

Lujatalo

# Liikennemeluselvitys

Asemakaavan muutos, Tiilismäenrinne (420122), Espoo

Tilaaja:  
Lujatalo

## Liikennemeluselvitys

Kohde:  
Asemakaavan muutos, Tiilismäenrinne (420122), Espoo

Raportin numero:  
PR10147-Y01a

Raportin päiväys:  
28.5.2024

Versiohistoria:

|           |                       |                                                |
|-----------|-----------------------|------------------------------------------------|
| 13.9.2021 | Raportti PR10145-Y01  | Ensimmäinen versio.                            |
| 29.5.2024 | Raportti PR10145-Y01a | Päivitetty raportti uusilla rakennusmassoilla. |

Kirjoittaja:  
Olli Laivoranta, DI (akustiikka)  
puh. 041 506 3418  
sp. olli.laivoranta@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 ohjeavot, määräykset ja suositukset.....                 | 6  |
|   | 3.1 Melutason ohjeavot.....                                                  | 6  |
|   | 3.2 Hetkellisten enimmäisäänitasojen huomioiminen .....                      | 8  |
|   | 3.3 Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta ja parvekkeiden sijoittumisesta ..... | 8  |
|   | 3.4 Suositus melutasosta parvekkeilla .....                                  | 8  |
| 4 | Arviointimenetelmät ja lähtötiedot .....                                     | 8  |
|   | 4.1 Laskentamenetelmät.....                                                  | 8  |
|   | 4.2 Maastomalli ja rakennukset .....                                         | 9  |
|   | 4.3 Liikennetiedot.....                                                      | 9  |
| 5 | Laskentatulokset .....                                                       | 10 |
|   | 5.1 Melutaso ulkoalueilla .....                                              | 10 |
|   | 5.2 Asuinrakennusten ulkovaippaan kohdistuva melutaso .....                  | 11 |
|   | 5.2.1 Tie- ja raideliikennemelun keskiäänitaso.....                          | 11 |
|   | 5.2.2 Raideliikennemelun enimmäisäänitaso .....                              | 11 |
|   | 5.3 Rakennusten ulkovaipan äänitasoerotarve.....                             | 11 |
|   | 5.4 Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen .....        | 12 |
|   | 5.5 Parvekkeiden meluntorjunta.....                                          | 12 |
| 6 | Kirjallisuus .....                                                           | 13 |

Liitteet:

- Liite 1 Päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (liite 1A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (liite 1B) nykyisellä maankäytöllä ja vuoden 2020 liikenteellä.
- Liite 2 Päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (liite 2A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (liite 2B) nykyisillä rakennusmassoilla, ennusteliikenneväylillä ja ennustevuoden 2050 liikenteellä.
- Liite 3 Päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (liite 3A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (liite 3B) suunnitellulla maankäytöllä ja ennustevuoden 2050 liikenteellä.
- Liite 4 Julkisivuun kohdistuva suurin päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  (liite 4A) ja yöajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,22-7}$  (liite 4B) suunnitellulla maankäytöllä ja ennustevuoden 2050 liikenteellä.
- Liite 4.1 Liitteen 4A julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq,7-22}$  3D-kuvina.
- Liite 5 Julkisivuun kohdistuva suurin raitiotieliikenteen aiheuttama yöajan hetkellinen maksimiäänitaso  $L_{Amax}$  suunnitellulla maankäytöllä ja ennustevuoden 2050 liikenteellä.
- Liite 5.1 Liitteen 5 julkisivuun kohdistuva raitiotieliikenteen aiheuttama yöajan hetkellinen maksimiäänitaso  $L_{Amax}$  3D-kuvina.
- Liite 6 Asuinhuoneiden sekä opetus- ja kokoontumistilojen ulkovaipan äänitasoerovaatimukset.
- Liite 7 Parvekkeiden äänitasoerovaatimukset.
- Liite 8 Melulaskennoissa käytetyt liikennetiedot.

