Rakennusliike Lapti Oy

Liikennemeluselvitys

Aninkaistenkatu 8, Turku

Saavutettava versio

Helsinki
Viikinportti 4 B 18
00790 Helsinki
Puh. 050 377 6565

Turku
Rautakatu 5 A
20520 Turku
puh. 050 570 3476

Tilaaja:
Rakennusliike Lapti Oy
Ville Raitanen

Liikennemeluselvitys

Kohde:
Aninkaistenkatu 8, Turku

Raportin numero:
PR10770-Y02

Raportin päiväys:
29.8.2022

Kirjoittaja:
Matias Virta, Insinööri (AMK)
puh. 050 525 6509
sp. matias.virta@promethor.fi

Tarkastanut:
Jani Kankare, FM
puh. 040 574 0028
sp. jani.kankare@promethor.fi

Sisällysluettelo

1 Yleistä 5

2 Kohteen sijainti ja ympäristö 5

3 Sovellettavat melun ohjearvot, määräykset ja suositukset 6

3.1 Melutason ohjearvot 6

3.2 Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta 8

3.3 Suositus parvekkeiden melutasosta 8

3.4 Vaatimus ulkoalueiden melutasolle 8

3.5 Vaatimus ulkovaipan ääneneristävyydelle 8

4 Melutasojen laskenta 8

4.1 Laskentamenetelmät 8

4.2 Maastomalli ja rakennukset 9

4.3 Liikennetiedot 9

5 Laskentatulokset ja tulosten tarkastelu 10

5.1 Melutaso ulkoalueilla 10

5.2 Melutaso ulkovaipalla 11

5.2.1 Ulkovaipan äänitasoerovaatimus 11

5.2.2 Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen 12

5.2.3 Parvekkeiden ja viherhuoneiden äänitasoerovaatimukset 13

6 Yhteenveto 14

7 Kirjallisuus 15

Liitteet:

Liite 1 Tieliikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7–22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22–7}$ suunnitellulla maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.

Liite 2 Tieliikenteen aiheuttama uudisrakennuksen ulkovaippaan kohdistuva suurin päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7–22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22–7}$ suunnitellulla maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.

Liite 3 Tieliikenteen aiheuttama uudisrakennuksen ulkovaippaan kohdistuva päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7–22}$ kerroksittain suunnitellulla maankäytöllä ja ennusteliikenteellä.

