitseva taajuus alle 30 Hz	-50 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokorjaus	+ 6 dB

Laskennallisen arvioinnin perusteella runkomelutasot tontin rajalla arvioituna (etäisyys 30-40 m rautatiehen) ovat noin 20-23 dB, joka alittaa asuinkäyttöön tarkoitetut runkomelun ohjearvon 35 dB selvästi. Värähtelyn huomattava ka-peakaisisuus matalalla taajuusalueella on runkomelun välttämisen kannalta edullista.



4 Melun ja tärinän johtopäätökset sekä suositukset kaavamääräyksiksi

4.1 Melu

Suunnitellulla maankäytöllä tontille muodostuu leikkiin ja oleskeluun soveltuvaa piha-aluetta, jolla liikenteen keskiäänitasot alittavat päiväajan ohjearvon 55 dB ja yöajan ohjearvon 50 dB. Suokujaan rajoittuvalla korttelin osalla keskiäänitasot ylittävät yöajan ohjearvon 50 dB, mistä syystä leikki- ja oleskelualueita ei tule osoittaa kyseiselle alueelle ilman meluntorjuntatoimenpiteitä.

Laskentojen mukaan vuoden 2035 ennustetilanteessa asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu enimmillään 65 dB päiväaikainen ja 60 dB yöaikainen keskiäänitaso. Em. keskiäänitasot eivät edellytä julkisivuilta melualueilla vaadittavaa ulkovaipan ääneneristävyyttä 30 dB korkeampaa ääneneristävyyttä.

Raideliikenteen aiheuttama maksimiäänitaso on Pohjoisen Rautatienkadun puoleisilla julkisivuilla laskentojen mukaan enimmillään 76 dB. Jotta sisätiloissa ei ylitettäisi hetkellistä enimmäisäänitasoa 45 dB, tulisi ulkovaipalla saavuttaa 31 dB äänitasoero.

Laskennoissa käytetyt raideliikennenopeudet perustuvat saatuun nopeuteen 40 km/h, pendolinojen osalta 60 km/h. Mikäli kaavamääräyksissä halutaan huomioida rataosalle sallittu enimmäisnopeus 100 km/h (tavarajunat 80 km/h), tulee ulkovaipalle annettua äänitasoeromääräystä korottaa 5 dB. Tällöin uusien rakennusmassojen rautatien puoleisille julkisivuille tulee asettaa 36 dB äänitasoerovaatimus ja eteläisimmän tornin Kauppakadun puoleiselle julkisivulle 32 dB äänitasoerovaatimus ΔL .

Suositus äänitasoerovaatimukseksi on esitetty kuvassa 5.





Kuva 5. Suositus ulkovaipan, ΔL 36dB (punaisella) ja ΔL 32 dB (violetti), äänitasoero vaatimukseksi. Radan nopeusrajoitukset huomioitu.

Mikäli julkisivuille, joilla päiväajan keskiäänitaso ylittää 53 dB, suunnitellaan huoneistokohtaisia parvekkeita, on tarpeellista antaa kaavamääräys parvekkeiden lasittamisesta ohjearvotasoon pääsemiseksi [11]. Käytännössä vaatimus koskee Kauppakadun ja Pohjoisen Rautatienkadun puoleisia julkisivuja sekä rakennusten välisten julkisivujen puolia.

4.2 Tärinä ja runkomelu

Laskentojen ja arvioiden perusteella alueelle rakennettava kohde vaatii tärinän ottamisen huomioon suunnittelussa. Tärinän alttiusluokituksen perusteella alue kuuluu luokkaan H jolloin ”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.”

Asumismukavuuden osalta maasta mitatut värähtelyt ja niistä johdetut tärinän tunnusluvut ylittävät yleisesti täydennysrakentamisessa tavoitellun luokan C (0,3 mm/s) jokaisessa mittauspisteessä. Värähtely on huomattavan kapeakaistaista 1/3 oktaavikaistoilla 8-12,5 Hz



Kaavamääräyksiin suositellaan vaatimusta tärinän huomioimisesta suunnittelussa. Rakennussuunnitelmissa tulee esittää rakennuskohtaiset ratkaisut ja toimenpiteet rakenteiden tärinän vähentämiseksi raja-arvon 0,3 mm/s (luokka C) alle.

Runkomelun osalta ei ole tarpeen esittää erityisiä vaatimuksia kaavamääräyksiin.

5 Lähteet ja kirjallisuus

1. Riihimäen asemapuiston laatukilpailu, ehdotus "quattro", 2021, NCC Rakennus Oy & Arkkitehtipalvelu Oy
2. Road Traffic Noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.
3. Railway Traffic Noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:524, Nordic Council of Ministers 1996.
4. Riihimäen meluselvitys, 2019, Riihimäen kaupunki
5. Maaperän tutkimusraportti, Kiertokapula Oy, 2020
6. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT, 2014
7. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT, 2006
8. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT, 2004
9. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT, 2008
10. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT, 2009
11. Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, opas 2/2013.

