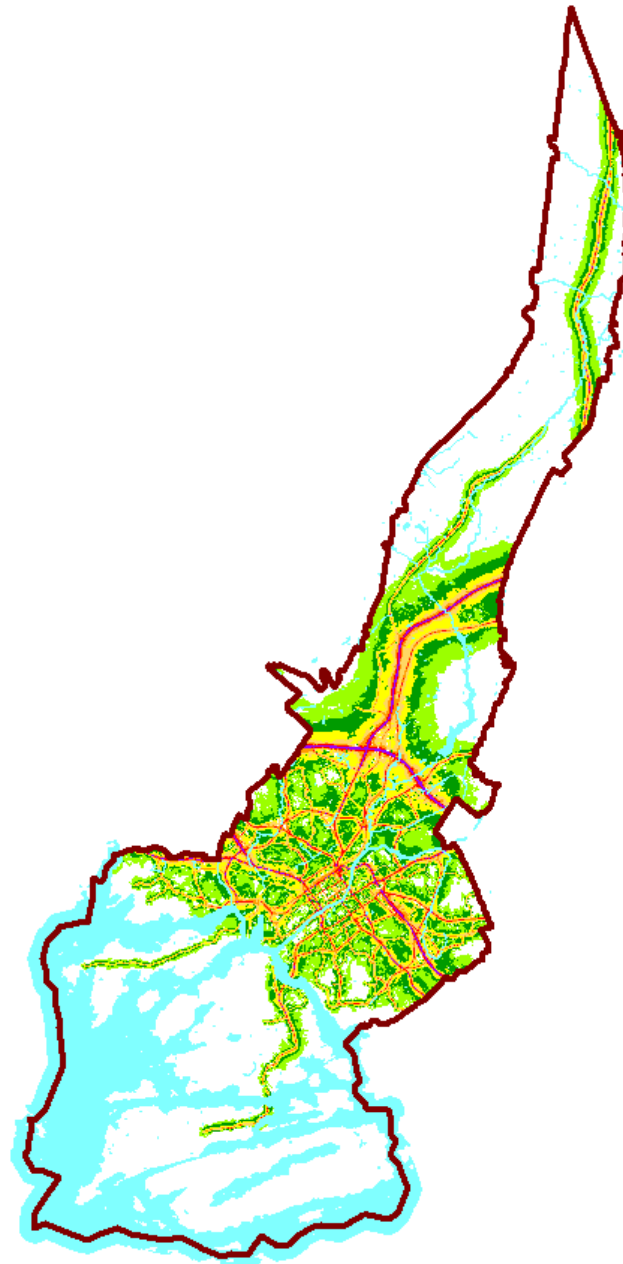


YMPÄRISTÖMELUDIREKTIIVIN MUKAINEN YMPÄRISTÖMELUSELVITYS TURUSSA 2022

Loppuraportti 15.5.2022



Käytetyt termit:

L_{den}	ympäristömeludirektiivin mukainen vuorokausimelutaso (päivä-ilta-yö)
L_n	ympäristömeludirektiivin mukainen yömelutaso
A-painotus	standardin mukaisella A-suotimella taajuuspainotettu äänenpainetaso
dB	desibeli, äänenpainetasolle käytetty yksikkö
Hiljainen ulkoseinä	rakennuksen seinä, jonka kohdalla melutaso on vähintään 20 dB pienempi kuin rakennuksen meluisimman ulkoseinän kohdalla oleva melutaso
Erityinen äänieristys	asemakaavassa on esitetty ääneneristävyysvaatimus ja rakennus on valmistunut kaavan voimaantulon jälkeen
Jyvitys	julkisivujen tarkastelupisteet jaetaan kohdistuvan melutason mukaan kahteen osaan. Ylemmän mediaaniarvon osaan (50 %) luetaan kuuluvaksi kaikki rakennuksen asukkaat. Asukasluku jaetaan tasaisesti meluisamman puolen julkisivupisteille ja näistä muodostetaan melulle altistuneiden asukkaiden määrät. Nyt käytetty jyvitysmenetelmä poikkeaa vuoden 2017 jyvitysmenetelmästä merkittävästi.

TIIVISTELMÄ

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/49/EY ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta (ympäristömeludirektiivi) tuli voimaan 18.7.2002. Direktiivin tavoitteena on määrittellä yhteisölle yhteinen toimintamalli, jonka avulla voidaan välttää, ehkäistä tai vähentää ympäristömelulle altistumisen haittoja, joiksi katsotaan myös melun häiritsevyys. Haittoja vähennetään tärkeysjärjestyksessä. Direktiivin tavoitteena on saada jäsenvaltioiden melutasoista vertailukelpoisia tietoja. Ympäristömeludirektiiviä on täydennetty vuonna 2015 direktiivillä (EU) 2015/996, jonka liitteessä on esitetty yhteinen laskentamenettely. Laskentamenetelmä on päivitetty vuonna 2021 direktiivillä (EU) 2021/1226.