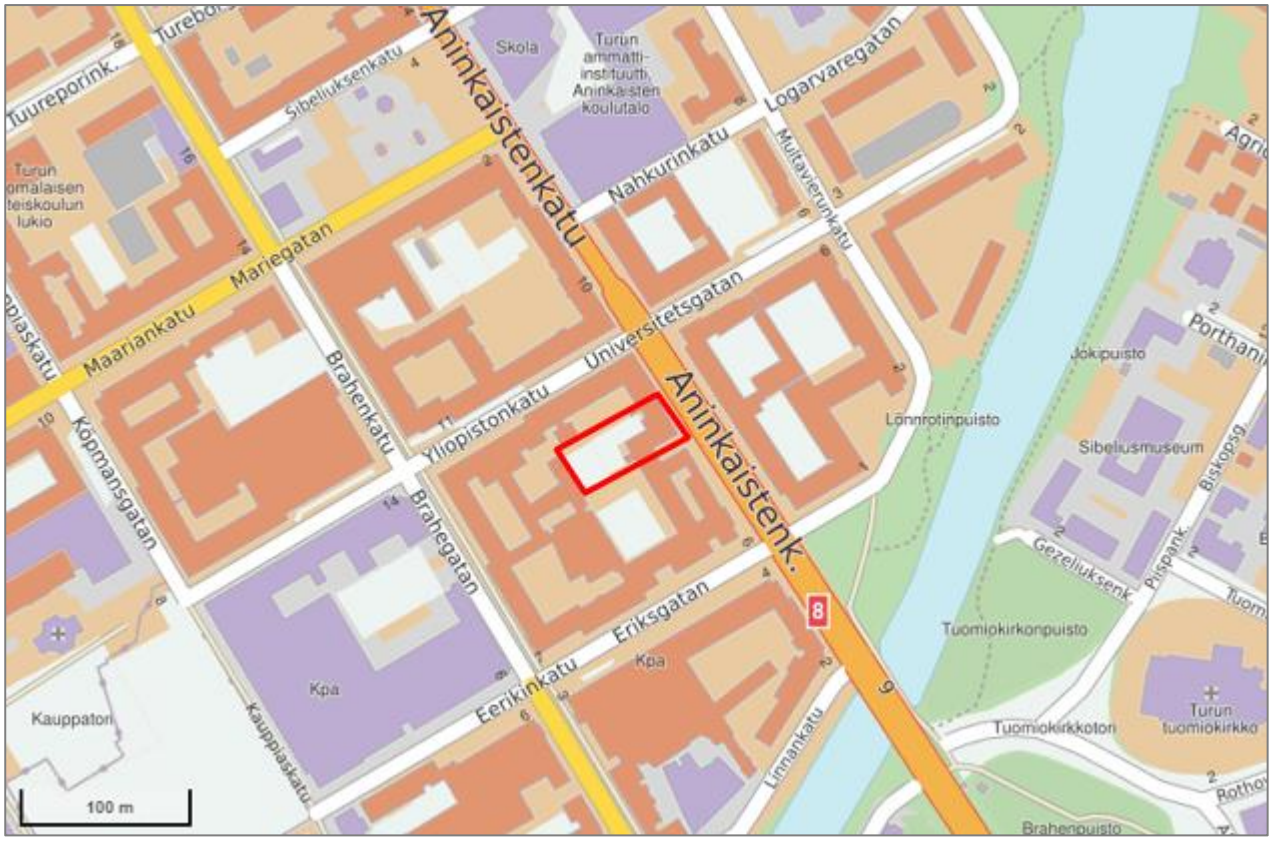
1 YLEISTÄ

Tässä selvityksessä tarkastellaan tieliikenteen aiheuttamaa melutasoa täydennysrakentamiskohteessa Turun keskustassa. Selvitys on laadittu asemakaavan muutosta varten. Selvitys on tehty laskennallisesti mallintaen ohjelmalla Datakustik CadnaA 2022 käyttäen yhteispohjoismaista tieliikennemelumallia [1]. Laskennallisen mallinnuksen tuloksien tarkastelussa on käytetty valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [2] ja ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 [3] esitettyjä ohje- ja raja-arvoja sekä ELY-keskuksen oppaan 02/2013 [4] ohjeita. Melutasoja on tarkasteltu laskennallisesti tieliikenteen vuoden 2030 ennusteliikenteellä. Laskennat on tehty pelkästään ennusteliikenteellä, sillä se on erityisesti Aninkaistenkadun osalta mitoittavampi kuin nykyliikenne. Melulaskennoilla on määritetty ulko-oleskelualueen melutaso sekä meluntorjunnan tarve. Lisäksi on laskettu julkisivuihin kohdistuvan melutason perusteella ulkovaipan äänitasoerovaatimukset.

Tämä lausunto on päivitetty aiemmasta versiosta (PR10770-Y01, 29.4.2022) Turun kaupungin liikennesuunnittelutoimiston huomiolla laskennassa käytetyistä liikennemääristä.