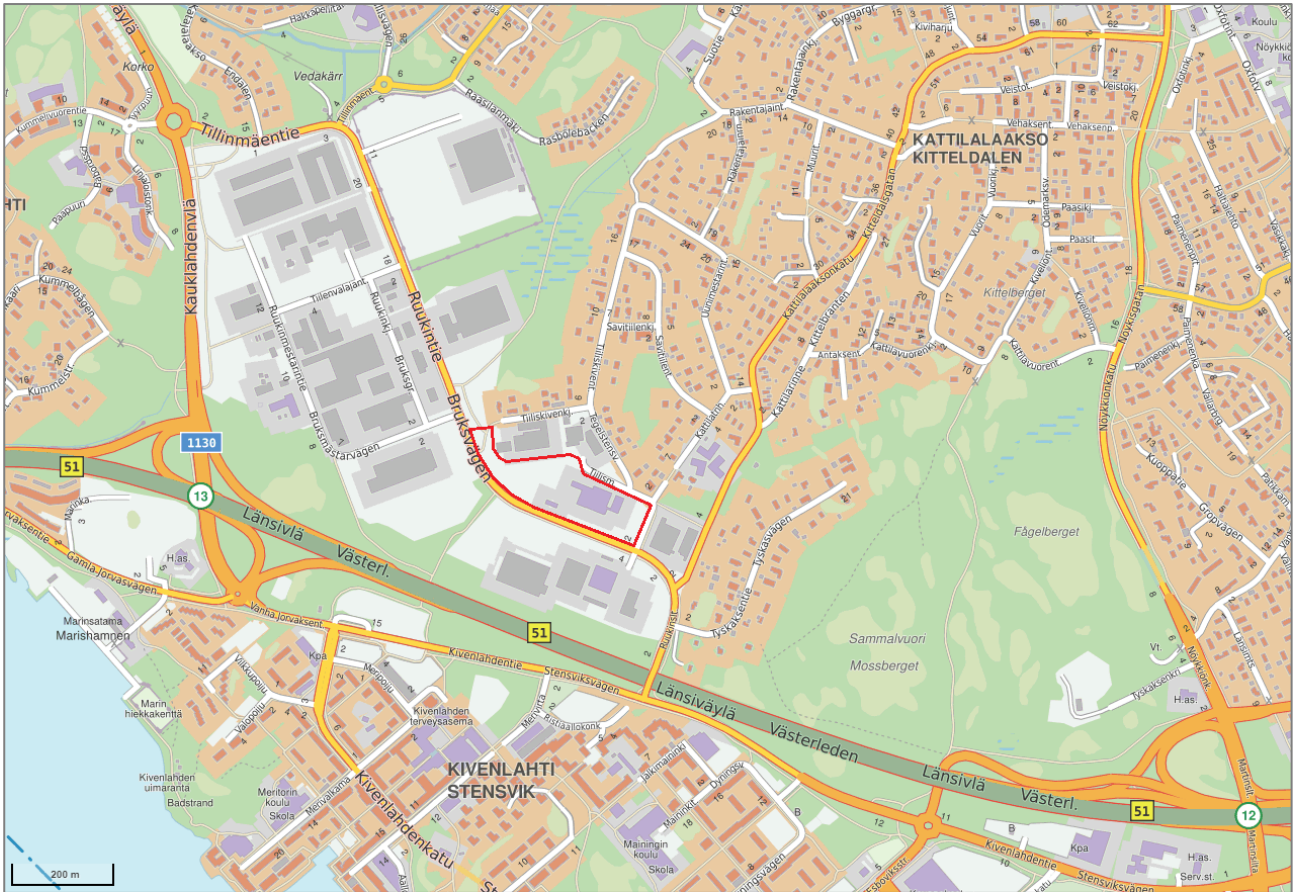
## 1 YLEISTÄ

Tässä selvityksessä tarkastellaan liikenteen aiheuttamaa melutasoa kaavakohteessa Tiilismäenrinne Espoo. Kohteen ensimmäinen liikennemeluselvitys on laadittu kesällä 2021. Tässä selvityksessä ennustetilannetta on tarkasteltu päivitettyjen rakennusmassasuunnitelmien mukaisessa tilanteessa. Kaavoituksen tavoitteena on muuttaa teollisuus-, toimisto- ja varastorakennusten korttelialue asuinkorttelialueeksi. Kaava-alueen melutasoja on tarkasteltu laskennallisesti vuoden 2020 ja ennustevuoden 2050 liikenteellä. Melulaskennoilla on määritetty ulko-oleskelualueiden melutaso ja meluntorjunnan tarve. Lisäksi on laskettu rakennusten julkisivuihin kohdistuva melutaso rakennusten ulkovaipan ja parvekkeiden äänitasoerovaatimuksien määrittämiseksi.