Ympäristömeludirektiivin kansallisesta täytäntöönpanosta säädetään ympäristönsuojelulaisissa (527/2014). Laki korvaa aiemman ympäristönsuojelulain (86/2000) sekä sen muutoksen (459/2004) Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista.

Valtioneuvoston asetuksella meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista (1107/2021) säädetään meluselvitysten sisällöstä, käytettävistä melun tunnusluvuista, meluselvityksissä sovellettavasta laskentamenetelmästä ja paikkatiedosta, melutilanteen ja altistuneiden määrän arvioinnista, terveysvaikutusten arvioinnista, sekä meluntorjunnan toimintasuunnitelmien sisällöstä ja niiden laatimisen aikatauluista. Asetukseen sisältyvät myös säännökset velvollisuuksista toimittaa tietoa komissiolle.

Valtioneuvoston asetuksen (1107/2021) mukaan kolmannen vaiheen selvityksen on oltava valmiina ja merkittynä ympäristönsuojelun tietojärjestelmään 30.6.2022.

Ympäristömeludirektiivin mukaisissa meluselvityksissä käytetään melun tunnuslukuina vuorokauden ajankohdan mukaan painotettua ns. **päivä-ilta-yö**-melutasoa L_{den} ja **yöajan** painottamatonta keskiäänitasa L_n . Laskentakorkeutena käytetään 4 m maan pinnasta. Suomessa perinteisesti käytettävät melun tunnusluvut ovat päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ ja yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$. Laskentakorkeutena on 2 m maan pinnasta.

Tie- ja raideliikenteen aiheuttaman melutason laskentatettiin yhteiseurooppalaisella CNOSSOS-EU-laskentamallilla (2021/1226 EU). Laskentatuloksina

esitetään meluvyöhykekartat ja meluvyöhykkeillä olevien asukkaiden sekä rakennusten määrät.

Tie- ja raideliikennemeluselvityksen akustisen mallin laatimiseen käytettiin vuoden 2017 kierroksen maastotietoja, uusimpia tie- ja raideliikennetietoja sekä rakennus- ja meluestetietoja. Myös mm. risteysten liikennevalojen vaikutus, maanpinnan akustinen koivuus ja säätiedot huomioitiin laskennassa.

Melulle altistuvien asukkaiden määrät meluvyöhykkeillä ilmoitetaan seuraavasti:

- Asukkaiden määrä vakituksissa asuinrakennuksissa.
- Asukkaiden määrä niissä asuinrakennuksissa, joille on asemakaavassa esitetty julkisivun ääneneristävyyksivaatimus.
- Asukkaiden määrä niissä asuinrakennuksissa, joissa on hiljainen ulkoseinä. Hiljaisella ulkoseinällä tarkoitetaan rakennuksen seinää, jonka kohdalla melutaso kullakin tunnusluvulla laskettuna on vähintään 20 dB pienempi kuin rakennuksen ulkoseinän, jonka kohdalla on korkein melutaso.

Melulle altistuvien asukkaiden kokonaismäärä laskettiin kahdella tavalla: 1) suoraan suurimman julkisivumelutason mukaan ja 2) jyvittämällä asukkaat rakennuksen julkisivuihin kohdistuvan melutason perusteella. Tavassa 2) melulle altistuvien asukkaiden määrä laskettiin rakennuksen julkisivuihin kohdistuvan melutason ylemmän mediaaniarvon perusteella (uusi tapa). Tämä uusi jyvitystapa poikkeaa vuoden 2017 jyvitystavasta, eivätkä tulokset ole täten keskenään vertailukelpoisia.

Asukasmäärien lisäksi ilmoitetaan meluvyöhykkeillä olevat rakennusmäärät:

- asuinrakennusten määrä (sisältää lomarakennukset)
- hoitolaitosten määrä
- oppilaitosten määrä.

Tieliikenteen osalta asukas- ja rakennusmäärät laskettiin erikseen kaikelle liikenteelle ja maantieliikenteelle.

Lentoliikenteen melumallinnuksen melukäyrät toimitti Finavia Oyj.