Liite 1 Päiväajan keskiäänitasot LAeq7-22, nykytilanne 2020

Liite 2 Yöajan keskiäänitasot LAeq22-7, nykytilanne 2020

Liite 3 Päiväajan keskiäänitasot LAeq7-22, ennustetilanne 2035

Liite 4 Yöajan keskiäänitasot LAeq22-7, ennustetilanne 2035

Liite 5 Päiväajan keskiäänitasot LAeq7-22, ennustetilanne 2035, julkisivulaskenta

Liite 6 Päiväajan keskiäänitasot LAeq7-22, ennustetilanne 2035, julkisivulaskenta

Liite 7 Rautatieliikenteen aiheuttama enimmäisäänitaso (LAFmax), julkisivulaskenta



Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos

Riihimäki

Nykytilanne 2021

Keskiaänitaso L_{Aeq}
Päiväaika klo 7-22

Laskentakorkeus mp+ 2m

 Nykyinen rakennus
 Kaava-alue

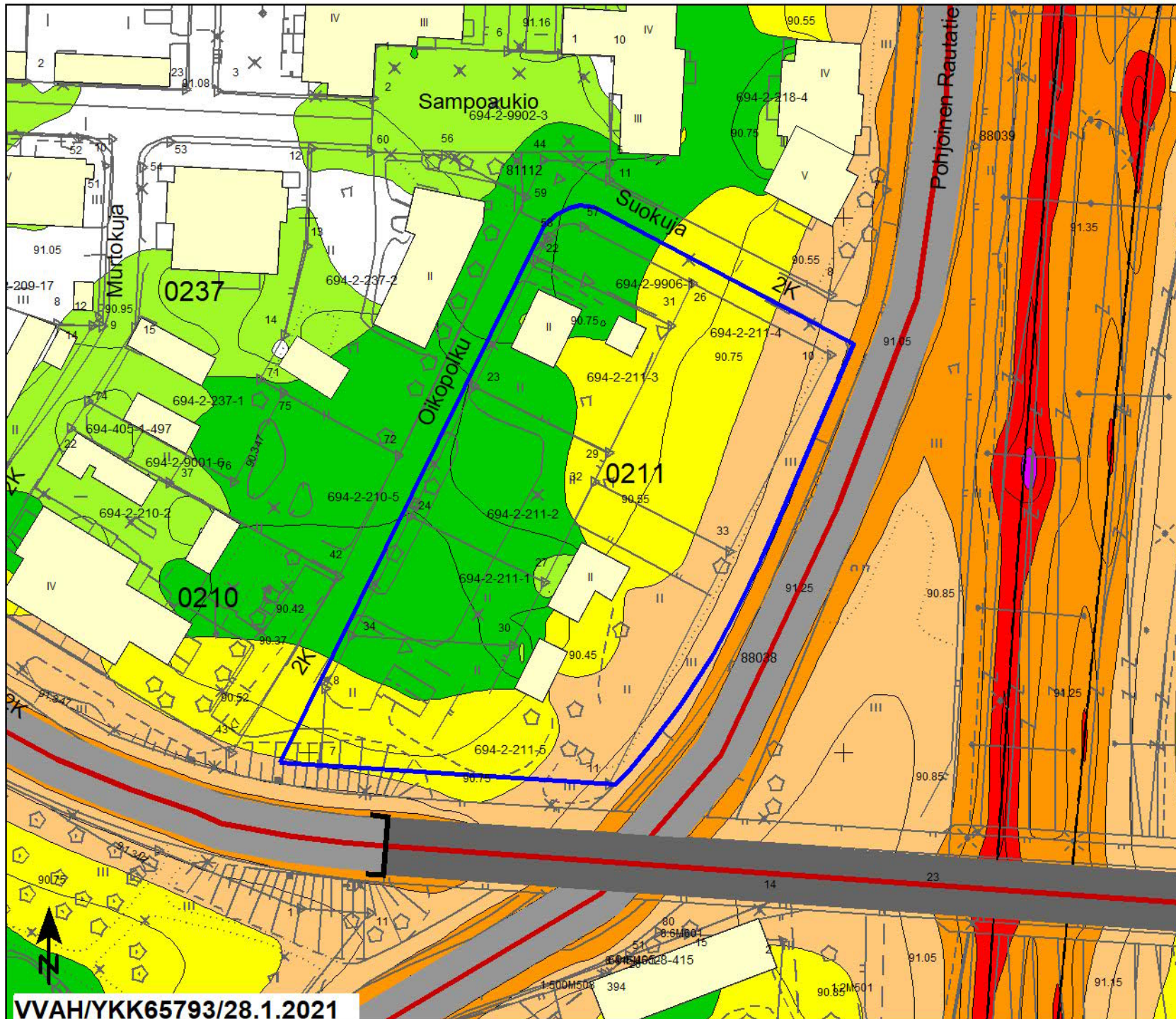
SITOWISE

Keskiaänitaso L_{Aeq}

	≤ 45
45 <	≤ 50
50 <	≤ 55
55 <	≤ 60
60 <	≤ 65
65 <	≤ 70
70 <	≤ 75
75 <	

A4 1: 1000

0 7 14 21 28 m Liite 1



