

Liisa Kilpilehto, Benoît Gouatarbès, Tapio Lahti (TL Akustiikka)

5.4.2018

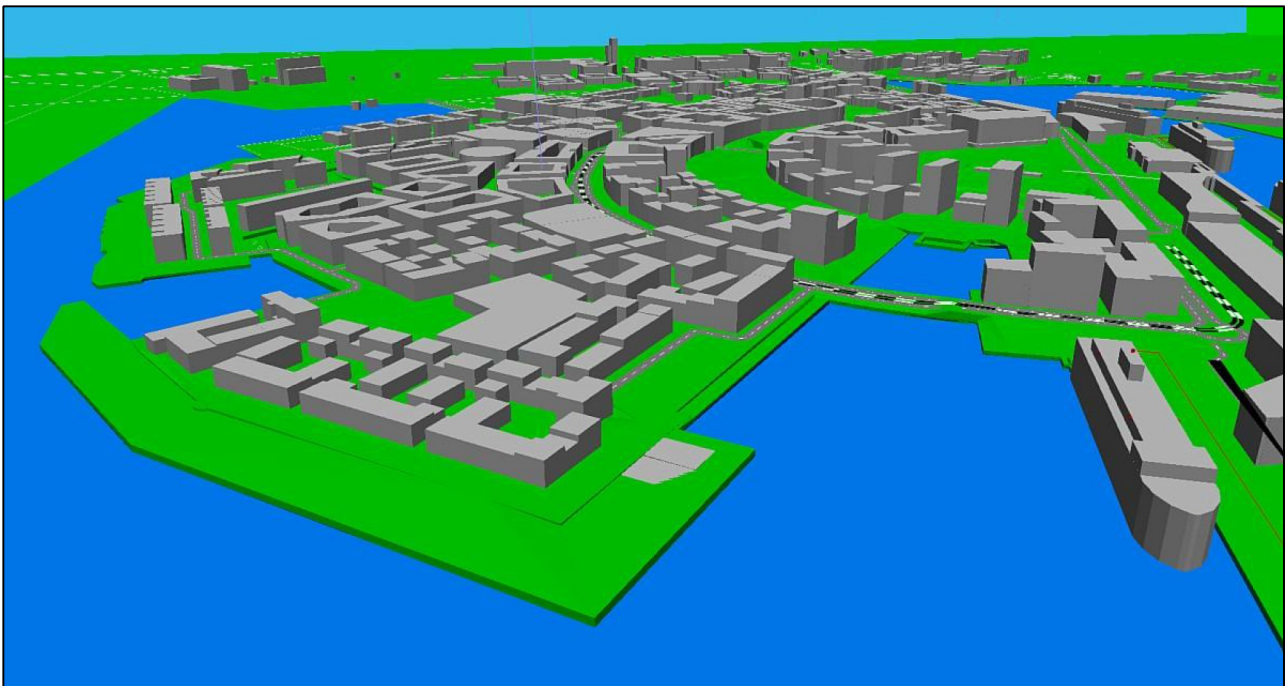
Asiakas: Helsingin kaupunki, Kaupunkiympäristön toimiala, Maankäyttö ja kaupunkirakenne,
Maankäytön yleissuunnittelu, Teknistaloudellinen suunnitteluyksikkö

Tilaus: 30.1.2018

Yhteyshenkilö: Matti Neuvonen

MELKINLAITURI

YMPÄRISTÖMELUSELVITYS



LAADUNVARMISTUS

Tämä dokumentti on laadittu, tarkastettu ja hyväksytty Akukonin laatujärjestelmän ohjeiden mukaisesti. Akukonin laatujärjestelmä täyttää standardin EN ISO/IEC 17025 vaatimukset. Laatujärjestelmä, joka täyttää edellä mainitun standardin vaatimukset täyttää myös ISO 9001 – standardin vaatimuksen.

Helsingissä 4.4.2018

Vastuullinen konsultti

Benoît Gouatarbès, DI, FISE AA

Suunnittelija

Liisa Kilpilehto, DI

SISÄLLYSLUETTELO

1	TAUSTA	5
1.1	TYÖN TAVOITE	5
1.2	SUUNNITTELUALUEEN JA -TEHTÄVÄN KUVAUS	5
1.3	MELUTASON OHJE-, RAJA- JA SUOSITUSARVOT	5
2	MELUN MALLILASKENTA	6
2.1	LASKENTA- JA MAASTOMALLI	6
2.2	LASKENTASUUREET JA -PISTEET.....	6
2.3	MELULÄHTEET	6
2.3.1	Laivat	6
2.3.2	Sataman laituriliikenne, lastaus ja purkaus	7
2.3.3	Katuliikenne.....	8
2.3.4	Raitioliikenne	8
2.4	RAITIOLIIKENTEN MELUPÄÄSTÖ.....	9
2.4.1	Suora rataosuus ja sillat.....	9
2.4.2	Risteykset ja vaihteet.....	9
2.4.3	Kaarrekirkkunta	9
2.5	LASKENTATILANTEET JA TULOSTEN TARKASTELUN LÄHTÖKOHDAT	10
3	LAIVAMELUN ERITYISPIIRTEET	10
3.1	PIENITAAJUISUUS	10
3.2	KAPEAKAISTAISUUS.....	11
4	RAKENNUSTEN ÄÄNIERISTYS	11
4.1	ÄÄNIERISTYSTAVOITTEET	11
4.2	JULKISIVUIHIN KOHDISTUVA MELU JA ÄÄNIERISTYSVAATIMUS.....	11
5	LASKENTATULOKSET	12
5.1	MELUKARTAT	12
6	TULOSTEN TARKASTELU	12
6.1	LAIVAMELU	12
6.2	LIIKKENEMELU	12
6.3	RAKENNUSTEN ÄÄNIERISTYKSEN MITOITUS	13
6.4	PIHA-ALUEET	13
6.5	PARVEKKEET.....	13
	VIITTEET	14

Liitteet

LIITE A1	tie- ja raitioliikenne, päiväaika
LIITE A2	tie- ja raitioliikenne, yöaika
LIITE A3	satamatoiminta, päiväaika
LIITE A4	satamatoiminta, yöaika (sis. maasähkö)
LIITE A5	kokonaismelu, päiväaika
LIITE A6	kokonaismelu, yöaika
LIITE B1	satamatoiminta, yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq,1h}$ yöaikaan, laivan apukoneet käytössä
LIITE B2	satamatoiminta, yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$, laivan apukoneet käytössä yhteensä 2 h
LIITE C	äänitasoerotus, suositukset

1 TAUSTA

1.1 Työn tavoite

Tämän meluselvityksen tavoitteena on yhteensovittaa ympäristömelun näkökulmasta Melkinlaiturin asemakaavan tavoitteet Länsisataman toiminnan ja kehittämismahdollisuuksien kanssa siten, että luodaan samanaikaisesti edellytykset terveellisen ja viihtyisän asuinympäristön rakentumiselle ja satamatoimintojen kehittymiselle. Meluselvitys on laadittu yhteistyössä Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan Teknistoloudellisen suunnitteluyksikön ja Länsisatama-tiimin sekä Helsingin Sataman kanssa.

1.2 Suunnittelualueen ja -tehtävän kuvaus

Helsingin Jätkäsaaren eteläosaan ollaan laatimassa Melkinlaiturin alueen asemakaavaa. Kohde sijaitsee Atlantinkadun länsipuolella, ja rajautuu pohjoisessa Kanariankatuun ja Barbadosenkujan. Länsisataman uuden terminaalin lähimmän laivapaikan (LJ8) etäisyys alueen kaakkoisreunalta on noin 180 m. Länsisataman toimintaa ohjaa ympäristölupa [2].

Sekä viihtyisän asuinympäristön että sataman ympäristöluvan kannalta on tärkeää pystyä määrittämään asuinrakennusten ulko-oleskelualueiden sijoittuminen siten, ettei kaavalla luoda ristiriitaa satamatoiminnalle asetettujen lupaehtojen toteuttamiselle. Samalla luodaan edellytykset melutason ohje- ja rajoitusten alittumiselle ulko-oleskeluun tarkoitetuilla alueilla, mikä on myös alueidenkäytön suunnittelun lähtökohta.