Laskennallisen mallinnuksen tuloksien perusteella vakituisten asuinrakennusten asukkaista 65200

(35 %) altistuu tieliikennemelulle, jonka vuorokausimelutaso L_{den} on yli 55 dB, kun asukasmäärä lasketaan meluisimman julkisivun mukaan. Jyvitysmenetelmää käyttäen asukkaiden määrä on 54000 (29 %). Tieliikennemelulle altistuvista asukkaista 9300 (14 %) asuu rakennuksessa, jossa on erityinen äänieristys ja 18500:lla (28 %) on rakennuksessa hiljainen ulkoseinä.

Tieliikenteestä aiheutuvan yli 55 dB:n vuorokausimelutason L_{den} alueella on hoitolaitosrakennuksia 69 kpl (52 %) ja oppilaitosrakennuksia 135 kpl (43 %).

Laskentojen perusteella 3000 (2 %) vakituisten asuinrakennusten asukkaista altistuu raideliikennemelulle, jonka vuorokausimelutaso L_{den} on yli 55 dB, kun asukasmäärä lasketaan meluisimman julkisivun mukaan. Jyvitysmenetelmää käyttäen asukkaiden määrä on 1800 (1 %). Raideliikennemelulle altistuvista asukkaista 600 (20 %) asuu rakennuksessa, jossa on erityinen äänieristys ja 900:lla (30 %) on rakennuksessa hiljainen ulkoseinä.

Raideliikenteestä aiheutuvan yli 55 dB:n vuorokausimelutason L_{den} alueella on hoitolaitosrakennuksia 5 kpl (4 %) ja oppilaitosrakennuksia 8 kpl (3 %).

Lentoliikenteestä yli 55 dB:n vuorokausimelutasolle L_{den} altistuu pyöristettynä 0 asukasta (0 %).

Meludirektiivin mukaista vuorokausimelutasoa L_{den} ja yömelutasoa L_n ei voi verrata Suomessa käytettyihin melutason ohjearvoihin. Suomessa ei ole raja- tai ohjearvoja EU-tunnusluvuille. Myöskään vuoden 2017 selvityskierroksen jyvitettyjä asukasmäärätuloksia ei voi verrata nyt laskettuihin tuloksiin määrittämissä menetelmän muutoksesta johtuen.

Meluselvityksen **tuloksia tarkasteltaessa** on muistettava, että tulokset edustavat laskentamallissa mukana olleiden melulähteiden aiheuttamia melutasoja. Selvityksen aineisto kattaa tärkeimmät tiet ja rautatiet, mutta vähäliikenteiset tiet puuttuvat. Lisäksi Turussa sijaitsevien ympäristölupavollisten laitosten aiheuttamaa melua ei ole huomioitu. Tämän vuoksi todelliset melutasot poikkeavat paikallisesti tässä selvityksessä määritetystä tasosta.

Tulokset ovat kokonaisuudessaan hieman vuoden 2017 tuloksia pienempiä, kun tarkastelu tehdään meluisimman julkisivun mukaan. Tämä aiheutuu hyvin todennäköisesti liikennetietojen muutoksista (koronavuosi ja katuliikennemäärien muutos KAVL—> KVL) ja laskentamallin päivityksestä. Todellista merkittävää eroa melutilanteessa ei arvioida olevan. Direktiivin

mukaisella jyvitystavalla laskettaessa altistujamäärät ovat hieman kasvaneet (ero aiheutuu pääosin laskentatavan muutoksesta).

Lentoliikenteen ja raideliikenteen meluvaikutukset ovat huomattavasti tieliikenteen vaikutuksia pienempiä.

SAMMANDRAG

Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller (omgivningsbullerdirektivet) trädde i kraft 18.7.2002. Syftet med direktivet är att fastställa ett gemensamt tillvägagångssätt för gemenskapen för att förhindra, förebygga eller minska skadliga effekter på grund av exponering för omgivningsbuller. Även störande buller betraktas som en skadlig effekt. Skadorna minskas på grundval av prioriteringar. Ett mål är att samla in jämförbara uppgifter om bullernivåerna i medlemsstaterna. Omgivningsbullerdirektivet kompletterades 2015 med direktiv (EU) 2015/996 som inkluderar en bilaga med en gemensam bedömningsmetod. Bedömningsmetoden kompletterades 2021 genom direktiv (EU) 2021/1226.

Bestämmelser om det nationella genomförandet av omgivningsbullerdirektivet finns i miljöskyddslagen (527/2014). Den lagen ersätter den tidigare miljöskyddslagen (86/2000) och ändringen av den (459/2004), som gällde de bullerutredningar och handlingsplaner för bullerbekämpning som Europeiska gemenskapen krävde.