Selvitys on tehty laskennallisesti mallintaen ohjelmalla Datakustik CadnaA 2021 käyttäen yhteispohjoismaisia tie- ja raideliikennemelumalleja [1, 2]. Laskennallisen mallinnuksen tuloksien tarkastelussa on käytetty valtioneuvoston päätöksen 993/1992 [3] ohjearvoja ja ELY-keskuksen oppaan 02/2013 [4] ohjeita.

## 2 KOHTEN SIJAINTI JA YMPÄRISTÖ

Kaavakohde sijaitsee Espoon Kiviruukin alueella, Kivenlahden metroaseman läheisyydessä (kuva 1). Alueelle on asemapiirrosluonnoksessa esitetty sijoitettavan asuinkerrostaloja ja päiväkotia sekä liiketiloja asuinrakennusten kivijalkaan. Ulko-oleskelualueet on suunniteltu sijoitettavan rakennusten suojan puolelle Ruukintien ja Länsiväylän liikennemelulta. Ennustetilanteen melulaskennoissa on huomioitu kohteen ympäristöön suunnitellut uudet katuyhteydet ja Espoo–Kauklahti-raitiotielinja. Uudet katuyhteydet on huomioitu Kiviruukin osayleiskaavaehdotuksen mukaisesti [5]. Kohteen ympäristöön suunniteltu maankäyttö on huomioitu osayleiskaavaehdotuksessa esitetyn arvioidun toteutumisjärjestyksen ensimmäisen vaiheen mukaisesti. Alueen melutasojen kannalta merkittävimmät melulähteet ovat Länsiväylän ja Ruukintien liikenne.



**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 $L_{Aeq}$<br>klo 7–22 | A-painotettu keskiäänitaso $L_{Aeq}$<br>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 $L_{Aeq}$<br>klo 7–22 | A-painotettu keskiäänitaso $L_{Aeq}$<br>klo 22–7 |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Asuinhuone, potilas- ja majoitushuone | 35 dB                                            | 30 dB                                            |
| Opetus- ja kokoontumistila            | 35 dB                                            | -                                                |
| Liike- ja toimistohuone               | 45 dB                                            | -                                                |

### 3.2 Hetkellisten enimmäisäänitasojen huomioiminen

Vaikka ohjearvojen mukaiset keskiäänitasot sisätiloissa alittuisivat, voivat lyhytaikaiset voimakkaan melun jaksot aiheuttaa sisätiloissa häiriötä. ELY-keskuksen oppaan 02/2013 mukaan tällaista lyhytaikaista voimakasta melua esiintyy etenkin lentokoneiden nousu- ja laskulinjojen alapuolella, raskaan tavarajunaliikenteen läheisyydessä sekä bussipysäkkien läheisyydessä. Lisäksi myös esimerkiksi yöaikainen jakeluliikenne kauppoihin, raskaan liikenteen levähdyspaikat ja bussiterminaalit kuuluvat mahdollisen hetkellisen voimakkaan melun aiheuttajiin.

ELY-keskuksen oppaan mukaan: ”Mitoitussuositukseksi voi ottaa, että maksimimelu ei ylitä sisällä öisin toistuvasti tasoa 45 dB AFmax.”

### 3.3 Ohjeet asuinhuoneiden aukeamisesta ja parvekkeiden sijoittumisesta

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.

### 3.4 Suositus melutasosta parvekkeilla

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).

## 4 ARVIOINTIMENETELMÄT JA LÄHTÖTIEDOT

### 4.1 Laskentamenetelmät

Mallinnus tehtiin laskentaohjelmalla Datakustik CadnaA 2023 MR1 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.