Kohteeseen kantautuu liikennemelua sekä autoliikenteestä että alueen kolmesta raitiolinjasta. Lisäksi kohteeseen kantautuu satamatoiminnan melua, joka etenkin yöaikaan on paikoitellen hallitsevaa liikennemelua verrattuna. Asemakaavaa varten tulee määrittää rakennusten julkisivuille äänitasoeroitusvaatimus ΔL_A . Koska Melkinlaituria ympäröi useita luonteeltaan varsin erilaisia melulähteitä, tulee se myös huomioida äänitasoerotusta asettaessa. Melkinlaiturin alueen kaakkoispuoleisten julkisivujen kohdalla laivamelu on yöaikaan määräävää, etenkin apumoottorien käydessä, sen pienitaajuisuuden takia. Tällä on vaikutusta mm. äänieristykseltään sopivien rakenteiden valitsemiseen.

1.3 Melutason ohje-, raja- ja suositusarvot

Ympäristömelun yleiset eli valtioneuvoston päätöksen [3] ohje- ja raja-arvot sisällä varsinaisissa asuinhuoneissa (mm. olo- ja makuuhuone) ovat päivällä 35 dB ja yöllä 30 dB sekä ulkona päivällä 55 dB ja yöllä 50 dB.

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa [4] on lisäksi erikseen asetettu yöaikaiselle musiikkimelulle tai muulle vastaavalle mahdollisesti unihäiriötä aiheuttavalle pienitaajuiselle melulle makuuhuoneiden toimenpiderajaksi 25 dB. Laivan apukoneen melu tulkitaan vastaavaksi pienitaajuiseksi meluksi.

Uudessa Ympäristöministeriön asetuksessa [5] määrätään, että impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei saa ylittää nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 dB. YM:n asetuksessa määrätään myös, että asuinrakennuksen ulkovaipan äänieristyksen (A-äänitasoeroitus) on oltava vähintään 30 dB (liikennemelua vastaan).

Ympäristöministeriön julkisivujen äänieristyksen mitoitusoppaassa [15] asunnoissa yöllä esiintyvälle enimmäistasolle suositellaan käytettäväksi tavoitearvoa $L_{Amax} \leq 45$ dB, jota sovelletaan tässä raitioliikenteen ohiajojen, risteys- ja vaihdekolinan sekä kaarrekirkunnan osalta.

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä [1] koskien sataman ympäristölupaa [2] annetaan sataman melulle raja-arvot: ”*Satamatoiminnasta aiheutuva melutaso ei saa asuinrakennusten sisäpihoilla tai muilla*

ulko-oleskelualueilla (mukaan lukien parvekkeet) ylittää melun A-painotettuna ekvivalenttitasona (L_{Aeq}) ilmaistuna päiväaikaan (klo 7-22) 55 dB eikä yöaikaan (klo 22-7) 50 dB.

Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, on mittaus- tai laskentatulokseen lisättävä 5 dB ennen sen vertaamista annettuun raja-arvoon.”

Tässä raportissa esitetään melulaskennan tulokset eri laskentatilanteille. Tulosten perusteella ulko-oleskelualueiden osalta luodaan edellytykset melutason raja- ja ohjearvojen alittumiselle ja annetaan suositukset rakennusten julkisivuille asetettaviksi äänitasoerotusvaatimuksiksi.

2 MELUN MALLILASKENTA

2.1 Laskenta- ja maastomalli

Ympäristömelun laskennat tehtiin Datakustik Cadna/A 2018 -tietokoneohjelmalla käyttäen yhteispohjoismaisia ympäristömelun laskentamalleja:

- katuliikenne: tieliikennemelun laskentamalli [6]
- raitiliikenne: raideliikennemelun laskentamalli [7]
- satamatoiminta sis. laivat sekä raitioliikenteen vaihdekolina ja kaarrekirskunta: yleinen ympäristömelun laskentamalli [8]

Alueen kolmiulotteinen melulähde- ja maastomalli päivitettiin vuonna 2015 tehdyn meluselvityksen [9] mallin pohjalta. Melkinlaiturin asuinkorttelit ja raitiolinjat päivitettiin vastaamaan 5.2.2018 päivättyjä kaavaluonnoskuvaa ja havainnekuvaa. Pihakansien korkotaso on +7.00.

2.2 Laskentasuureet ja -pisteet

Laskentasuureena oli tavallinen A-keskiäänitaso L_{Aeq} päivä- (klo 7-22) ja yöajalle (klo 22-7). Lisäksi yhden tunnin keskiäänitasoa $L_{Aeq,1h}$ tarkasteltiin erikseen laivan ollessa yön aikana laituri paikassa LJ8. Selvityksen tulokset eli lasketut melutasot esitetään sekä julkisivuihin kohdistuvina melutasoina että maanpinnalla, mm. piholla esiintyvänä melutasovyöhykkeinä.

Pihojen äänitasot ovat kokonaismelutasoja siinä mielessä, että ne sisältävät kaikki heijastukset kovista pystypinnoista kuten talojen ulkoseinistä. Tällainen laskentatulokset edustaa ulkotilojen melua.

Seinän itsensä heijastusta ei oteta huomioon rakennuksen julkisivuun kohdistuvaa melutasoa arvioitaessa. Julkisivuihin kohdistuvan ulkomelun arvot lasketaan niin, että heijastuksen osuus on poistettu. Siten aivan seinän lähellä julkisivulle kohdistuva äänitaso on n. 3 dB pienempi kuin mitä melukartta näyttää seinän lähellä. Julkisivujen laskentapisteen tuloksissa äänitaso on suoraan julkisivulle kohdistuva melutaso.

Melukartan laskenta tehtiin käyttäen 5×5 m² suuruisia laskentaruutuja. Laskentapisteen sijainti tavalliseen tapaan 2 m korkeudella maanpinnasta. Lähimpien rakennusten julkisivujen melutasojakautumat laskettiin siten, että laskentapistettä sijoitettiin kunkin kerroksen korkeudelle ja vaakasuunnassa enintään 10 m välein.

2.3 Melulähteet

2.3.1 Laivat

Laskennassa käytettiin *taulukossa 1* esitettyjä laivojen satamassa olon aikoja. Selvityksessä lähtökohdalla oletettiin, että satamassa yöpyy yhteensä kolme matkustaja-alusta ja yksi risteilijä (Herne-saari).

Taulukko 1. Laivojen laituripaikkojen käyttö päivä- ja yöaikaan.

laituripaikka	päivä	yö
Jätkäsaari (matkustajalaivat)		
LJ3	11 h	–
LJ4	11 h	–
LJ5	4 h	–
LJ6	6 h	9 h
LJ7	6,5 h	9 h
LJ8*	4 h	9 h (maasähkö)
Hernesaari (risteilijät)		
LHB	10 h	–
LHC	10 h	9 h
LHD	10 h	–

* Laivan yöpyessä laivapaikassa LJ8 se kytketään maasähköön, mikä tarkoittaa, että apukoneet eivät ole käynnissä. Laivan valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja muu tekninen laitteisto toimivat maasähkön avulla. Mikäli laivapaikan LJ8 laiva ei ole satamassa koko yötä, on myös tarkasteltu tilannetta, jossa laiva voi olla yöaikana yhteensä kahden tunnin ajan laiturissa. Tällöin oleskeluaika on liian lyhyt maasähkön käyttöön, joten tässä tarkasteluvaihtoehdossa laivan apukoneiden oletettiin olevan käynnissä kahden tunnin ajan.

Laskennan melupäästötietoina käytettiin aikaisemmissa selvityksissä määritettyjä melupäästöjä. Toimistomme on mitannut Helsingin satamissa käyvien matkustaja- ja risteilylaivojen melua sekä useiden eri meluselvitysten osana että erillismittauksina vuodesta 1997 alkaen. Laivojen melupäästöjen tiedokannassa on yhteensä 31 linjamatkustajalaivan ja 29 risteilijän mittaustulokset.