I statsrådets förordning om bullerutredningar och handlingsplaner för bullerbekämpning (1107/2021) finns bestämmelser om innehållet i bullerutredningar, bullermåtten, beräkningsmetod samt rumsliga data i bullerutredningar, bedömningen av bullersituationen och antalet exponerade, bedömningen av hälsoeffekter samt innehållet i och tidtabellen för utarbetandet av handlingsplaner för bullerbekämpning. Förordningen innehåller också bestämmelser om skyldigheten att sända in uppgifter till kommissionen.

Enligt statsrådets förordning (1107/2021) ska utredningen i det tredje skedet vara klar och införd i datasystemet för miljövårdsinformation den 30 juni 2022.

De bullermått som används i bullerutredningar enligt omgivningsbullerdirektivet är den s.k. **dag-kväll-natt**-nivån L_{den} , som vägs enligt tiden på dygnet, och L_n , den ovägda medelljudnivån **nattetid**. Bullerberäkningen görs på 4 meters höjd från markytan. De bullermått som av tradition använts i Finland är den genomsnittliga ljudnivån dagtid $L_{Aeq,7-22}$ och nattetid $L_{Aeq,22-7}$. Beräkningarna görs på 2 meters höjd över markytan.

Beräkningarna av den bullernivå som orsakas av vägtrafik och spårbinden trafik genomfördes med den sameuropeiska beräkningsmetoden CNOSSOS-EU

(2021/1226 EU). Resultaten presenteras i form av kartor över bullerzoner samt antal invånare och byggnader i bullerzonerna.

Terränginformation från utredningen 2017, de senaste uppgifterna om vägtrafiken och spårtrafiken samt uppgifter om byggnader och bullerskärmar utnyttjades för att utarbeta den akustiska modellen i bullerutredningen för väg- och spårtrafiken. Bland annat trafikljusen i korsningarna, markytans akustiska hårdhet och väderleksrapporterna togs också med i beräkningarna.

Antalet invånare som exponeras för buller i bullerzonerna anges på följande sätt:

- Antal invånare i stadigvarande bostadshus.
- Antal invånare i bostadshus där detaljplanen kräver ljudisolerad fasad.
- Antal invånare i bostadshus med tyst fasad. Med tyst fasad avses en yttervägg där bullernivån enligt varje bullermått är minst 20 dB lägre än vid den av byggnadens fasader där bullernivån är högst.

Det totala antalet invånare som exponeras för buller beräknades på två sätt: 1) direkt enligt den högsta bullernivån vid fasaden och 2) genom att invånarna graderades enligt bullernivån mot byggnadens fasader. Med det andra sättet 2) beräknades antalet invånare som exponeras för buller enligt det högre medianvärdet av bullernivån mot byggnadens fasader (nytt sätt). Det nya graderingssättet avviker från graderingen 2017, och därför är resultaten inte jämförbara.

Förutom antalet invånare anges antalet byggnader i bullerzonerna:

- antal bostadshus (inbegriper semesterbyggnader)
- antal vårdinrättningar
- antal läroanstalter.

Vad gäller vägtrafiken beräknades antalet invånare och byggnader separat för all trafik och för landsvägs- trafik.

Bullerkurvorna för modelleringen av flygbuller levererades av Finavia Abp.

Enligt den kalkylmässiga modelleringen exponeras 65 200 (35 %) av invånarna i stadigvarande bostadshus för buller från vägtrafik med en dygnsbullernivå L_{den} på över 55 dB när antalet invånare beräknas enligt den fasad där bullernivån är högst. Enligt

graderingsmetoden är antalet 54 000 (29 %). Av de invånare som exponeras för buller från vägtrafiken bor 9 300 (14 %) i byggnader med särskild ljudisolering och 18 500 (28 %) i byggnader med en tyst fasad.

I områden med en dygnsbullernivå L_{den} från vägtrafiken som överstiger 55 dB finns 96 (52 %) vårdinrättningsbyggnader och 135 (43 %) läroanstaltsbyggnader.

Enligt beräkningarna exponeras 3 000 (2 %) av invånarna i stadigvarande bostadshus för buller från spårtrafik med en dygnsbullernivå L_{den} på över 55 dB när antalet invånare beräknas enligt den fasad där bullernivån är högst. Enligt graderingsmetoden är antalet 1 800 (1 %). Av de invånare som exponeras för buller från spårtrafiken bor 600 (20 %) i byggnader med särskild ljudisolering och 900 (30 %) i byggnader med en tyst fasad.

I områden med en dygnsbullernivå L_{den} från spårtrafiken som överstiger 55 dB finns 5 (4 %) vårdinrättningsbyggnader och 8 (3 %) läroanstaltsbyggnader.