VVAH/YKK65793/28.1.2021

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos

Riihimäki

Nykytilanne 2021

Keskiaänitaso L_{Aeq}
Yöaika klo 22-7

Laskentakorkeus mp+ 2m

 Nykyinen rakennus
 Kaava-alue

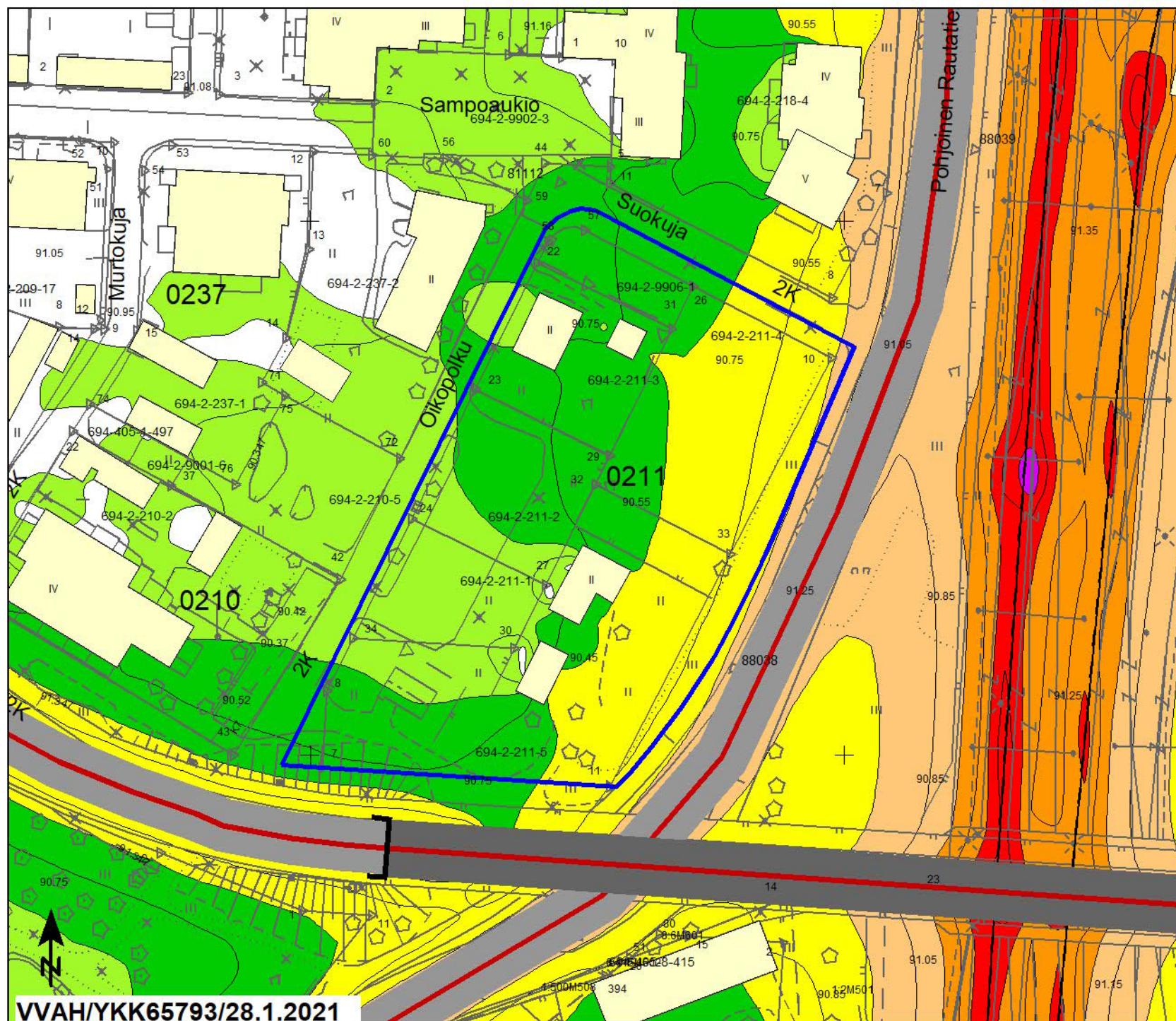
SITOWISE

Keskiaänitaso L_{Aeq}

	≤ 45
45 <	≤ 50
50 <	≤ 55
55 <	≤ 60
60 <	≤ 65
65 <	≤ 70
70 <	≤ 75
75 <	

A4 1: 1000

0 7 14 21 28 m Liite 2



VVAH/YKK65793/28.1.2021