Keskimäärin Helsinkiin vuonna 2017 liikennöivien linjamatkustajalaivojen sekä mitattujen risteilijöiden melupäästöt (A-äänitehotasot L_{WA}) ovat seuraavat:

keskimääräinen matkustajalaiva	$L_{WA} = 108 \text{ dB}$
keskimääräinen risteilijä	$L_{WA} = 106 \text{ dB}$

Tämän selvityksen laskennassa kaikkien laivojen oletettiin olevan melultaan keskimääräisiä.

2.3.2 Sataman laituriliikenne, lastaus ja purkaus

Satamatoiminnasta aiheutuu laivojen melun lisäksi laiturialueella liikkuvien vetomestareiden ja autojen melua sekä ramppikolinaa.

Laivojen lastauksen ja purkamisen melu muodostuu siitä, että autot ja (irtoperävaunuja siirtelevät) vetomestarit ajavat laivaan ja laivasta pois. Laituriliikenteen melun määrää autojen ja perävaunujen lukumäärä. Laituriliikenteen melulähteitä ovat lisäksi ramppien kolina autojen ylittäessä ne. Ramppikolinkan melupäästö määräytyy ajoneuvojen lukumäärän mukaan. Ramppikolinan melupäästö tunnetaan aikaisempien selvitysten perusteella. Kuten aikaisemmissakin selvityksissä, rampeja käsiteltiin erillisinä impulssimaisina melulähteinä ja niiden melupäästöön liitettiin 5 dB impulssikorjaus.

Satama-alueen ajoneuvo- ja työkoneliikenne perustui vuoden 2012 meluselvityksen [10] tilastotietoon keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä. Se käsitti sekä laivojen kuljettamat ajoneuvot että vetomestarien liikkumisen, jaettuna päivä- ja yöajalle. Liikenteen kasvuennusteen mukaan määriä lisättiin 20 %.

Työskentelevän vetomestarin melupäästö (energiakeskiarvona laskettu A-äänitehotaso L_{WA}) on $L_{WA} = 107 \text{ dB}$. Vetomestarien melupäästötieto on peräisin Vuosaaren satamassa kesällä 2013 tehdyistä päästömittauksista.

Yöajan melun laskenta sisältää sen osan purkamis- ja lastausliikenteestä, jota tapahtuu klo 22–7 välisenä aikana. Yöajan melu sisältää ajoneuvojen liikkumisen samoin lukumäärän perusteella. Vetomes-tareiden oletettiin liikkuvan vain päiväaikaan.

2.3.3 Katuliikenne

Laskennassa otettiin huomioon Jätkäsaaren liikenne kaikilta kaduilta, joiden keskimääräinen liikenne ylitti 500 ajoneuvoa/vrk. Vähäliikenteisillä kaduilla ei ole merkittävää vaikutusta kokonaismeluun suunnittelualueen rakennusten ja pihojen kohdalla.

Laskennassa käytetyt liikennetiedot vastaavat ennustetilannetta vuodelle 2035 (päivätty 1.7.2015, Anna Nervola). Tiedot ovat samoja, joita käytettiin aiemmissa meluselvityksissä. Nopeusrajoitukset on päivitetty saatujen tietojen mukaisesti (2.2.2018, Matti Neuvonen). Tulimaankadun liikennemäärät tarkistettiin alueen liikennesuunnittelijalta (19.2.2018, Teemu Vuohtoniemi). Käytetyt liikennetiedot on ilmoitettu *taulukossa 2*. Liikennemäärät vastaavat lopullista tilannetta, jolloin Jätkäsaari on valmistunut.

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt katuliikenteen määrät ja nopeudet.

katu	vrk-liikenne	raskas-%	nopeus, km/h
Tyynenmerekatu osa 1	13 000	15	40
Tyynenmerekatu osa 2	10 000	15	40
Tyynenmerekatu osa 3	5 000	7	40
Välimerenkatu	10 000	7	30
Selkämerenkatu	5 000	5	30
Länsisatamankatu osa 1	10 000	7	40
Länsisatamankatu osa 2	12 000	7	40
Länsisatamankatu osa 3	6 000	7	30
Atlantinkatu	8 000	7	30
Atlantinkadun silta	3 000	7	30
Saukonkatu	2 000	7	30
Saukonlaiturin ja Melkinlaiturin tonttikadut	2 000	5	30
Tulimaankatu	500	5	30
Kanariankatu	4 000	5	30
Jätkäsaarenlaituri	22 000	15	30

Tieliikenteen jakautumaksi päivän ja yön välillä oletettiin tavalliseen tapaan 90 % – 10 %.

Melutaso ei ole herkkä liikenteen vaihteluille. Esimerkiksi 50 % kasvu liikennemäärässä aiheuttaa melutasoon vain 1,8 dB lisäyksen.

2.3.4 Raitioliikenne

Raitioliikenne mallinnettiin Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston Länsisatama-projektin liikennesuunnittelulta saatujen tietojen mukaisesti (päivätty 1.7.2015). Vaunujen määrät vastasivat vuoden 2015 meluselvityksessä käytettyjä määriä. Nopeusrajoitukset päivitettiin saatujen tietojen mukaisesti (2.2.2018, Matti Neuvonen). Raitiovaunujen melupäästön oletettiin vastaavan nykyisen Artic-vaunun melupäästöä.

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt raitioliikenteen liikennemäärätiedot. Raitiovaunujen oletettiin olevan vastaavaan melupäästöltä Artic-vaunua.

raitiovaununlinja	päivä	yö	nopeus, km/h
linja 7	89	23	30
linja 8	89	14	30
linja 9	89	14	30

2.4 Raitioliikenteen melupäästö

2.4.1 Suora rataosuus ja sillat

Raitiovaunun melupäästö riippuu sekä radan pintarakenteesta että radan perustuksesta. Melupäästönä käytettiin uuden Artic-vaunun melupäästöä [11].

Ahdinsillan osuudella käytettiin WSP:n Crusellin sillan melumittauksissa [12] määrittämää melupäästöä, joka on hieman suurempi kuin maaosuuksien melupäästö.

2.4.2 Risteykset ja vaihteet

Keskiäänitason laskenta

Raiteiden risteyksissä ja vaihteissa syntyy kolinaa. Keskiäänitason L_{Aeq} laskentaa varten Artic-raitiovaunun melupäästö eli äänitehotaso raideristikoiden laskettiin seuraavalla yhtälöllä:

$$L_{WA} = L_{QA} + 10 \lg N - 10 \lg T + K_1 \quad [\text{dB}]$$

missä T on päivän/yön kesto sekunteina, N on vaunujen lukumäärä päivällä/yöllä, K_1 on impulssikorjaus (5 dB), L_{QA} on kolinatapahtuman melupäästö eli A-äänienergiataso. Laskennassa käytettiin Artic-vaunun vaihdekolinan A-äänienergiatasona L_{QA} 113 dB [14] X-ristikossa ja 111 dB Y-ristikossa. Tämä päästö esiintyy 14 km/h nopeudella.

Impulssikorjaus $K_1 = 5$ dB on lisätty mallin ristikkojen pistelähteisiin.

Enimmäisäänitason laskenta

Vaihdekolinan enimmäisäänitaso L_{AFmax} laskettiin käyttäen A-äänienergiatasoa L_{QA} 113 dB [14] X-ristikossa ja 111 dB Y-ristikossa, jotka esiintyvät nopeudella 14 km/h. Laskennassa otettiin huomioon mitatun Artic-vaunun telien määrä.

X- ja Y-ristikot on esitetty punaisina risteinä *liitteiden A1-A6* kartoissa.

Radan viivamelulähde katkaistiin mallissa vaihdekolinan pistemelulähteen molemmin puolin 30 m matkalla, koska vaihdekolinan melu on vaihteen läheisyydessä selvästi voimakkaampaa kuin vakiomelut sileillä kiskoilla ja toisaalta vaunun nopeus on selvästi pienempi vaihteen kohdalla kuin muualla. Etäisyyden 30 m on arvioitu olevan sopiva keskimääräiseksi matkaksi risteys- ja vaihdemelun mittaustulosten perusteella [13].