Avrundat exponeras cirka 0 invånare (0 %) för en dygnsbullernivå L_{den} på över 55 dB på grund av flygtrafiken.

Dygnsbullernivån L_{den} och nattbullernivån L_n enligt bullerdirektivet kan inte jämföras med de riktvärden för bullernivån som används i Finland. I Finland finns inga gräns- eller riktvärden för EU-måtten. De graderade invånarantalen från utredningen 2017 kan inte heller jämföras med de antal som nu beräknats eftersom metoden har ändrats.

När man **analyserar resultaten** från bullerutredningen ska man beakta att de endast representerar de bullernivåer som förorsakas av de bullerkällor som ingått i beräkningsmodellen. Utredningsmaterialet omfattar de viktigaste vägarna och järnvägarna, men inte vägar med små trafikmängder. Inte heller bullret från miljötillståndspliktiga anläggningar i Åbo har beaktats. Därför avviker de faktiska bullernivåerna lokalt från den nivå som fastställts i denna utredning.

Sammantaget är resultaten något lägre än resultaten 2017 enligt den fasad där bullernivån är högst. Det är mycket sannolikt att skillnaden beror på ändringar i trafikuppgifterna (coronaåret och ändringen i vägtrafikvolymerna KAVL → KVL) samt uppdateringen av beräkningsmodellen. Enligt bedömningen finns ingen reell väsentlig skillnad i bullersituationen. När det graderingssätt som anges i direktivet används i

beräkningen ökar antalet exponerade något (skillnaden beror huvudsakligen på ändringen i beräkningsättet).

Flygtrafiken och spårtrafiken orsakar betydligt mindre bullereffekter än vägtrafiken.

ABSTRACT

Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council relating to the assessment and management of environmental noise (environmental noise directive) came into force on 18 July 2002. The aim of the Directive is to define a common Community approach intended to avoid, prevent or reduce the harmful effects, including annoyance, due to exposure to environmental noise. The reduction is done on a prioritised basis. The aim of the Directive is to receive comparable data regarding noise levels in the Member States. The Environmental Noise Directive has been complemented in 2015 with the Directive (EU) 2015/996, the appendix of which presents a common calculation method. The calculation method has been updated in 2021 with the Directive (EU) 2021/1226.

The national implementation of the Environmental Noise Directive is decreed in the Environmental Protection Act (527/2014). This Act repeals the earlier Environmental Protection Act (86/2000) as well as the amendment (459/2004) concerning the noise mapping and noise abatement action plans required by the European Community.

The Government Decree on noise mapping and noise abatement action plans (1107/2021) lays down provisions on the contents of the noise maps, the noise indicators to be used, the calculation method and location data to be used in noise mapping, the assessment of the noise situation and number of exposed persons, the assessment of health impacts as well as the contents and drafting schedule of the noise abatement action plans. The Decree also includes provisions on obligations to provide information to the Commission.

In accordance with the Government Decree (1107/2021), the third round mapping needs to be ready and entered into the environmental protection database by 30 June 2022.

In accordance with the Environmental Noise Directive, the noise indicators used in noise mapping are the so-called **day-evening-night** noise level L_{den} , weighted according to the time of the day, and the unweighted **night-time** noise level L_n . The calculation height is 4 metres above ground level. In Finland, the traditionally used noise indicators are day-time average sound level $L_{Aeq,7-22}$ and night-time average sound

level $L_{Aeq,22-7}$. The calculation height is 2 metres above ground level.

The noise levels for road and railroad traffic were calculated using the European Common noise assessment methods (CNOSSOS-EU 2021/1226 EU). The calculation results include noise zone maps and the numbers of inhabitants and buildings within different noise zones.

The topographic data from the 2017 survey as well as the latest road and railroad data, and building and noise barrier data were used in drawing up the acoustic model for the road and railroad noise mapping. The calculations take into account, for example, the effect of crossroad traffic lights, acoustic hardness of the ground surface and weather data.

The numbers of inhabitants exposed to noise within different noise zones are reported as follows:

- Number of inhabitants in permanent residential buildings.
- Number of inhabitants in residential buildings with a specific façade sound insulation requirement in the land use plan.
- Number of inhabitants in residential buildings with a quiet external wall. A quiet external wall means an external wall whose noise level for each indicator is at least 20 dB lower than that of the external wall with the highest noise level.

The total number of inhabitants exposed to noise was calculated in two manners: 1) directly according to the highest facade noise level and 2) by allocating the inhabitants with respect to the noise level directed at the facade. In the second manner, the number of inhabitants exposed to noise was calculated based on the upper median value of the facade noise level (new manner). The new allocation method is different from the allocation method of 2017, and the results are not comparable.