Melulaskennoissa käytetyt laskenta-asetukset on esitetty liitteenä olevilla melukartoilla. Laskennoissa rakennukset on huomioitu heijastavina absorptiokertoimella 0,2 ja vesistöt sekä tiet heijastavina absorptiokertoimella 0.

## 4.2 Maastomalli ja rakennukset

Maastomallin pohjana on käytetty Maanmittauslaitoksen korkeuspisteaineistoa ja maastotietokantaa (latauspäivä 26.3.2021 ja 20.5.2024). Nykyisten rakennusten korkeudet on huomioitu maanmittauslaitoksen aineiston, sekä ilmakuvien perusteella. Suunniteltujen rakennusten sijainnit ja korkeudet on huomioitu asemapiirrosluonnoksen (Arkkitehtitoimisto HMV Oy, 10.5.2024) perusteella.

## 4.3 Liikennetiedot

Laskennassa käytetyt liikennetiedot on esitetty liitteessä 8. Tiedot on saatu Espoon kaupungin liikennesuunnittelusta (Kaisa Lahti ja Ross Snell). Liikennetietoina tässä päivityksessä on käytetty alkuperäisen meluselvityksen mukaisia tietoja.

## 5 LASKENTATULOKSET

Seuraavassa on esitetty asuinrakennuksen piha-alueelle ja julkisivuille aiheutuvat melutasot ja näiden perusteella määritetyt meluntorjunta- ja ääneneristävyystarpeet. Melun leviämiskartat ja 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).

Melukarttaliitteessä 1 on esitetty nykyisen liikenteen aiheuttama melutaso alueella nykyisellä maankäytöllä. Melukarttaliite on sama kuin alkuperäisessä selvityksessä. Melulaskentojen mukaan Länsiväylän ja Ruukintien liikenteet ovat kohteen melutasojen kannalta merkittävimmät melulähteet. Nykyisellä maankäytöllä päivä- ja yöajan ohjearvot ylittyvät suurelta osin kaava-alueella.

Melukarttaliitteessä 2 on esitetty ennusteliikenteen aiheuttama melutaso alueella nykyisellä maankäytöllä, mutta osayleiskaavaaluonnoksen mukaisella suunnitellulla katuverkolla. Liikenteen kasvun johdosta melutaso nousee alueella noin 2 dB nykytilanteeseen verrattuna.

Raitiotieliikenteellä ei ole merkittävää vaikutusta alueen melutasoihin, koska Länsiväylän ja Ruukintien liikennemelu on vallitsevampaa.

Melukarttaliitteessä 3 on esitetty ennusteliikenteen aiheuttama melutaso alueella suunnitellulla maankäytöllä. Suunnitellut asuinrakennukset suojaavat rakennusten takana sijaitsevia ulko-oleskelualueita tehokkaasti ja sekä päivä- että yöajan ohjearvot niillä saavutetaan.

Melulaskentojen mukaan suunnitellusta uudisrakentamisesta ei aiheudu heijastusvaikutuksen seurauksena meluhaittaa kohteen ympäristön olemassa olevien asuinrakennusten ulko-oleskelualueille tai julkisivuille.

## 5.2 Asuinrakennusten ulkovaippaan kohdistuva melutaso

### 5.2.1 Tie- ja raideliikennemelun keskiäänitaso

Liitteissä 4 ja 4.1 on esitetty uudisrakennusten ulkovaippaan kohdistuvan liikennemelun suurin päivä- ja yöajan keskiäänitaso. Keskiäänitaso on suurimmillaan Ruukintien myötäisillä julkisivulla 64 dB(A) ja yöajan keskiäänitaso 56 dB(A).

Keskiäänitasossa ei ole merkittävästi eroa kerroksien välillä. Meluisimmilla eli Ruukintien myötäisillä julkisivuilla keskiäänitaso nousee 1–3 dB ylöspäin noustessa Länsiväylän liikennemelusta johtuen.

### 5.2.2 Raideliikennemelun enimmäisäänitaso

Liitteissä 5 ja 5.1 on esitetty suunniteltujen rakennusten julkisivuun kohdistuva yöajan raitiotieliikenteen ohiajon aiheuttama hetkellinen maksimiäänitaso. Suurimmillaan hetkellinen maksimiäänitaso on asuinrakennuksen 1 Ruukintien myötäisellä julkisivulla 67 dB(A).