2.4.3 Kaarrekirskunta

Kirskunnan esiintyminen on sattumanvaraista. Kirskuntaa esiintyy yleensä todennäköisimmin tiukoissa kaarteissa.

Samoin kuin vaihdemelu, kaarrekirskunnan aiheuttama melu otettiin huomioon sekä keskiäänitason että enimmäisäänitason laskennassa. Melupäästön lähtötietona käytettiin WSP:n mittaustuloksia [12] Saukonpaaden ja Arabian kaarteista: äänialtistustaso L_{AE} 91 dB (keskiarvo kaikista ohituksista) normalisoituna 10 m etäisyydelle.

Kaarteet, joissa arvioitiin kirskuntaa esiintyvän, on esitetty punaisiin viivoihin *liitteiden A1-A6* kartoissa.

Radan viivamelulähde katkaistiin mallissa kirskunnan viivamelulähteen kohdalla. Kaarteissa raitiovaunun nopeus on vähäisempi kuin suoralla rataosuudella ja kirskunnan melun on tavallista vakioliikkumisen melua merkittävämpi.

2.5 Laskentatilanteet ja tulosten tarkastelun lähtökohdat

Tässä selvityksessä tarkasteltiin tilannetta, jossa Jätkäsaaren alueen rakentaminen on valmistunut. Melkinlaiturin kaava-alueen ja laituripaikkojen LJ7 sekä LJ8 väliin jäävät myöhemmin suunniteltavat rakennusmassat eivät laskennassa vaikuttaneen tuloksiin.

Laskenta tehtiin erikseen liikennemelulle ja satamatoiminnan melulle sekä yhdistetylle kokonaismelulle. Satamatoiminnalla tarkoitetaan laivojen lisäksi myös satama-alueen sisäistä liikennettä, vetomestareita ja ramppikolinää. Laskentatulokset esitetään liikenteen ja sataman melulle erikseen sekä niiden yhteiselle kokonaismelulle päivällä ja yöllä. Ulko-oleskelualueiden osalta mitoittavaksi laskentatilanteeksi osoittautui kokonaismelutilanne, jossa laiturissa LJ8 on laiva maasähkössä koko yön (*liite A6*).

Laivanpaikan LJ8 lisätarkastelua varten tehtiin erillinen laskenta. Mikäli laiva on yöllä lyhytaikaisesti satamassa, sen apukone on käynnissä purkamisen ja lastaamisen ajan. Melkinlaiturin asuinkortteleiden rakennusten äänieristysvaatimuksia tarkasteltiin yhden tunnin yöaikaisen keskiäänitason perusteella, jolloin laivan apukone on käynnissä (*liite B1*). Yhden tunnin tarkastelu-aika perustuu STM:n asumisterveysasetukseen.

Pelkän satamatoiminnan melua tarkasteltiin asuinrakennusten sisäpihoilla ja muilla ulko-oleskelualueilla (sis. parvekkeet) päivällä ja yöllä vertaamalla sitä Sataman ympäristöluvan raja-arvoihin. Yön keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ laskettiin kahdelle eri tilanteelle: ensimmäisessä tilanteessa LJ8:ssa yöpyvä laiva on kytketty maasähkөөn koko yön (*liite A4*) ja toisessa laiva on laiturissa LJ8 yhteensä 2 h (*liite B2*).

Parvekelasituksen äänieristysvaatimuksia tarkasteltiin ottamalla huomioon satamatoiminnan melun ja liikennemelun yhdistetty kokonaisvaikutus.

3 LAIVAMELUN ERITYISPIIRTEET

3.1 Pienitaajuisuus

Laivojen melu saattaa aiheuttaa ongelmia satamaa lähimpien asuinrakennusten sataman puoleisilla julkisivuilla. Äänieristyksen kannalta haastavinta on, että laivamelun spektrin muoto poikkeaa tuntuvasti muiden tavallisten ympäristömelun lajien, kuten auto-, juna- ja lentoliikenteen melun spektreistä.

Laivamelu on yleensä korostetun pienitaajuisia. Pienitaajuinen melu on erityisen hankalaa siksi, että rakennusten julkisivut eristävät sitä selvästi huonommin kuin esim. tavallista katuliikennemelua. Pienitaajuisen melun aiheuttaa laivojen apukone, joka on yleensä käynnissä koko satamassa oleskelun ajan. Apukone on pääkonetta pienempi mutta kuitenkin suhteellisen suuri dieselmoottori, jonka voimalla tuotetaan laivan satamassa tarvitsema sähkö, mm. lämmitystä, valaistusta ja ilmanvaihtoa sekä muita laitteita varten. Apukone sijaitsee laivan konehuoneessa ja sen melu tulee suurimmaksi osaksi ulos pakoputken suusta, joka yleensä sijaitsee savupiipun huipulla.

Suurella osalla matkustajalaivoista ja käytännössä kaikilla risteilijöillä merkittävä osa kokonaismelusta liittyy kuitenkin ilmanvaihtoon, joka toimii käyttövoiman lähteestä riippumatta. IV-melu ei ole pienitaajuisia.

Yksi mahdollinen ratkaisu apukoneen pienitaajuisen melun ongelmaan saattaa olla maasähkön käyttö yöpymisen aikana. Tässä selvityksessä oletetaan, että laituripaikassa LJ8 koko yön yöpyvä laiva käyttää maasähköä. Siirtyminen maasähkön käyttöön pienentää melun pienitaajuisia osuutta ja periaatteessa myös kokonaismelua, koska maasähkön ansiosta apukonetta ei enää tarvitse pitää käynnissä.

Maasähköä käyttävistä laivoista on vain vähän mittaustietoja. Laivat ja niiden melupäästöt ovat kuitenkin yksilöllisiä ja ne voivat poiketa melko suuresti toisiltaan. *TL Akustiikka* on mitannut Viking Linen Gabriellan ja Mariellan melupäästön Katajanokan satamassa maasähkön käytön aikana. Tässä selvityksessä maasähköä käyttävän laivan melupäästönä käytetään Gabriellan mittaustulosta (A-ääniteho-taso L_{WA} 104 dB), joka on mitatuista päästöistä suurempi.

3.2 Kapeakaistaisuus

Joidenkin laivojen melupäästö saattaa olla spektriltään kapeakaistaista. Sataman ympäristöluvassa ja asumisterveysasetuksessa on myös kapeakaistaiselle melulle asetettu +5 dB korjaus.

Tarkastelu on tehty siitä lähtökohdasta, että laituriin ei sijoitu laivoja, joista aiheutuu kapeakaistaista melua kaavoitettavalla asuinalueella. Erityisesti tämä koskee lähimmäksi kaava-aluetta sijoittuvaa laituri- ja laituripaikkaa LJ8. Kapeakaistaisuus on laivakohtainen ominaisuus, ja tällä hetkellä Helsinkiin liikennöivien matkustajalaivojen melu ei ole kapeakaistaista. Lisäksi tietyn tarkastelupaikan etäisyys melulähteestä vaikuttaa havaittavaan kapeakaistaisuuteen. Se vähenee, kun etäisyys kasvaa. Kapeakaistaisuuden esiintyminen riippuu siten mm. tarkastelukohdan sijainnista. Kapeakaistaisuus voidaan todentaa vain mittauksin tapauskohtaisesti tarkastelupisteissä.

4 RAKENNUSTEN ÄÄNIERISTYS

4.1 Äänieristystavoitteet

Ympäristömelun yleiset ohjearvot sisällä varsinaisissa asuinhuoneissa (mm. olo- ja makuuhuone) ovat päivällä 35 dB ja yöllä 30 dB [3]. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa [4] on lisäksi erikseen annettu yöaikaiselle musiikkimelulle tai muulle vastaavalle pienitaajuiselle melulle makuuhuoneiden toimenpiderajaksi 25 dB. Lisäksi uudessa Ympäristöministeriön asetuksessa [5] määrätään, että impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 dB.

Apukonettaan käyttävän laivan melu on yleensä asumisterveysasetuksen mukaista "muuta vastaavaa pienitaajuisia melua" tai Ympäristöministeriön asetuksen "kapeakaistaista tai pienitaajuisia melua". Tällä perusteella laivojen yöaikaisen melun haitallisuutta asuintiloissa on syytä arvioida käyttäen tavalista tiukempaa toimenpiderajaa 25 dB.