2 KOHTEEN SIJAINTI JA YMPÄRISTÖ

Kohde sijaitsee Turun keskustassa Aninkaistenkadun varressa Eerikinkadun ja Yliopistonkadun välissä (kuva 1). Kohteessa on nykyisellään kahdeksankerroksinen toimistorakennus, joka on tarkoitus purkaa. Kohteeseen on suunniteltu rakennettavan puretun rakennuksen tilalle kahdeksankerroksinen asuinkerrostalo. Asuinkerrostalon suunniteltu oleskelualue sijoittuu asuinkerrostalon suojan puolelle sisäpihalle. Asuinkerrostaloon on suunniteltu toteutettavan viherhuoneita Aninkaistenkadun puoleiselle julkisivulle ja tavanomaisia parvekkeita muille julkisivuille. Kohteen melutason kannalta merkittävin melulähde on Aninkaistenkadun tieliikenne.



Kuva 1. Kaava-alue on kuvassa rajattu punaisella (Kartan lähde: Paikkatietoikkuna)

3 SOVELLETTAVAT MELUN OHJEARVOT, MÄÄRÄYKSET JA SUOSITUKSET

3.1 Melutason ohjearvot

Kaavoituksessa ja maankäytön suunnittelussa sovellettavat ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä 993/1992. Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä. Päätöstä ei sovelleta katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla.

Päätöksessä ohjearvot on annettu päiväajan klo 7–22 ja yöajan klo 22–7 ekvivalentti- eli keskiäänitasoina. Päätöksessä ei ole esitetty ohjearvoja hetkittäisille enimmäisäänitasoille.

Lisäksi päätöksessä on maininta, että jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista edellä mainittuihin ohjearvoihin. Tulokseen tehtävä 5 dB:n lisäys johtuu siitä, että iskumaisuus ja kapeakaistaisuus

lisäävät melun häiritsevyyttä. Tie- ja raideliikenteen aiheuttama melu ei ole normaalisti iskumaista tai kapeakaistaista.

Ulkoalueiden ohjearvot

Taulukossa 1 on esitetty päätöksen 993/1992 sisältämät ohjearvot ulkoalueiden melutasolle.

Taulukko 1. Ulkoalueiden keskiäänitaso L_{Aeq} ohjearvot

Alueen käyttötarkoitus	**A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq} klo 7–22**	**A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq} klo 22–7**
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoitolaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB (uusilla alueilla 45 dB)
Loma-asumiseen käytettävät alueet taajamassa	55 dB	50 dB
Oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	-
Loma-asumiseen käytettävät alueet taajamien ulkopuolella, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB

Luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä, ei sovelleta yöajan ohjearvoa.

Sisätilojen ohjearvot

Taulukossa 2 on esitetty päätöksen 993/1992 sisältämät ohjearvot ulkoa sisätiloihin kantautuvan melun melutasolle.

Taulukko 2. Sisätilojen keskiäänitason L_{Aeq} ohjearvot

Huoneen käyttötarkoitus	**A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq} klo 7–22**	**A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq} klo 22–7**
Asuinhuone, potilas- ja majoitushuone	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistila	35 dB	-
Liike- ja toimistohuone	45 dB	-

3.2 Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta

ELY-keskuksen oppaassa 02/2013 on esitetty ohje asuinhuoneiden aukeamisesta ja parvekkeiden sijoittamisesta. Oppaan mukaan, mikäli julkisivulla ylittyy päivällä keskiäänitaso 65 dB(A), tulee asuntojen aueta myös suuntaan, jossa ohjearvot täyttyvät (ns. läpitalon huoneisto). Lisäksi julkisivulle, jolla ylittyy päiväaikaan keskiäänitaso 65 dB(A), ei tulisi rakentaa parvekkeita vaan niiden sijaan viherhuoneita.

3.3 Suositus parvekkeiden melutasosta

ELY-keskuksen oppaan 02/2013 mukaan oleskeluparvekkeet rinnastetaan asuntojen pihoihin ja niihin sovelletaan samoja ohjearvoja. Käytännössä tämä tarkoittaa, että parvekkeen melutason ei tulisi ylittää ulkoalueiden päiväajan ohjearvoa $L_{Aeq7–22}$ = 55 dB(A).