In addition to numbers of inhabitants, the following building numbers were presented for the noise zones:

- number of residential buildings (including free-time residences)
- number of care facilities
- number of educational facilities.

In terms of road traffic, the numbers of inhabitants and buildings were calculated separately for all traffic and for highway traffic.

The noise graphs for air traffic noise mapping were provided by Finavia Corporation.

Based on the results of the computational model, about 65,200 (35%) inhabitants of permanent residential buildings are exposed to road traffic noise with a day-evening-night noise level L_{den} of over 55 dB, when the number of inhabitants is calculated according to the noisiest façade. Using the allocation method, the number of inhabitants is 54,000 (29%). Of the inhabitants exposed to road traffic noise, altogether 9,300 (14%) live in a building equipped with specific sound insulation, and 18,500 (28%) have a quiet external wall in the building.

There are 69 (52%) care facilities and 135 (43%) educational facilities in zones where road traffic causes a day-evening-night noise level L_{den} of over 55 dB.

Based on the calculations, about 3,000 (2%) inhabitants of permanent residential buildings are exposed to railroad traffic noise with a day-evening-night noise level L_{den} of over 55 dB, when the number of inhabitants is calculated according to the noisiest façade. Using the allocation method, the number of inhabitants is 1,800 (1%). 600 (20%) of the inhabitants exposed to railroad traffic noise live in a building equipped with specific sound insulation, and 900 (30%) have a quiet external wall in the building.

There are 5 (4%) care facilities and 8 (3%) educational facilities in zones where railroad traffic causes a day-evening-night noise level L_{den} of over 55 dB.

About 0 inhabitants (0%) are exposed to a day-evening-night noise level L_{den} of over 55 dB originating from air traffic.

The indicators specified in the Environmental Noise Directive, day-evening-night noise level L_{den} and night-time noise level L_n , are not comparable to the noise level guidelines used in Finland. Finland has no threshold or guideline values for the EU indicators. The allocated inhabitant result from the 2017 mapping cannot be compared to these calculated results due to changes in the allocation method.

When looking at the results of the noise mapping, one needs to remember that the results represent the noise levels caused by the noise sources included in

the computational model. The map data covers the most important roads and railroads, but not roads with little traffic. In addition, noise caused by plants in Turku requiring environmental permits has been ignored. Therefore the actual noise levels deviate locally from the level defined in this report.

On the whole, the results are slightly lower than the results of 2017, when examining the noisiest facade. This is very likely the result of changes in traffic data (coronavirus year and change in road traffic numbers AAWT -> AADT) and updates to the calculation method. We do not estimate that there is any real significant difference in the noise situation between the years in question. When calculating with the allocation method specified in the Directive, the number of exposed inhabitants has grown slightly (the difference is mainly caused by calculation method changes).

The noise effects of air and railroad traffic are markedly smaller than those of road traffic.

Sisällysluettelo

	Tiivistelmä	3
	Sammandrag	4
	Abstract	5
1	Johdanto	7
1.1	Ympäristömeludirektiivi ja lähtökohdat	7
1.2	Meluselvityksen työryhmä	7
1.3	Käytetty ohjelmisto	7
2	Lähtötiedot	7
2.1	Maasto	7
2.1.1	Korkeustiedot	7
2.1.2	Tiealueet	7
2.1.3	Maanpinnan kovuus	7
2.1.4	Rakennusten geometria	7
2.1.5	Melusteet	7
2.2	Tieliikennetiedot	8
2.2.1	Katu vai maantie	8
2.2.2	Liikennemäärät	8
2.2.3	Ajosuunnat	8
2.2.4	Nopeudet	8
2.2.5	Tien päällyste	8
2.2.6	Nastarenkaat	8
2.2.7	Risteykset	8
2.3	Raideliikennetiedot	8
2.3.1	Raideliikenteen pääväylät	8
2.3.2	Raidegeometria	8
2.3.3	Liikennetiedot	8
2.3.4	Melupäästöt	8
2.3.5	Sillat ja raidekirskunta	9
2.4	Säätiedot	9
2.5	Eriyisen ääneneristävyyden rakennukset	9
2.6	Rakennus- ja asukastiedot	9
2.6.1	Rakennusten käyttötarkoitus	9
2.6.2	Asukastiedot	9
2.6.3	Asukasmäärien laskenta julkisivuun kohdistuvasta melusta	9
3	Melun tunnusluvut	9
4	Laskentamenetelmät	9
4.1	Laskentamalli	9
4.2	Laskenta-asetukset	9
4.3	Laskentamallin vertailu vanhaan malliin	10