Raitiliikenteen yöaikaista melua asunnoissa on syytä tarkastella keskiäänitason lisäksi myös ohiajon, vaihdekolinan ja kaarrekirskunnan enimmäisäänitasona L_{Amax} , joka voi yöllä häiritä unta. Ympäristömelun sisällä asunnossa aiheuttamalle enimmäistason ei kuitenkaan ole sitovia vaatimuksia. Ympäristöministeriön julkisivujen äänieristysmitoitussopissa [15] asunnoissa yöllä esiintyvälle enimmäistason suositellaan käytettäväksi tavoitearvoa $L_{Amax} \leq 45$ dB.

Kaavoituksessa esitettävä äänieristysvaatimus määritellään julkisivuun kohdistuvan ulkomelun A-äänitason ja sisämelun A-äänitason tavoitearvon erotuksena. Tarkemmin A-äänitasoerotus ΔL_A edustaa äänieristystä nimettyä ympäristömelun lajia, kuten tieliikennemelua vastaan. Kohteissa, joissa laivojen melu on otettava erityisesti huomioon, äänieristys määritetään "äänitasoerotuksena laivamelua vastaan" ΔL_{As} , jonka laskennassa käytetään sisätilan tiukempaa äänitasoa 25 dB. Tällöin julkisivujen äänieristys tulee mitoittaa erillisen ohjeen [15] mukaan.

Äänieristystavoitteiden osalta laivamelun mahdollinen kapeakaistaisuus tulee otetuksi huomioon, kun käytetään laivamelun tiukempaa toimenpiderajaa 25 dB asuintiloissa. Tämä toimenpideraja sisältää +5 dB pientaajuuskorjauksen. Kapeakaistakorjaus ja pientaajuuskorjaus ovat molemmat saman luonteisia haitallisuuskorjauksia, joita käytetään vain kerran. Vaikka laivan melu olisi kapeakaistaista, ei +5 dB kapeakaistakorjausta käytetä pientaajuuskorjauksen lisäksi.

4.2 Julkisivuihin kohdistuva melu ja äänieristysvaatimus

Tulosten tarkastelu tehdään vain suunnittelualueen asuinrakennusten kohdalla. Niissä yöaikaisen sisämelun sallittu äänitaso on 25 dB, kun laivamelun esiintyminen on hallitsevaa. Osassa rakennuksia liikennemelua on vaatimusten kannalta määräävää, jolloin käytetään sisämelun päiväajan ohjearvoa 35 dB.

Raitioliikenteen ohiajojen, vaihdekolinan ja kaarrekirskunnan tapauksessa käytetään sisämelun mitoitettavana äänitasona enimmäisäänitasoa L_{Amax} 45 dB.

5 LASKENTATULOKSET

5.1 Melukartat

Melukartat esitetään tilanteelle, jossa rakentaminen on valmista Jätkäsaaren alueella. Melukartat on jaettu *taulukon 4* mukaisesti.

Pihojen melutason lisäksi liitteissä on esitetty rakennusten julkisivuille kohdistuva melutaso. Se on laskettu kerroskohtaisesti. Rakennusten seinillä olevat kahdeksankulmaiset tunnukset ilmoittavat suurimman kyseiselle julkisivun kohdalle kohdistuvan ulkomelun keskiäänitason L_{Aeq} .

Taulukko 4. Liitteiden melukartat

melulähteet	päivä	yö
tie- ja raitioliikenne	A1 ($L_{Aeq,7-22}$)	A2 ($L_{Aeq,22-7}$)
satamatoiminta	A3 ($L_{Aeq,7-22}$)	A4 (LJ8, maasähkö) ($L_{Aeq,22-7}$)
kokonaismelutasot (liikenne+satama)	A5 ($L_{Aeq,7-22}$)	A6 ($L_{Aeq,22-7}$)
laivapaikalla LJ8 laiva, apukoneet käytössä 1 h	–	B1 ($L_{Aeq,1h}$)*
laivapaikalla LJ8 laiva, apukoneet käytössä 2 h	–	B2 ($L_{Aeq,22-7}$)

* vain Melkinlaiturin alueen rakennusten julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot, ei melukarttaa.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Laivamelu

Laituripaikassa LJ8 koko yön olevan ja maasähköä käyttävän laivan yöaikaisen melun pienitaajuisuus (ja mahdollinen kapeakaistaisuus) ei ole ongelma. Laivamelu ei tässä tapauksessa ole määräävä. Julkisivujen äänieristysvaatimusten osalta varaudutaan kuitenkin siihen, että laiva voi käydä yöaikaan lyhytaikaisesti laiturissa LJ8. Silloin se käyttää apumoottoria, jolloin meluun sovelletaan 1 tunnin raja-arvoa 25 dB ja äänieristystavoitteet mitoitetaan sen mukaisesti.

HUOM! Julkisivun eri osien äänieristyksen mitoituksessa lasketaan tavallisesti rakennekohtaiset vähimmäisvaatimukset ilmaäänieristysluvulle $R_{A,tr}$ äänitasoerotuksen perusteella. Kyseinen suure on tarkoitettu katuliikenteen melulle. Se ei kuitenkaan ole riittävä laivamelua vastaan, sillä se ei ota pieniä taajuuksia huomioon. Julkisivun äänieristyksen mitoitusmenettelyssä laivamelua vastaan [16] tulee tarkastella erityistä laivamelun äänieristyslukua $R_{A,s}$, jonka lukuarvo on tavallisesti noin 5–7 dB suurempi kuin liikennemelun äänieristysluvun $R_{A,tr}$. Arvioinnin tekee kokenut akustiikkasuunnittelija, sillä tuotevalmistajilla ei yleensä ole esittää mitoitukseen tarvittavia ja riittäviä mittaustuloksia.

6.2 Liikennemelu

Autoliikenteen aiheuttama melutaso ei ole määräävää missään kohdassa. Paikoissa, joissa liikennemelu tuottaa määräävän äänitasoerotuksen, hallitsevia melulähteitä ovat raitioliikenteen vaihteet ja kaarrekirskunta, etenkin korttelin 20077 ympärillä. Äänitasoerotusvaatimukset ovat raitiotien vaihteiden ja kaarrekirskunnan melun tapauksessa peräisin enimmäisäänitasosta L_{AFmax} . Enimmäisäänitason perusteella lasketut äänitasoerotusvaatimukset on esitetty *liitteen C* suluissa olevina lukuina punaisella värillä. Muut punaisella värillä merkityt äänitasoerotusvaatimukset on laskettu keskiäänitason perusteella.

6.3 Rakennusten äänieristyksen mitoitus

Suosituksot äänitasoerotuksille on esitetty julkisivukohtaisesti *liitteessä C*. Esitetyt suositukset ovat vähintään ΔL_A 33 dB liikennemelua vastaan ja vähintään ΔL_{As} 27 dB laivamelua vastaan. Melkinlaiturin korttelialueen muille julkisivuille suositellaan yleisäänitasoerotukseksi ΔL_A 32 dB liikennemelua vastaan. Tällä menettelyllä varmistetaan koko kaava-alueelle asuinrakennuksia koskien normaalia parempi ääneneristävyden perustaso, eikä normaalista poikkeavaa äänieristyksen mitoitusmenettelyä laivamelua vastaan tarvitse soveltaa kuin niiltä osin, kun äänitasoerovaatimus laivamelua vastaan on vähintään ΔL_{As} 27 dB.

6.4 Piha-alueet

Kokonaismelun (sis. katuliikenne ja satamatoiminta) laskettu keskiäänitaso ei ylitä VNP:n päivän ja yön ohjearvoja 55 dB ja 50 dB Melkinlaiturin alueen rakennusten sisäpihoilla (ks. *liitteet A5 ja A6*). VNP:n yön ohjearvo 50 dB ylittyy Tulimaanpuiston länsialueella (ks. *liite A6*).