3.4 Vaatimus ulkoalueiden melutasolle

Ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 on esitetty, että virkistykseen käytettävät rakennuksen piha- ja oleskelualueet on suunniteltava ja toteutettava siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 55 dB kello 7–22 ja viherhuoneet siten, että melun keskiäänitaso ei ylitä 45 desibeliä kello 7–22. Yöajan keskiäänitasolle asetuksessa ei ole arvoa.

3.5 Vaatimus ulkovaipan ääneneristävyydelle

Ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 on esitetty, että uudisrakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä.

4 MELUTASOJEN LASKENTA

4.1 Laskentamenetelmät

Mallinnus tehtiin laskentaohjelmalla Datakustik CadnaA 2022 käyttäen yhteispohjoismaisia tie- ja raideliikennemelumalleja. Laskentaohjelmassa maastomalli syötetään ohjelmaan kartta- ja paikkatietotiedostoja käyttäen, jolloin maasto muodostuu kolmiulotteisesti. Ohjelmaan voidaan antaa lisäksi syöttötietoina mm. laskenta-alueen maastopinnat ja suunnitellut melusuojaukset.

Laskennassa käytetään lähtötietoina liikennetietoja, joiden perusteella määritetään melulähteiden ns. lähtömelutasot. Lähtötasojen perusteella määritetään äänilähteiden aiheuttama äänenpainetaso tarkastelupisteissä erilaiset ääntä vaimentavat ja vahvistavat tekijät huomioiden. Tekijöinä huomioidaan mm. geometrinen leviäminen, este- ja maavaimennus sekä heijastukset erilaisista pinnoista. Käytetyt laskenta-asetukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt laskenta-asetukset

Parametri	Käytetty arvo
Laskentaruudukon koko	2 m x 2 m
Laskentakorkeus	Ulkoalueet 2 m maan tms. pinnasta ja julkisivut kerroksittain, kerroskorkeus 3 m
Melutason laskentaetäisyys (maksimi)	1000 m
Maanpinnan akustinen kovuus	0 (kova)
Rakennusten heijastus	Absorptiokerroin 0,21 (lähes täysin kova)
Heijastusten lukumäärä	2

4.2 Maastomalli ja rakennukset

Maastomallina laskennoissa on käytetty Turun kaupungin kantakartta-aineistoa, jota on täydennetty Maanmittauslaitoksen 2 m x 2 m korkeuspisteaineistolla. Nykyisten rakennusten korkeudet ja sijainnit on huomioitu Turun kaupungin kantakartta-aineiston mukaan. Suunniteltu maankäyttö on huomioitu suunnitelmamateriaalin perusteella.

4.3 Liikennetiedot

Käytetyt tieliikennetiedot on esitetty taulukossa 3. Tiedot on poimittu Turun ratapihan meluselvityksestä (WSP Finland Oy, Turku Ratapiha liikennemeluselvitys 13.9.2021). Raskaan liikenteen osuutena on käytetty nykytilanteen mukaista raskaan liikenteen osuutta. Yöaikaisen liikenteen osuudeksi on oletettu 10 % vuorokauden kokonaisliikenteestä. Nopeusrajoitukset on katsottu Turun kaupungin karttapalvelusta.

Turun kaupungin liikennesuunnittelutoimisto on esittänyt näkemyksenään (23.6.2022), että Turku Ratapiha -hankkeen liikenneselvityksessä Aninkaistenkadulle ohjautuvat liikennemäärät ovat varsin suuria. Muissa hankkeissa Aninkaistenkadun liikennemääränä on käytetty 10–30 prosenttia pienempiä liikennemääriä myös vuoden 2050 ennusteissa. Liikennesuunnittelutoimiston mukaan

tarvittavan ääneneristävyyden arvioinnissa on kuitenkin perusteltua käyttää maksimaalista ennustetta, koska ääneneristävyyden korjaaminen jälkikäteen on vaikeaa ja liikennemääräeron vaikutus äänitasoon ääneneristävyyden kannalta on suhteellisen pieni.