## 5.3 Rakennusten ulkovaipan äänitasoerotarve

Ulkovaipan äänitasoerotarve lasketaan julkisivuun kohdistuvan tie- ja raideliikenteen keskiäänitason ja sisällä sallitun keskiäänitason erotuksena sekä raideliikenteen maksimiäänitason ja sisällä sallitun maksimiäänitason erotuksena. Laskennassa on käytetty taulukon 2 mukaisia sisä-äänitason ohjearvoja ja ELY-keskuksen ohjetta noudattaen 45 dB:n A-painotettua maksimiäänitasoa yöaikaiselle raitiotieliikenteen melulle. Määritetyt ulkovaipan äänitasoerotarpeet on esitetty liitteessä 6. Alle 30 dB(A) vaatimuksia ei ole esitetty. Esitetyt arvot sisältävät 1–3 dB varmuusvaraa.

Laskentojen mukaan asuinhuoneiden sekä opetus- ja kokoontumistilojen ulkovaipan äänitasoerotarve liikenteen melua vastaan on suurimmillaan 32 dB(A) rakennusten Ruukintien myötäisillä julkisivuilla. Tämän suuruinen äänitasoero pystytään saavuttamaan tavanomaisilla rakenneratkaisuilla.

Ympäristöministeriön asetuksen 360/2019 [5] mukaisesti ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava melualueilla siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä.

Ympäristöministeriön asetuksen yleisvaatimus on huomioitava viimeistään rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa.

Ulkovaipan kokonaisääneneristävyys ei ole sama asia kuin yksittäisten rakennusosien, kuten ikkunoiden, ääneneristävyys. Yksittäisten rakennusosien eristävydet (jotta kokonaisääneneristävyyksivaatimus 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).

#### 5.4 Asuinhuoneistojen avautuminen ja parvekkeiden sijoittuminen

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

Kohteessa julkisivuun kohdistuva päiväajan keskiäänitaso ei ylitä 65 dB(A) asuinrakennusten julkisivuilla, joten asuinhuoneistot voivat avautua vapaasti ja parvekkeita voidaan sijoittaa julkisivuille vapaasti kaikkiin ilmansuuntiin.

#### 5.5 Parvekkeiden meluntorjunta

Asuinhuoneistojen parvekkeiden lasituksen tarpeen määrittämisessä ja suositellun äänitasoeron mitoittamisessa on käytetty tavoitearvona valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ulkoalueiden päiväajan ohjearvoa 55 dB(A). Tämän perusteella määritetyt parvekkeiden äänitasoeroluvut on esitetty liitteessä 7. Arvot on varmuudeksi esitetty kaikille julkisivuille, vaikka kaikille julkisivuille ei olisikaan suunniteltu parvekkeita. Esitetty äänitasoeroluku kuvaa parvekkeeseen kohdistuvan päiväajan keskiäänitason ja päiväajan ohjearvon 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).

Kaava-alueella parvekkeet tulee lasittaa etenkin teiden myötäisillä julkisivuilla. Osa parvekkeista voidaan suojan puolella melun näkökulmasta jättää lasittamatta. Suurimmillaan parvekkeiden ääneneristävyystarpeet ovat suunniteltujen asuinrakennusten Ruukintien myötäisillä julkisivuilla 9 dB(A).

Parvekkeiden äänitaso 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 KIRJALLISUUS

1. Nielsen H. L et al., Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525. Århus 1996. 74 s. + liitt. 36 s.
2. Nielsen H. L et al., Railway Traffic Noise. The Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:524. Århus 1996. 65 s. + liitt. 8 s.
3. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992. Helsinki 1992
4. Airola Hannu, Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa, Elinkeino- ja ympäristökeskus, OPAS 02/2013.
5. Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. Kiviruukin osayleiskaavaehdotus, Selostus. 2.12.2020.
6. Rakennusteollisuus RT ja Betonikeskus ry. Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä suunnitteluohje. 2009.
5. Rakennusteollisuus RT ja Betonikeskus ry. Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä suunnitteluohje. 2009.