Satamatoiminnan melun laskettu keskiäänitaso ei ylitä sataman ympäristöluvan päivän ja yön raja-arvoja 55 dB ja 50 dB Melkinlaiturin alueen rakennusten sisäpihoilla ja Tulimaanpuiston alueella (ks. *liite A3 ja A4*).

Melutaso ylittää yleiset päivän ja yön ohjearvot 55 dB ja 50 dB Vanuatunkadun kaakkoispuoleisella Naurunpuiston alueella (ks. *liitteet A3-A6*). Tätä aluetta ei kuitenkaan kohdella asuinrakennusten ulko-oleskelualueena, jolloin ainakaan sataman ympäristöluvan raja-arvoa ei sovelleta.

6.5 Parvekkeet

Asuinrakennusten parvekelasituksen äänieristysvaatimusta tarkastellaan kokonaismelun perusteella melutason yleisiä ohjearvoja noudattaen.

Parvekelasitusrakenteen äänieristyksen mitoituksen lähtökohtana on julkisivuihin kohdistuvan melun keskiäänitason ja parvekkeilla sallitun keskiäänitason välinen äänitasoerotus ΔL_A . Tässä ei tarkastella erikseen äänitasoerotusta liikenne- ja laivamelua vastaan, vaan vain yhteistä äänitasoerotusta ΔL_A , jossa on otettu huomioon sekä satamatoiminnan että katuliikenteen melu.

Parvekelasituksen äänieristysvaatimukset ovat seuraavat:

- Kortteli 20083: $\Delta L_A \geq 10$ dB
- Kortteli 20084: $\Delta L_A \geq 5$ dB
- Kortteli 20088: $\Delta L_A \geq 3$ dB
- Kortteli 20082: $\Delta L_A \geq 8$ dB
- Kortteli 20078: $\Delta L_A \geq 8$ dB
- Kortteli 20079: $\Delta L_A \geq 7$ dB
- Muut korttelit: ei vaatimusta

Korttelin 20082 pohjoiskulmaan ei suositella sijoitettavan parvekkeita raitiovaunun vaihdekolinan ja kaarrekirskunnan takia. Sama koskee korttelin 20077 kaakkoiskulmaa.

Parvekelasituksen äänieristysvaatimuksen $\Delta L_A = 8...10$ dB voi saavuttaa esimerkiksi seuraavasti: yläosa 6 mm karkaistua lasi (voi olla avattava, lasien välissä välilistat) ja alaosa 4+4 mm laminoitu lasi. Parvekkeiden alakattoihin suositellaan asennettavaksi 50 mm paksuja vaimennusverhouslevyjä heijastuksen vaimentamiseksi.

Mikäli parvekelasituksen äänieristysvaatimus ΔL_A on enintään 7 dB, tavanomainen parvekelasitus (yläosa 6 mm karkaistua avattava lasi ja alaosa 4+4 mm laminoitu lasi) on riittävä.

Parvekelasituksen äänieristysvaatimus tulee aina tarkistaa tapauskohtaisesti korttelien rakennusluvan yhteydessä.

VIITTEET

1. Vaasan hallinto-oikeus, päätös Nro 16/0021/2, Dnrot 01050/14/5129 ja 01050/14/5129, 2016-02-05.
2. Helsingin Sataman Länsisataman ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen. Etelä-Suomen aluehallintovirasto, päätös Nro 62/2014/1, Dnro ESAVI/716/04.08/2010, 2014-03-28.
3. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista **993/1992**. Helsinki, 29.10.1992.
4. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista **545/2015**. *Sosiaali- ja terveysministeriö*, Helsinki 23.4.2015.
5. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä **796/2017**. *Ympäristöministeriö*, Helsinki 24.11.2017.
6. Road traffic noise – Nordic Prediction Method. TemaNord **1996:525**. Nordic council of ministers. 110 s.
7. Raideliikennemelun laskentamalli. Ympäristöopas **97**. Ympäristöministeriö, Helsinki 2002. 58 s.
8. KRAGH J, ANDERSEN B & JAKOBSEN J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. *Danish Acoustical Laboratory*, report **32**. Lyngby 1982. 54 s + liitt 35 s.
9. Kilpi L, Gouatarbès B & Lahti T, Jätkäsaari. Ympäristömeluselvitys. *Akukon*, raportti **153016-1.1**, 2015-11-06
10. Lahti T & Kilpi L, Helsingin Länsisatama – Ympäristömeluselvitys 2012. *TL Akustiikka* **11207-2**. Helsinki, 2011-12-22.
11. Gouatarbès B & Lahti T, Artic-raitiovaunu – Raideliikennemelun laskentamallin lähtöarvot. *Akukon*, raportti **160454-1**. Helsinki, 23.5.2016.
12. Lyly T, Kauhanen M & Niskanen I, Raitiovaunujen melumittaukset Crusellin sillalla 30.11.2016-24.4.2017. *WSP/Kruunusillat*. Helsinki, 13.6.2017.
13. Lahti T, Helsingin raitiovaunut. Risteys- ja vaihdemelun mittaukset. *TL Akustiikka* **11214**. Helsinki, 11.5.2012.
14. Lyly T, Jussila K, Kauhanen M & Niskanen I, Artic-raitiovaunujen risteys- ja kaarremelun mittaukset 17.2.2016. *WSP/Kruunusillat*. Helsinki, 13.6.2017.
15. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen. *Ympäristöopas* **108**. Ympäristöministeriö, Helsinki 2003. 37 s.
16. Lahti T, Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan, Mitoitusmenettely. *TL Akustiikka* **113019-2**, Helsinki, 1.7.2011

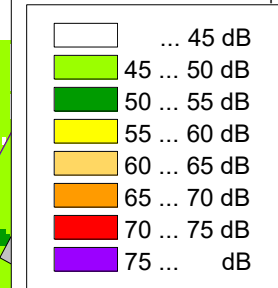
Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Tie- ja raitioliikenne

Ennuste 2035

Julkisivuilla ja piha-alueilla esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

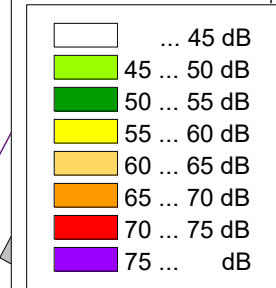
Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Tie- ja raitioliikenne

Ennuste 2035

Julkisivuilla ja piha-alueilla esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