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos

Riihimäki

Ennustetilanne 2035 / 2050

Keskiaänitaso L_{Aeq}
Päiväaika klo 7-22

Laskentakorkeus mp+ 2m

-  Nykyinen rakennus
-  Uudet rakennukset
-  Kaava-alue

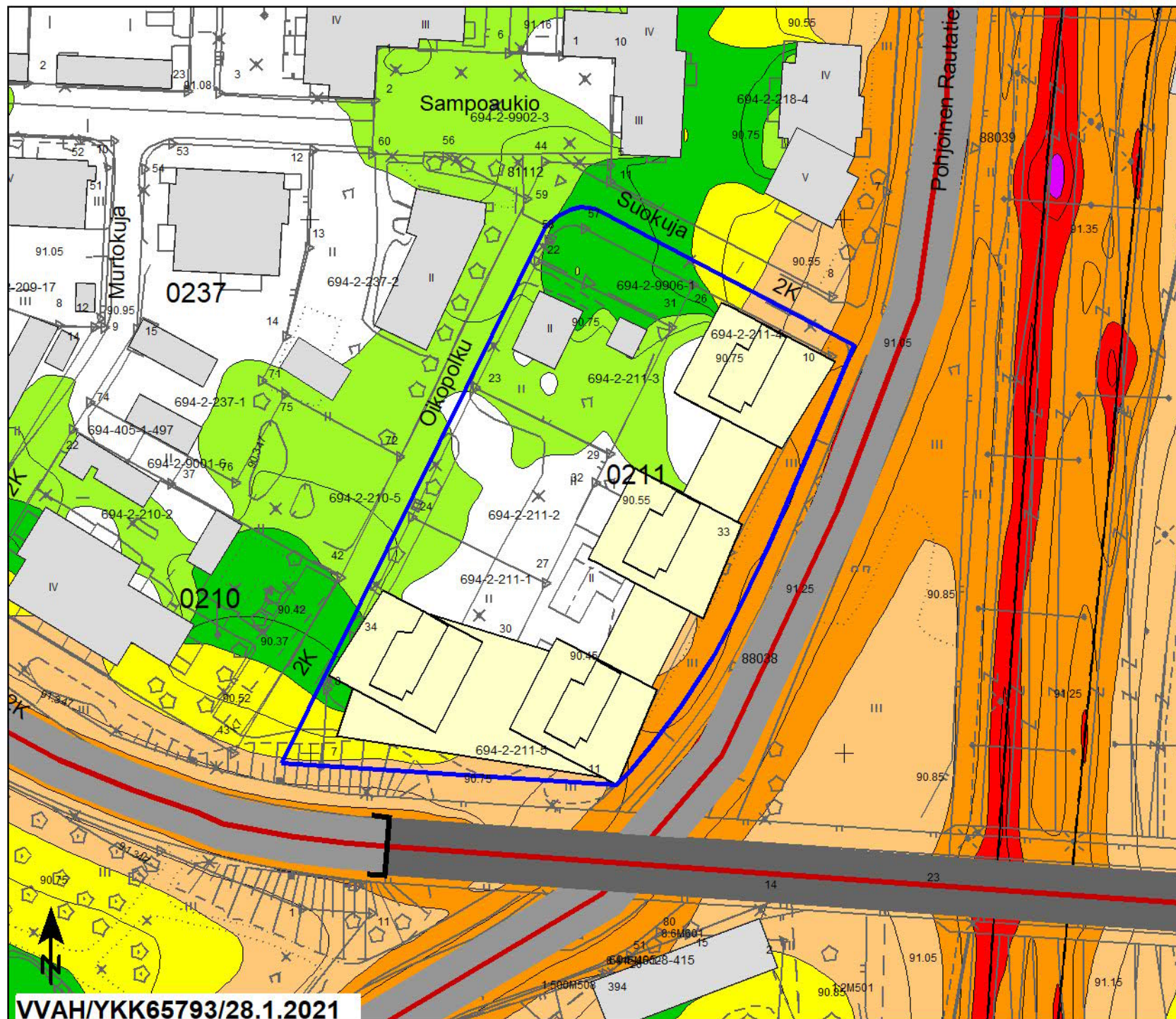
SITOWISE

Keskiaänitaso L_{Aeq}

	≤ 45
45 <	≤ 50
50 <	≤ 55
55 <	≤ 60
60 <	≤ 65
65 <	≤ 70
70 <	≤ 75
75 <	

A4 1: 1000

0 7 14 21 28 m Liite 3



VVAH/YKK65793/28.1.2021