5	Melulaskentojen tulokset	10
5.1	Tilastointitavat	10
5.2	Tieliikennemelu	10
5.3	Raideliikennemelu	11
5.4	Maanteiden pääväylien melu	12
5.5	Lentoliikennemelu	12
5.6	Teollisuusmelu	12
6	Tulosten vertaaminen aiemman selvityksen tuloksiin	13
6.1	Direktiivin mukaiset tunnusluvut	13
6.2	Lukumääräerot	13
7	Laskentojen luotettavuuden arviointi	13
8	Tulosten tarkastelu	13

LIITTEET

Liite 1.	Maanpinnan akustinen kovuus (G).
Liite 2.	Melusteiden sijainnit.
Liite 3.	Liikennemääräkartta, tieliikenne.
Liite 4.	Raideliikennetiedot.
Liite 5.	Tieliikenteen melukartat EU-tunnusluvuilla L_{den} ja L_n .
Liite 6.	Raideliikenteen melukartat EU-tunnusluvuilla L_{den} ja L_n .
Liite 7.	Lentoliikenteen melukartat EU-tunnusluvuilla L_{den} ja L_n .
Liite 8.	Maanteiden pääväylien melukartat EU-tunnusluvuilla L_{den} ja L_n .

1 JOHDANTO

1.1 Ympäristömeludirektiivi ja lähtökohdat

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/49/EY ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta (ympäristömeludirektiivi) tuli voimaan 18.7.2002. Direktiivin tavoitteena on määritellä yhteisölle yhteinen toimintamalli, jonka avulla voidaan välttää, ehkäistä tai vähentää ympäristömelulle altistumisen haittoja, joiksi katsotaan myös melun häiritsevyys. Haittoja vähennetään tärkeysjärjestyksessä. Direktiivin tavoitteena on saada jäsenvaltioiden melutasoista vertailukelpoisia tietoja. Ympäristömeludirektiiviä on täydennetty vuonna 2015 direktiivillä (EU) 2015/996, jonka liitteessä on esitetty yhteinen laskentamenetelmä. Laskentamenetelmä on päivitetty vuonna 2021 direktiivillä (EU) 2021/1226.

Ympäristömeludirektiivin kansallisesta täytäntöönpanosta säädetään ympäristönsuojelulaisissa (527/2014). Laki korvaa aiemman ympäristönsuojelulain (86/2000) sekä sen muutoksen (459/2004) Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista.

Valtioneuvoston asetuksella meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista (1107/2021) säädetään meluselvitysten sisällöstä, käytettävistä melun tunnusluvuista, meluselvityksissä sovellettavasta laskentamenetelmästä ja paikkatiedosta, melutilanteen ja altistuneiden määrän arvioinnista, terveysvaikutusten arvioinnista, sekä meluntorjunnan toimintasuunnitelmien sisällöstä ja niiden laatimisen aikatauluista. Asetukseen sisältyvät myös säännökset velvollisuuksista toimittaa tietoa komissiolle.

Valtioneuvoston asetuksen (1107/2021) mukaan kolmannen vaiheen selvityksen on oltava valmiina ja merkittynä ympäristönsuojelun tietojärjestelmään 30.6.2022.

1.2 Meluselvityksen työryhmä

Meluselvitys tehtiin Turun kaupungin ja Väyläviraston yhteistyönä. Projektin ohjausta varten perustettiin ohjausryhmä, joka muodostui Turun kaupungin ja Väyläviraston edustajista. Ohjausryhmään kuuluivat:

- Helena Pakkala, Turun kaupunki, Kaupunkiympäristö, Ympäristönsuojelu

- Olli-Pekka Mäki, Turun kaupunki, Kaupunkiympäristö, Ympäristönsuojelu
- Renja Rasimus, Turun kaupunki, Kaupunkiympäristö, Ympäristönsuojelu
- Jaana Mäkinen, Turun kaupunki, Kaupunkiympäristö, Liikennesuunnittelu
- Harri Soini, Turun kaupunki, Järjestämisen tuki
- Päivi Ala-Uotila, Turun kaupunki, Paikkatieto ja kaupunkimittaus, Paikkatieto
- Kaisa Utriainen, Turun kaupunki, Paikkatieto ja kaupunkimittaus, Paikkatieto
- Jani Helin, Turun kaupunki, Paikkatieto ja kaupunkimittaus, Paikkatieto
- Taiju Virtanen, Väylävirasto, Tekniikka- ja ympäristö
- Satu Routama, Finavia Oyj, Tekniikka & ympäristö.