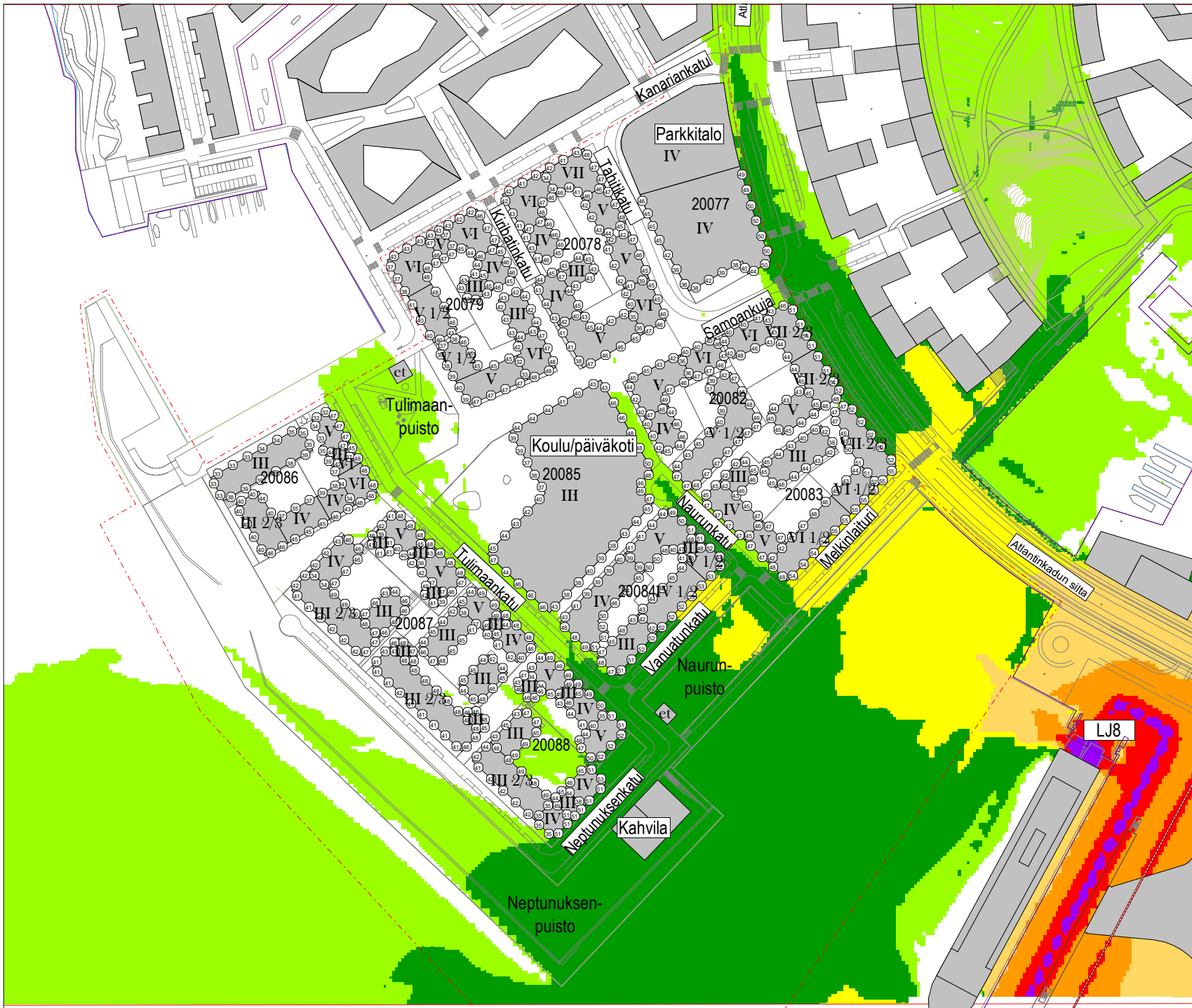
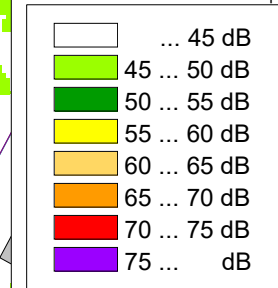
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Satamatoiminta

Julkisivuilla ja piha-alueilla esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

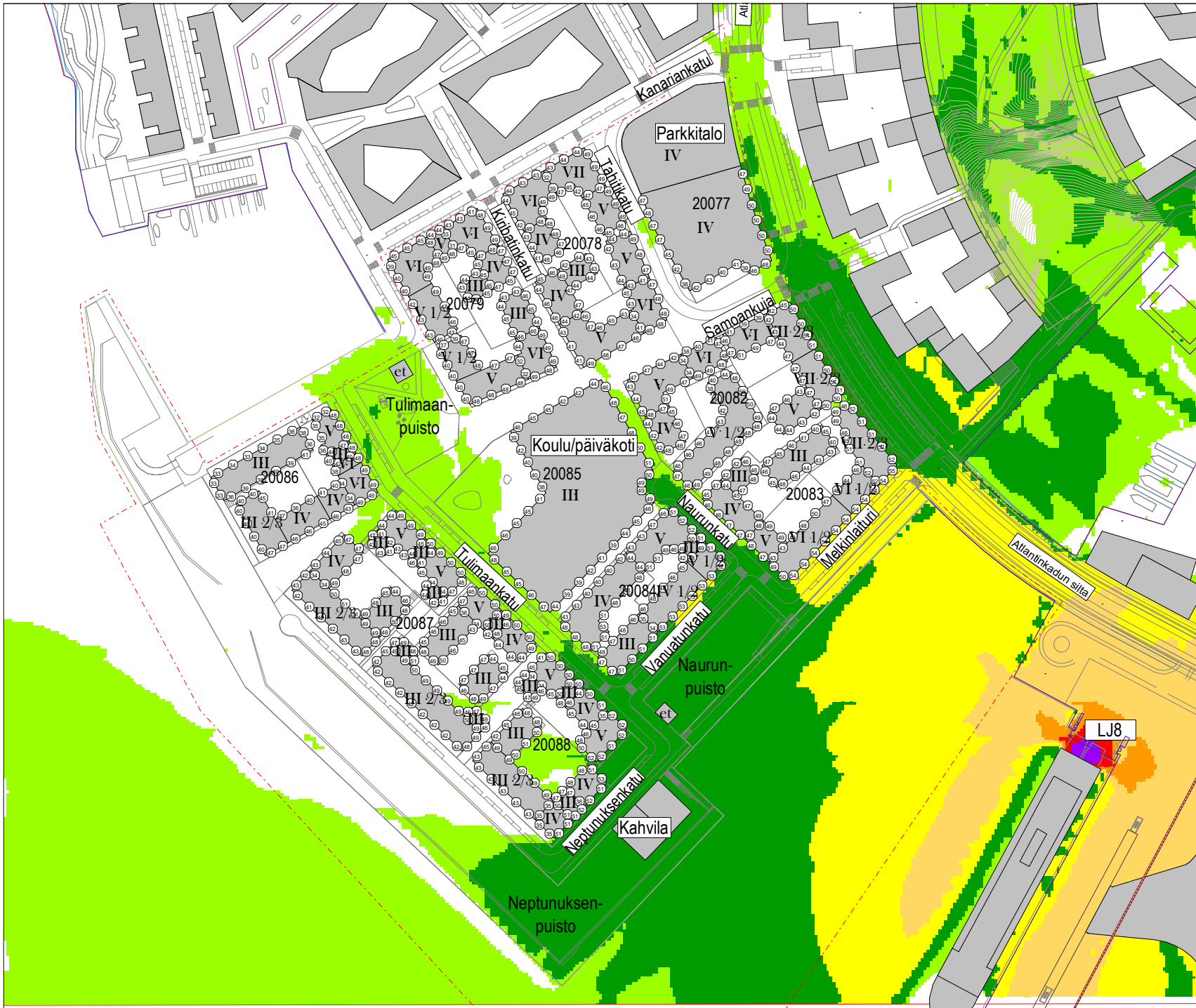
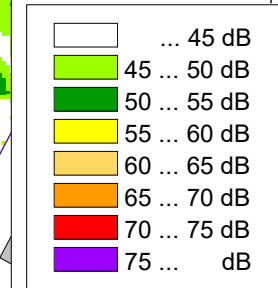
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Satamatoiminta
(LJ8 laiva maasähkössä
koko yön)

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

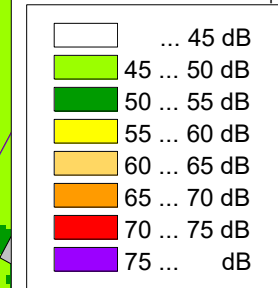
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Tie- ja raitioliikenne
sekä satamatoiminta
Ennuste 2035

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

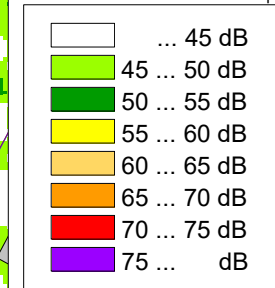
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

Tie- ja raitioliikenne sekä satamatoiminta
Ennuste 2035 (LJ8 laiva maasähkössä koko yön)

Julkisivuilla ja piha-alueilla esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