Taulukko 4. Laskennassa käytetyt tieliikennetiedot

Tie (osuus)	KAVL, nykyliikenne	Raskaan liikenteen osuus	Nopeusrajoitus
Aninkaistenkatu Eerikinkadusta etelään	38540 kpl	10 %	40 km/h
Aninkaistenkatu Eerikinkadusta pohjoiseen	37450 kpl	10 %	40 km/h
Brahenkatu Eerikinkadusta etelään	7090 kpl	10 %	30 km/h
Brahenkatu Eerikinkatu-Yliopistonkatu	3270 kpl	4 %	30 km/h
Brahenkatu Yliopistonkadusta pohjoiseen	4270 kpl	3 %	30 km/h
Eerikinkatu Aninkaistenkadusta itään	1630 kpl	8 %	30 km/h
Eerikinkatu Aninkaistenkadusta länteen	4980 kpl	10 %	30 km/h
Maariankatu	14400 kpl	15 %	40 km/h
Yliopistonkatu Aninkaistenkadusta itään	1390 kpl	8 %	30 km/h
Yliopistonkatu Aninkaistenkadusta länteen	2560 kpl	1 %	30 km/h

5 LASKENTATULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Seuraavassa on esitetty tiivistetysti melulaskennan tulokset. Melun leviämiskartat on esitetty liitteinä.

5.1 Melutaso ulkoalueilla

Asuinrakennusten ulko-oleskelualueiden melutasojen tarkastelussa on sovellettu valtioneuvoston päätöksen ohjearvoja päiväaikaan $L_{Aeq,7–22} \leq 55$ dB(A) ja yöaikaan $L_{Aeq,22–7} \leq 50$ dB(A). Uusilla alueilla yöajan ohjearvo olisi $L_{Aeq,22–7} \leq 45$ dB(A).

Ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 on annettu päiväajan raja-arvo 55 dB(A). Asetuksessa ei ole annettu yöaikaiselle melulle raja-arvoa.

Melukarttaliitteessä 1 on esitetty liikenteen aiheuttama melutaso alueella suunnitellulla maankäytöllä. Laskentojen mukaan merkittävin melulähde kohteen melutasojen kannalta on Aninkaistenkadun tieliikenne. Päivä- ja yöaikaan melun keskiäänitaso alittaa koko

asuinrakennuksen suunnitellulla oleskelualueella päiväajan ohjearvon 55 dB(A) sekä yöajan ohjearvon 50 dB(A). Suunnitellulla oleskelualueella alittuu myös uusien alueiden yöajan ohjearvo 45 dB(A). Näin ollen oleskelualueen suojaksi ei ole tarpeen esittää meluntorjuntaa.

Ympäristöministeriön asetuksen 360/2019 mukainen päiväajan raja-arvo 55 dB(A) alittuu kaikkialla suunnitellulla oleskelualueella.