Peukaloisen korttelin (2-211)
asemakaavamuutos

Riihimäki

Ennustetilanne 2035 / 2050

Keskiaänitaso L_{Aeq}
Yöaika klo 22-7

Laskentakorkeus mp+ 2m

-  Nykyinen rakennus
-  Uudet rakennukset
-  Kaava-alue

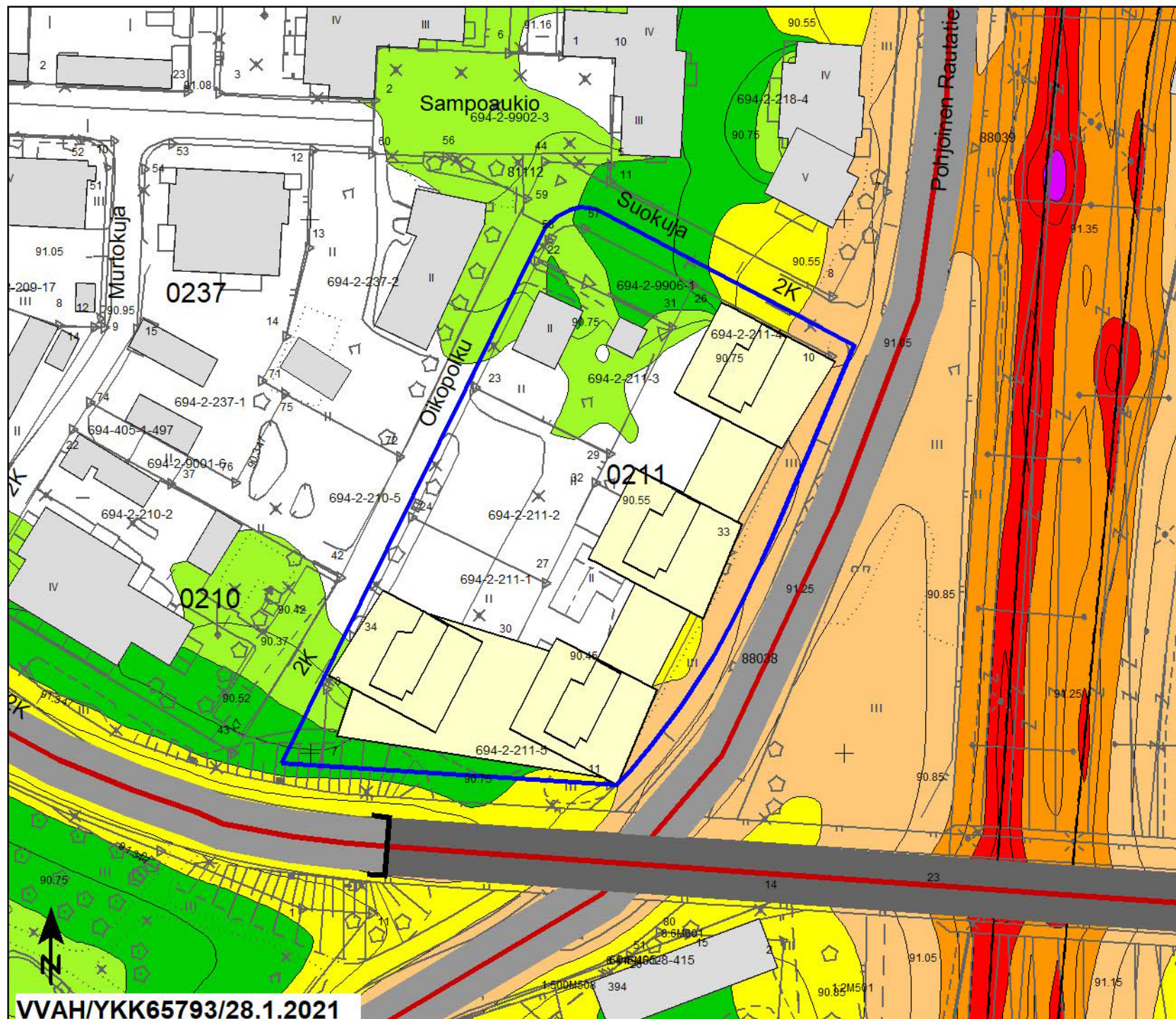
SITOWISE

Keskiaänitaso L_{Aeq}

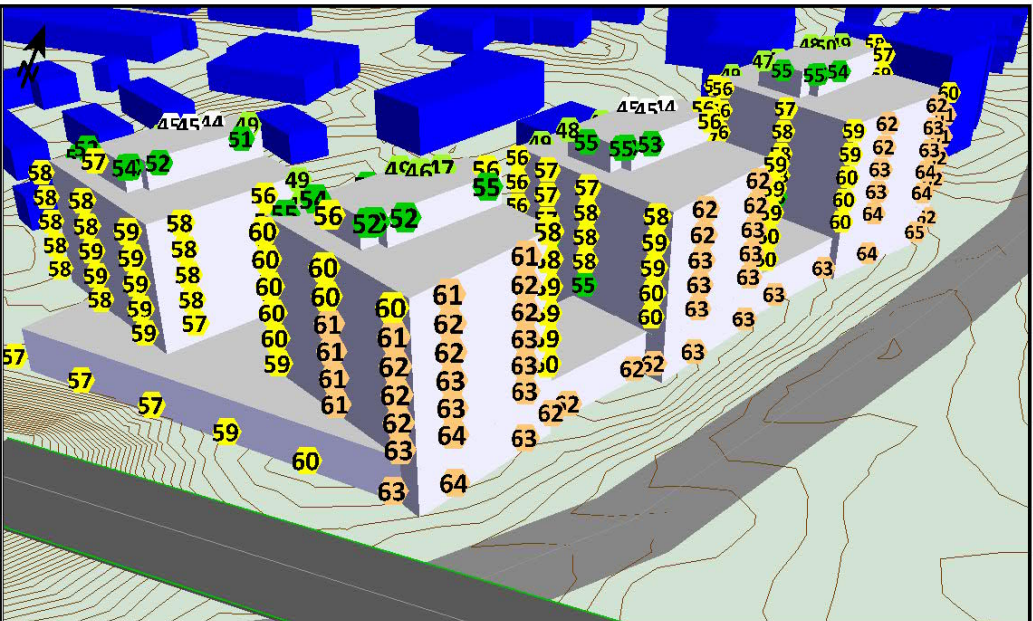
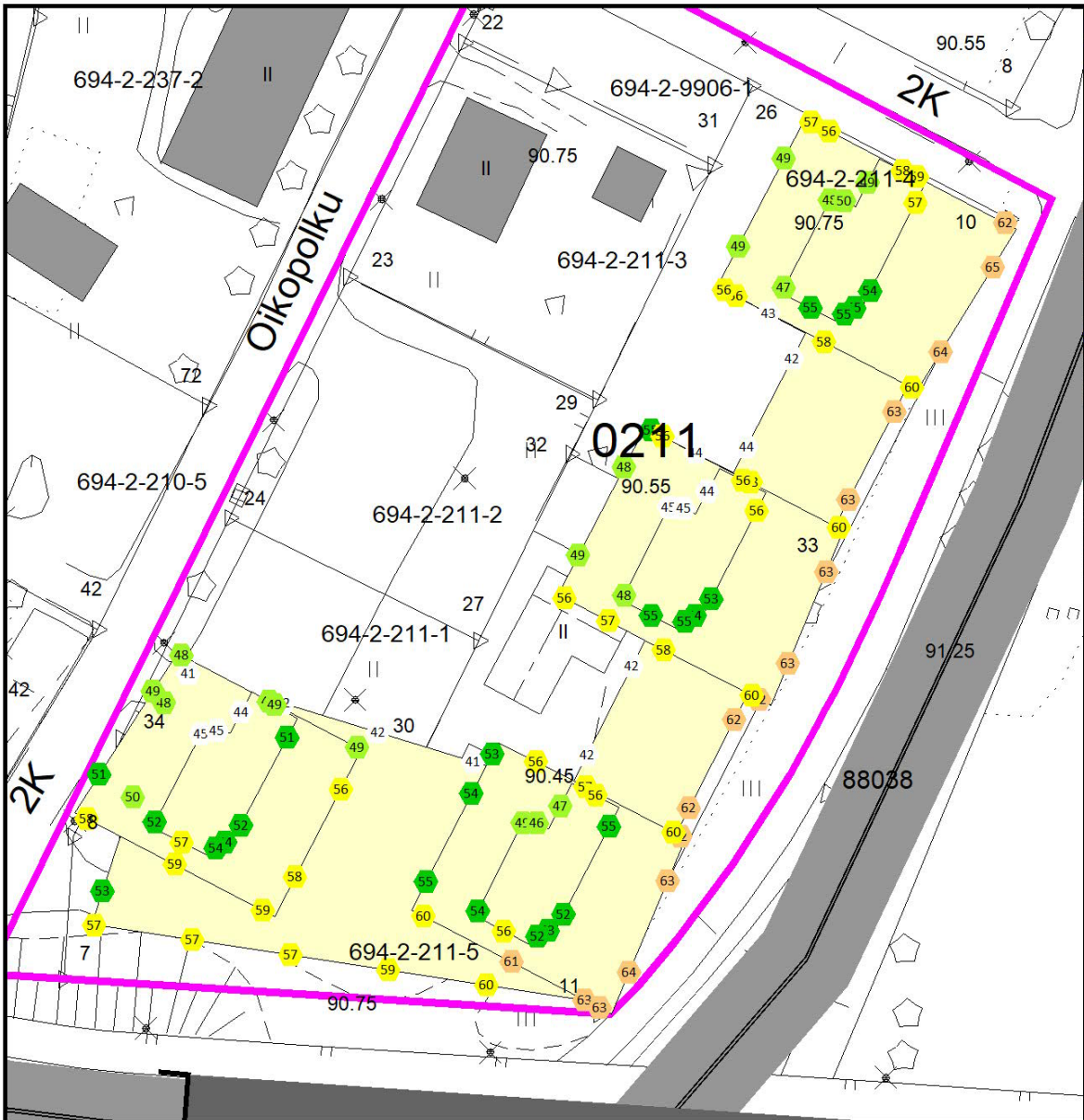
	≤ 45
45 <	≤ 50
50 <	≤ 55
55 <	≤ 60
60 <	≤ 65
65 <	≤ 70
70 <	≤ 75
75 <	