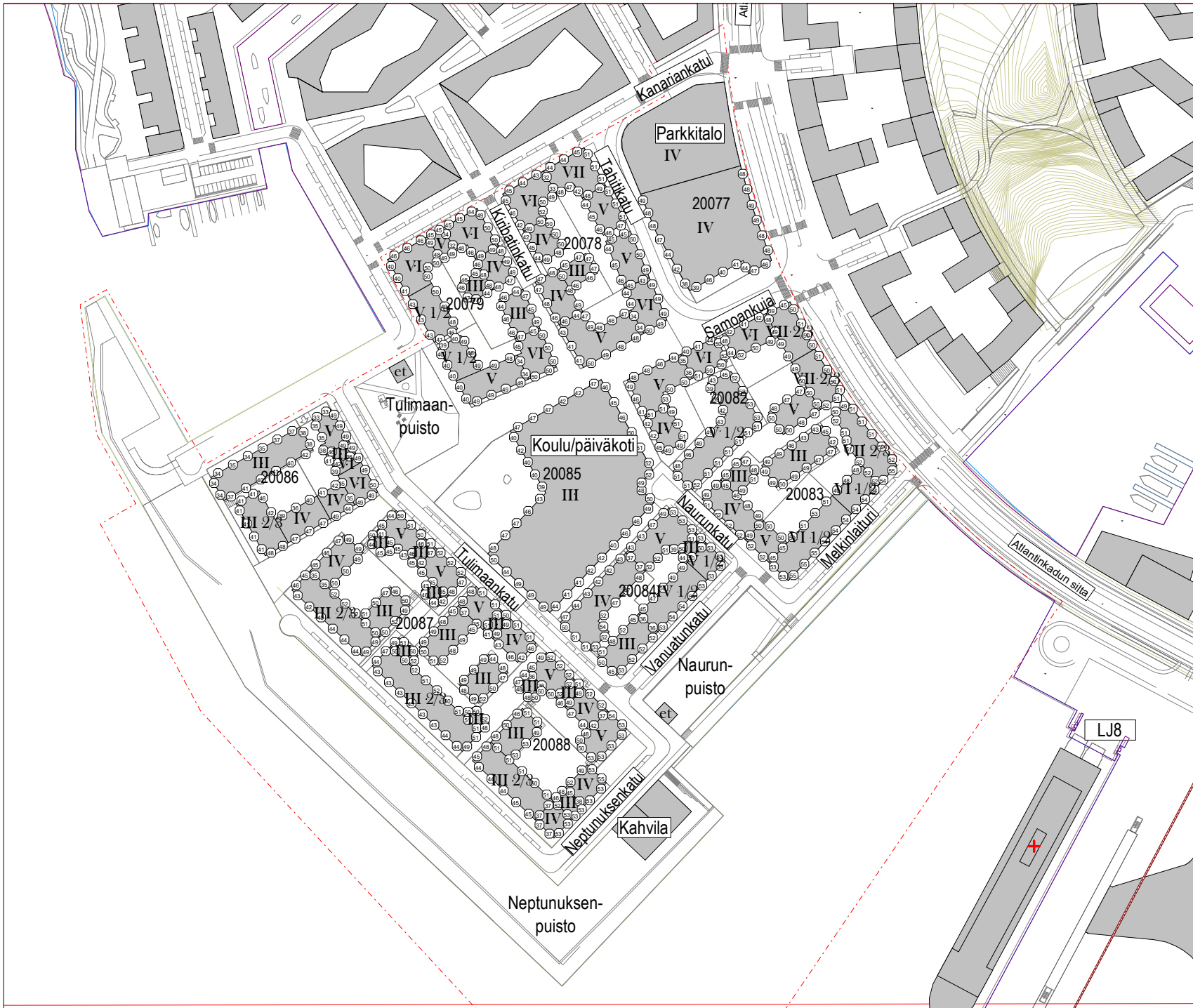
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

LJ8 laivan apukoneet
käynnissä 1 h yöikaan

Julkisivuilla esiintyvät
suurimmat melutasot

Yö
A-keskiäänitaso $L_{Aeq,1h}$



Akukon Oy

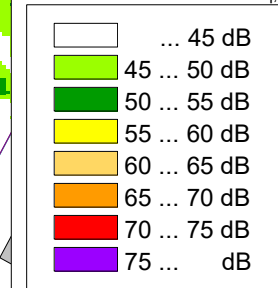
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	20.03.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri
Ympäristömeluselvitys

LJ8 laivan apukoneet
käynnissä yht 2 h yöaikaan

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö
A-keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$



Akukon Oy

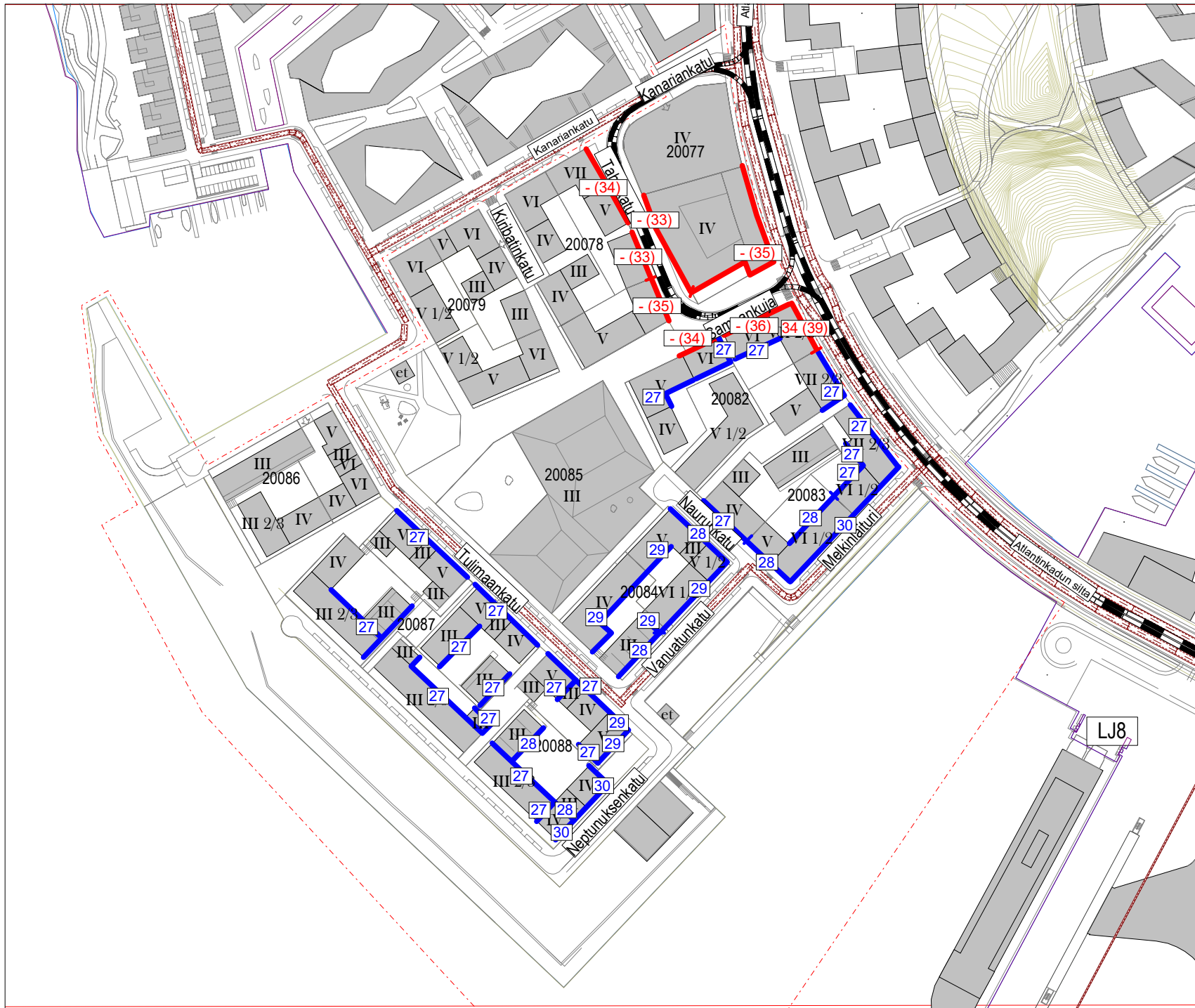
SUUN	PÄIVÄYS
LKI	04.04.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4

Melkinlaituri

Ympäristömeluselvitys

A-äänitasoerotus-suositukset**Yleisäänitasoerotus
32 dB**

Äänitasoerotus laivamelua (sininen) ja liikennemelua (punainen) vastaan. Suositukset liikennemelua vastaan on laskettu keskiäänitason perusteella, suluissa on esitetty suositus enimmäisäänitason perusteella laskettuna

**AKUKON**

Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
LKI	28.03.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:3000	A4