5.2 Melutaso ulkovaipalla

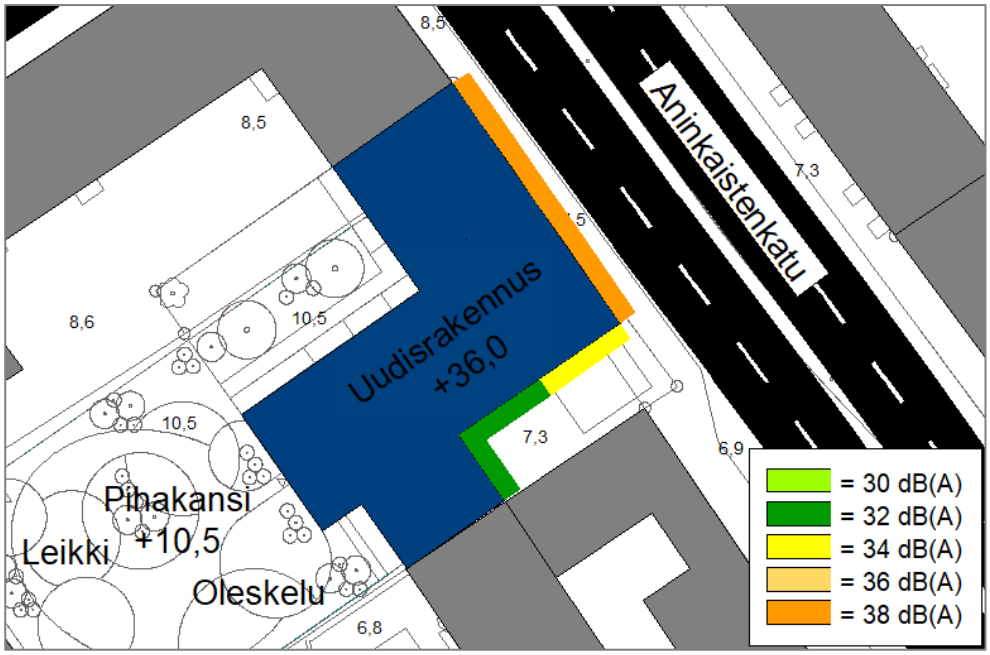
Melukarttaliitteessä 2 on esitetty suunnitellun asuinrakennuksen ulkovaippaan kohdistuvan liikennemelun keskiäänitaso. Päiväajan keskiäänitaso on suurimmillaan 71 dB(A) ja yöajan keskiäänitaso on suurimmillaan 64 dB(A) suunnitellun asuinrakennuksen Aninkaistenkadun puoleisella julkisivulla.

Melukarttaliitteessä 3 on esitetty uudisrakennusten ulkovaippaan kohdistuva keskiäänitaso kerroksittain. Ulkovaippaan kohdistuva keskiäänitaso laskee keskimäärin 2–3 dB meluisimmilla julkisivuilla rakennusta ylöspäin noustessa.

5.2.1 Ulkovaipan äänitasoerovaatimus

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus lasketaan julkisivuun kohdistuvan keskiäänitason ja sisällä sallitun keskiäänitason erotuksena. Laskennassa on käytetty taulukon 2 mukaisia sisä-äänitason ohjearvoja.

Edellä esitetyn perusteella määritetty ulkovaipan äänitasoerovaatimus on Aninkaistenkadun puoleisella julkisivulla 38 dB(A). Äänitasoerovaatimukset on esitetty tarkemmin kuvassa 2. Äänitasoerovaatimukset määräytyvät tieliikenteen aiheuttamasta rakennusten julkisivuun kohdistuvasta päiväajan keskiäänitasosta $L_{Aeq,7–22}$. Äänitasoerovaatimusten laskennassa on otettu huomioon varmuusvaraa 2–3 dB.



Kuva 2. Ulkovaipan äänitasoerovaatimus tieliikenteen melua vastaan.

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus ei ole sama asia kuin yksittäisten rakennusosien, kuten ikkunoiden, ääneneristävyys. Yksittäisten rakennusosien eristävyydet (jotta äänitasoerovaatimus täyttyy) tulee rakennuslupavaiheessa mitoittaa tapauskohtaisesti huomioiden mm. erilaisten rakennusosien pinta-alojen keskinäinen suhde.

Ulkovaipan äänitasoerovaatimus voidaan määräyksissä esittää esimerkiksi seuraavasti: Rakennuksen ulkoseinien, ikkunoiden ja muiden rakenteiden tulee olla sellaisia, että liikenteestä julkisivuun kohdistuvan melutason ja sisämelutason erotus on vähintään x dB(A).