A4 1: 1000

0 7 14 21 28 m Liite 4



VVAH/YKK65793/28.1.2021



A3 1:500

0 5 10 15 20 m

VVAH/YKK65793/28.01.2021

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos
Riihimäki

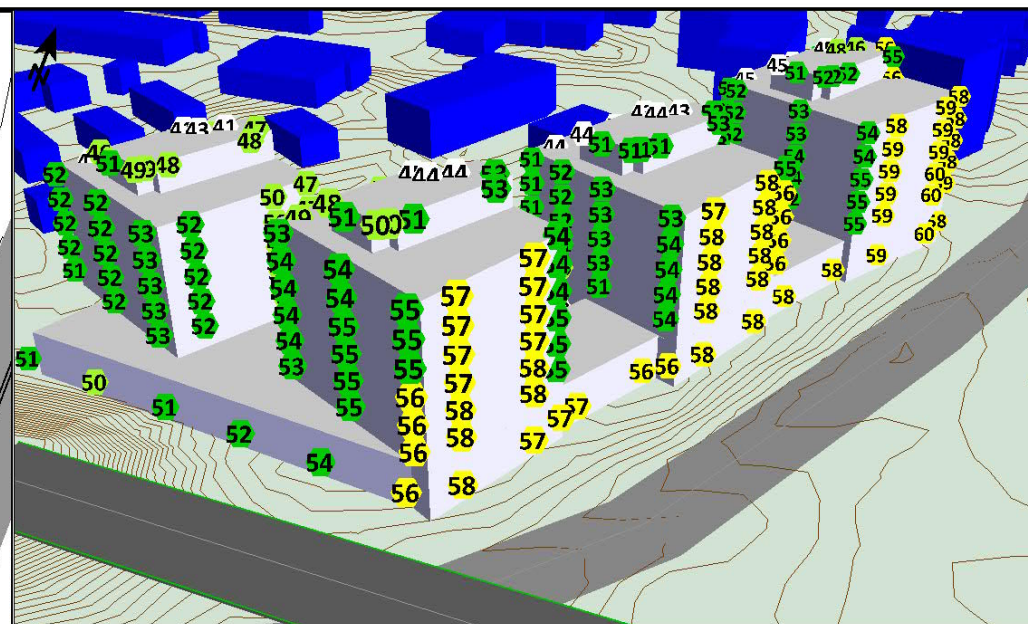
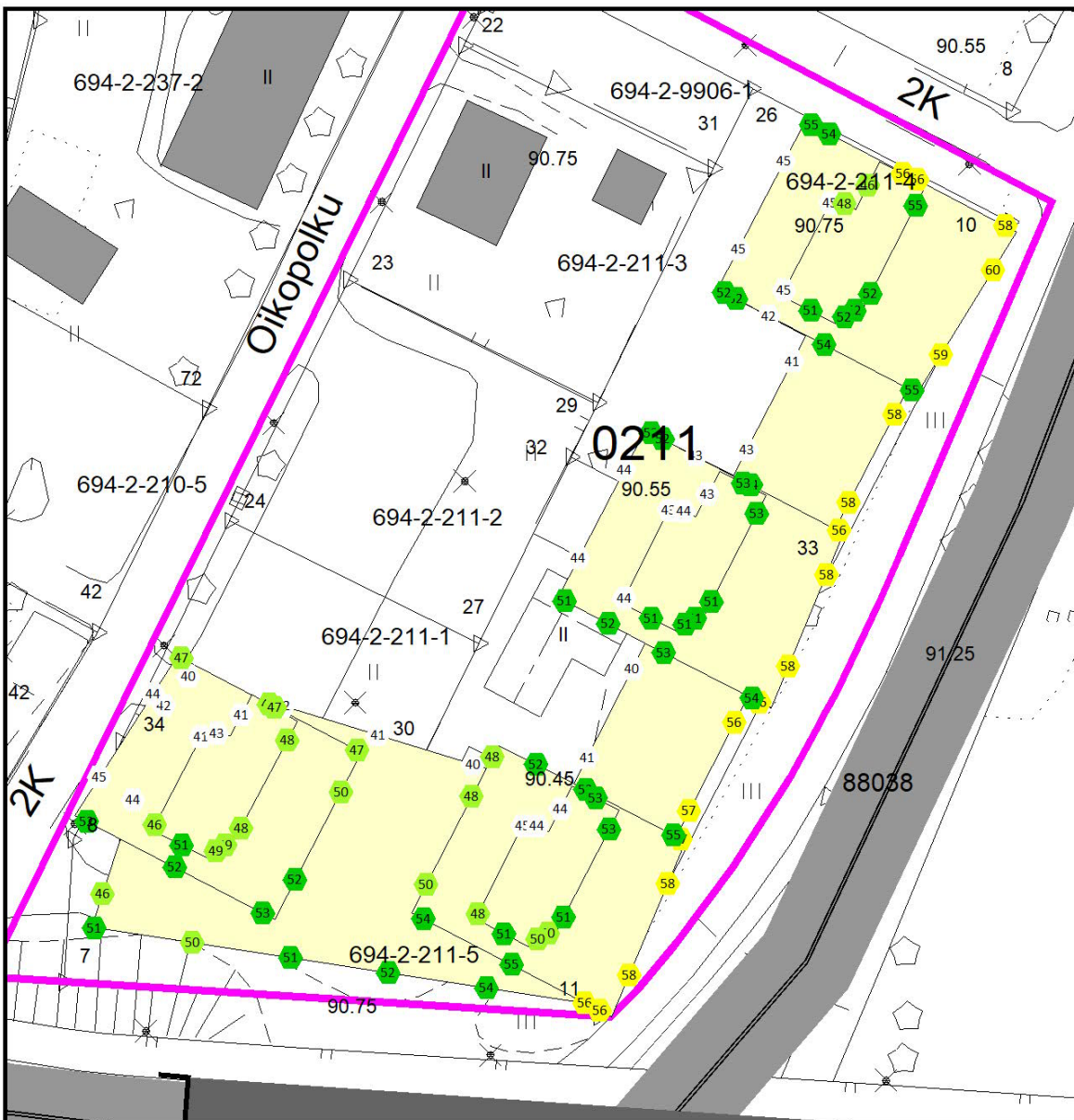
Ennustetilanne 2035 / 2050, keskiäänitaso L_{Aeq} , päiväaika klo 7-22

Vasemmalla laskentapistelinjan suurin keskiäänitaso
Oikealla esityksiä kerroskorkeuksittain