5.2.2 Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen

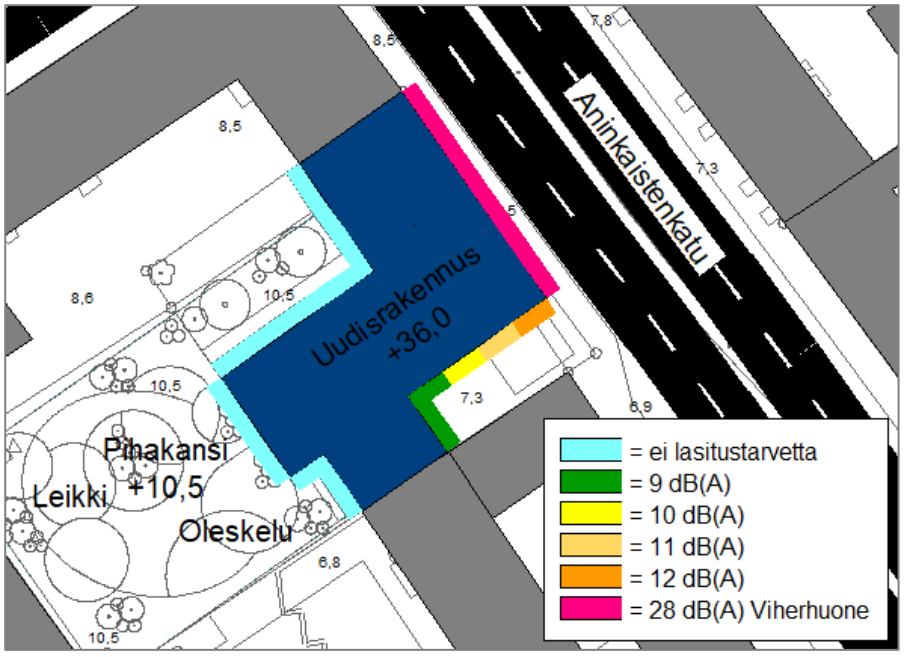
ELY-keskuksen oppaan mukaan päiväajan keskiäänitason ylittäessä julkisivulla 65 dB(A), tulee asuntojen aueta myös suuntaan, jossa ohjearvot täyttyvät (ns. läpitalon huoneisto). Lisäksi julkisivulle, jolla ylittyy päiväaikaan keskiäänitaso 65 dB(A), ei tulisi rakentaa parvekkeita vaan niiden sijaan viherhuoneita.

Ulkovaippaan kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ylittää 65 dB(A) Aninkaistenkadun puoleisella julkisivulla sekä osalla rakennuksen kaakon puoleista julkisivua. Yksistään näille julkisivuille avautuvien asuntojen toteuttamista tulisi välttää. Edellä mainituilla julkisivuilla parvekkeet tulisi toteuttaa viherhuoneina parvekkeiden sijaan. Suunnitelmamateriaalin perusteella pelkästään Aninkaistenkadun puoleiselle julkisivulle avautuvia asuinhuoneistoja on enintään kymmenen.

5.2.3 Parvekkeiden ja viherhuoneiden äänitasoerovaatimukset

Asuinrakennusten parvekkeiden lasituksen tarpeen määrittämisessä ja äänitasoerovaatimuksen mitoittamisessa on käytetty tavoitearvona valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ulkoalueiden päiväajan ohjearvoa 55 dB(A). Viherhuoneiden äänitasoerovaatimuksen mitoittamisessa on käytetty ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019 annettua päiväajan raja-arvoa 45 dB(A).

Edellä mainitun perusteella määritetyt parvekkeiden ja viherhuoneiden äänitasoeroluvut on esitetty kuvassa 3. Esitetty äänitasoeroluku kuvaa parvekkeeseen tai viherhuoneeseen kohdistuvan päiväajan keskiäänitason ja päiväajan ohje-/raja-arvon välistä äänitasoeroa. Määrittämisessä on huomioitu, että seinäheijastus nostaa lasittamattoman parvekkeen äänitasoa keskimäärin kolme desibeliä ja näin ollen parveke on esitetty lasitettavan, kun julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ylittää 52 dB(A). Viherhuoneiden äänitasoerovaatimuksessa on otettu huomioon 2 dB varmuusvaraa.



Kuva 3. Parvekkeiden ja viherhuoneiden äänitasoerovaatimus tieliikenteen melua vastaan.

Kaava-alueella parvekkeet tulee lasittaa liikenteen melua vastaan rakennuksen melun puoleisilla julkisivuilla. Sisäpihan puolella parvekkeita ei ole melun näkökulmasta tarpeen lasittaa. Suurimmillaan parvekkeiden äänitasoeroluku on 12 dB(A) rakennuksen kaakon puoleisella julkisivulla. Viherhuoneiden ääni-tasoerovaatimus on 28 dB(A).

Parvekkeiden äänitasoerovaatimus voidaan esittää asemakaavassa esimerkiksi seuraavasti: Parvekkeen kiinteiden rakenteiden, lasituksen ja muiden rakenteiden tulee olla liikenteen melua vastaan sellaisia, että parvekkeella saavutetaan kaavassa asetettu tavoiteäänitaso, esimerkiksi päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7–22} \leq 55$ dB(A).

6 YHTEENVETO

Kaava-alueen suunnitellun maankäytön kannalta merkittävin melulähde on Aninkaistenkadun tieliikenteestä aiheutuva melu. Suunniteltu asuinrakennus suojaa rakennuksen sisäpihan piha-alueita hyvin liikenteen melulta. Sekä päivä- että yöajan ohjearvot alittuvat koko piha-alueella. Myös päiväajan raja-arvo alittuu koko piha-alueella. Meluntorjuntaa ei ole tarpeen esittää oleskelualueiden suojaksi.

Asuinhuoneistojen ulkovaipan äänitasoerovaatimus on 32–38 dB(A) melun puoleisilla julkisivuilla. Muille julkisivuille ei ole esitetty äänitasoerovaatimusta. Ympäristöministeriön asetuksen 360/2019 mukaisesti kuitenkin ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä. Esitetyt ulkovaipan äänitasoerovaatimukset tulee ottaa huomioon asemakaavassa ja ympäristöministeriön asetuksen yleisvaatimus on huomioitava viimeistään rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa.

Asuinrakennusten julkisivuihin kohdistuu päiväaikaan yli 65 dB(A):n keskiäänitaso Aninkaistenkadun puoleisella julkisivulla sekä osalla rakennuksen kaakon puoleista julkisivua. Yksistään näille julkisivuille avautuvien asuntojen toteuttamista tulisi välttää. Edellä mainituilla julkisivuilla parvekkeet tulisi toteuttaa viherhuoneina parvekkeiden sijaan. Suunnitelmamateriaalin perusteella pelkästään Aninkaistenkadun puoleiselle julkisivulle avautuvia asuinhuoneistoja on enintään kymmenen.

Aninkaistenkadun puoleisella julkisivulla viherhuoneiden äänitasoerovaatimus on 28 dB(A). Parvekkeet tulee lasittaa melun puoleisilla julkisivuilla ja parvekkeiden äänitasoeroluku on suurimmillaan 12 dB(A). Sisäpihan puoleisia parvekkeista ei ole melun näkökulmasta tarpeen lasittaa. Meluisimmilla julkisivuilla lasitusratkaisujen tulee olla hyvin ääntä eristäviä.

7 KIRJALLISUUS

1. Nielsen H. L et al., Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525. Århus 1996. 74 s. + liitt. 36 s.

2. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992. Helsinki 1992

3. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta (360/2019). Helsinki 2019.

4. Airola Hannu, Melun- ja tärinäntorjunta maankäytön suunnittelussa, Elinkeino-. liikenne- ja ympäristökeskus, OPAS 02/2013.