Keskiäänitaso L_{Aeq}

<= 45
45 < <= 50
50 < <= 55
55 < <= 60
60 < <= 65
65 < <= 70
70 < <= 75
75 <

Liite 5



A3 1:500

0 5 10 15 20
m

VVAH/YKK65793/28.01.2021

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos
Riihimäki

Ennustetilanne 2035 / 2050, keskiäänitaso L_{Aeq} , yöaika klo 22-7

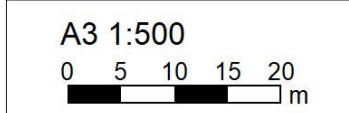
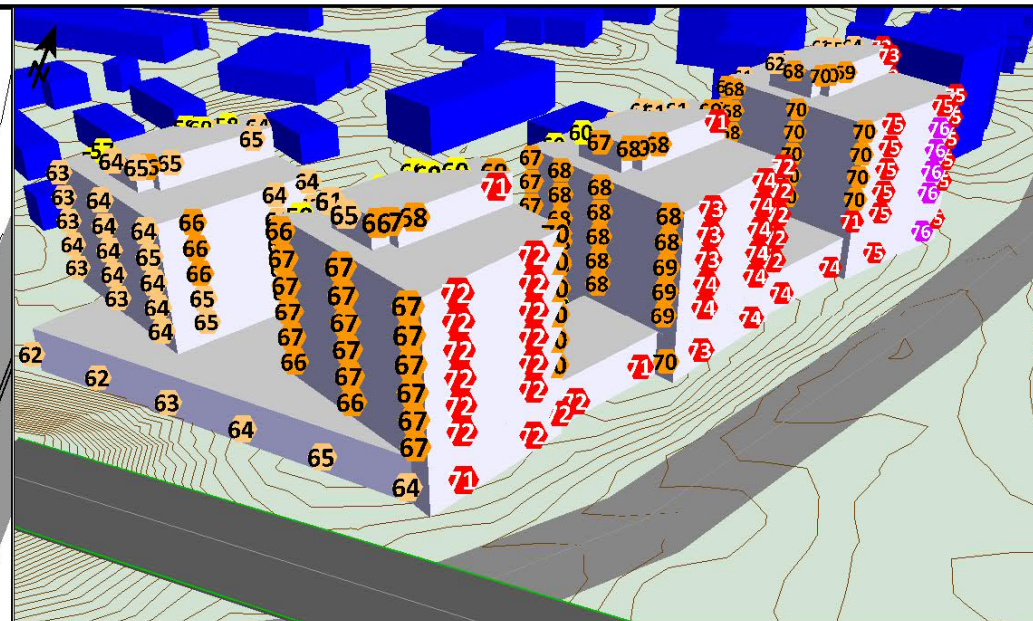
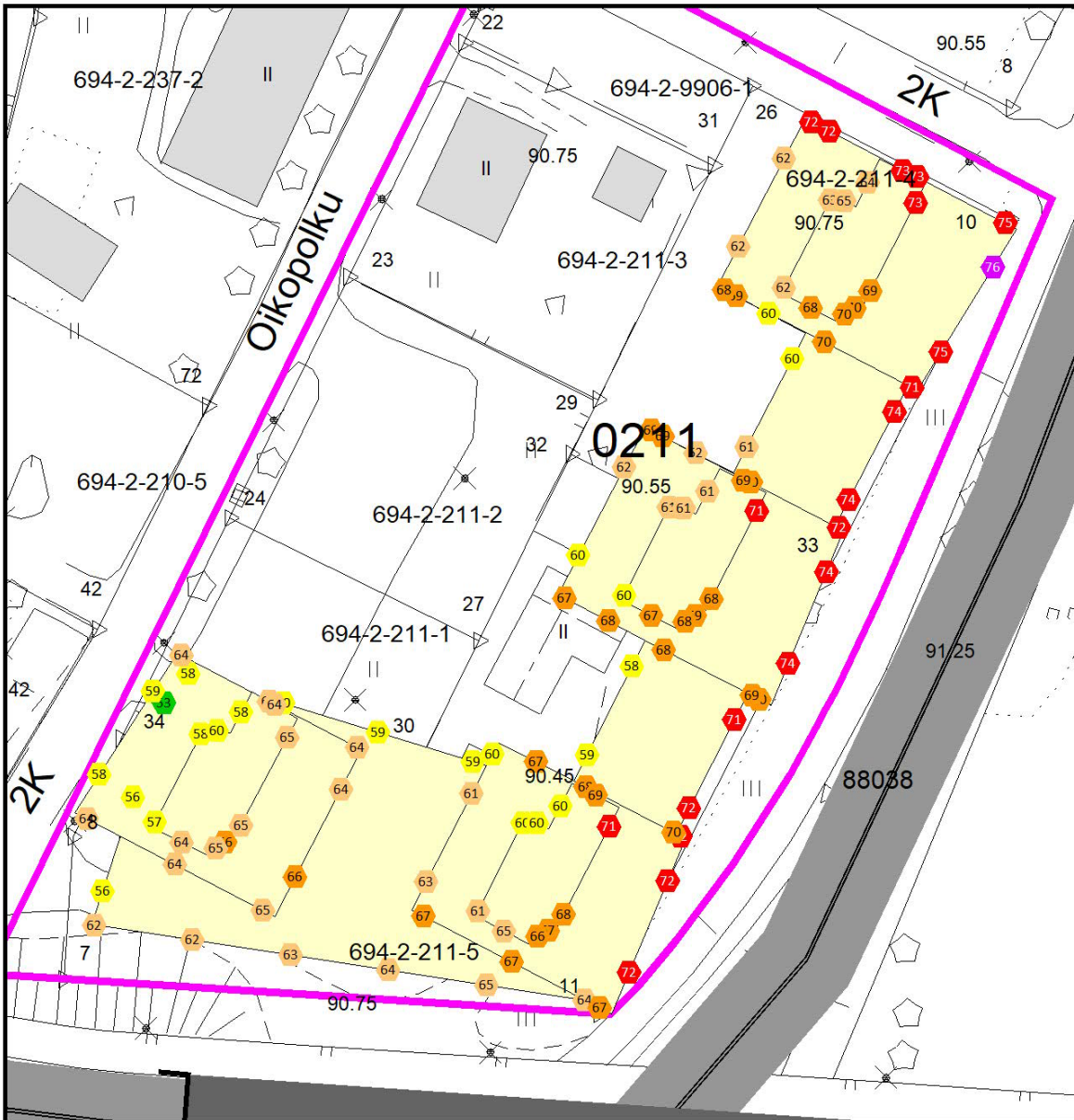
Vasemmalla laskentapistelinjan suurin keskiäänitaso
Oikealla esityksiä kerroskorkeuksittain

Keskiäänitaso L_{Aeq}

<= 45	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	<= 70
70 <	<= 75
75 <	

SITOWISE

Liite 6



VVAH/YKK65793/28.01.2021

Peukaloisen korttelin (2-211) asemakaavamuutos
Riihimäki

Raideliikenteen enimmäisäänitaso L_{AFMAX}

Melulähteenä huomioitu 500m pitkä venäläinen tavarajuna nopeudella 40km/h

Enimmäisäänitaso
 L_{AFMAX}