Meluselvityksen laati Promethor Oy, jossa työn tekemiseen osallistuivat:

- Jani Kankare (projektipäällikkö ja laadunvarmistaja)
- Tero Virjonen (meluasiantuntija)
- Olli Laivoranta (paikkatietoasiantuntija ja sihteeri).

1.3 Käytetty ohjelmisto

Melulaskentaohjelmasta käytettiin maastomallipohjaista CadnaA 2022 (64 bit) -ohjelmaa. Melutasojen laskennassa käytettiin yhteiseurooppalaista CNOSSOS-EU-laskentamallia (2021/1226 EU).

2 LÄHTÖTIEDOT

Tie- ja raideliikennemeluselvityksen akustisen mallin laatimiseen käytettiin pohjana vuoden 2017 Turun kaupungin meluselvityksen maastomallia. Tätä mallia päivitettiin muuttuneiden liikennetietojen, melusteiden ja rakennusten osalta. Maastoon (korkeuskäyrät/pisteet) muutoksia ei ollut tarpeellista tehdä.

Seuraavissa luvuissa on kerrottu, miten laskentamalli on koottu (2017/2022).

2.1 Maasto

Maastomalliin koottiin kaikki geometriset elementit, jotka vaikuttavat melulähteen sijaintiin tai melun

leviämiseen. Elementtejä ovat maanpinnan korkeustiedot (ml. teiden ja junaratojen tasaukset), pintojen kovuustiedot sekä rakenteiden kuten rakennusten ja melusteiden geometriset tiedot.

2.1.1 Korkeustiedot

Korkeusmallin lähtötietona käytettiin Turun kaupungin vuoden 2017 selvitystä varten toimittamaa kantakartta-aineistoa, jossa korkeuskäyrät olivat 1 m välein. Tämä aineisto kattoi tie- ja rata-alueita lukuun ottamatta koko Turun alueen riittävällä tarkkuudella.

Viereisten kuntien alueella (500 m etäisyydelle kuntarajasta) maastomallina käytettiin Maanmittauslaitoksen aineistoa (10 m * 10 m ja 2 m * 2 m pisteaineistot). Tarkempaa 2 m * 2 m pisteaineistoa käytettiin teiden ja junaratojen alueilla. Samaa tarkempaa pisteaineistoa käytettiin myös osalle Turun kaupungin teistä (Ruissalo ja Pohjois-Turku).

2.1.2 Tiealueet

Tiealueiden maastona käytettiin Turun kaupungin tuottamia teiden reunaviivoja, jotka oli muodostettu suurelta osaa Turkua laserkeilausaineistosta vuosina 2012–2013. Osalle teistä käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m * 2 m pisteaineistoa. Siltojen osalta teiden ja maaston geometriat muodostettiin erikseen manuaalisesti. Aineisto ei käsittänyt penkereiden maastotietoja.

Tien leveytenä käytettiin kaksikaistaisille teille 6–11 m. Nelikaistaisille teille tehtiin pääsääntöisesti kaksi tiemelulähdettä (leveys 4–8 m per lähde), kun melulle herkkiä kohteita sijaitsee tien läheisyydessä. Teiden leveys määritettiin saadun kartta-aineiston ja ilmakuvienv perusteella.

2.1.3 Maanpinnan kovuus

Pintojen kovuudet määritettiin ilmakuvienv (GoogleMaps) sekä kantakartan vesialuerajausten perusteella (v. 2017).

Vesialueet ja tiealueet on määritetty akustisesti kovaksi (G=0). Pääosin koviksi alueiksi (G=0,3) on määritetty laajat asfaltti- tai hiekkakentät sekä tiheästi rakennetut alueet (keskusta). Pääosin pehmeiksi (G=0,7) alueiksi on määritetty taajama-alueet (väljemin rakennetut alueet). Kaikki muut alueet ja junaradan alue on määritetty akustiseksi pehmeäksi (G=1).

Liitteessä 1 on esitetty alueet pinnan kovuuden mukaan.

2.1.4 Rakennusten geometria

Rakennusten tiedot Turun alueilta saatiin kantakartta-aineistosta (vuodenvaihte 2021–2022). Ympäristökuntien tiedot otettiin Maanmittauslaitoksen aineistosta. Kantakartta-aineiston rakennusten viivat olivat valmiiksi suljettuja, ja ne muutettiin rakennusobjekteiksi.

Rakennusten räystäskorkeus oli valmiina suurimassa osassa rakennuksia. Jos rakennukselle ei ollut annettu absoluuttista korkeutta, määritettiin korkeus kerrosluvun mukaan. Korkeudeksi asetettiin yksikerroksisille taloille 4,5 m ja seuraavien kerrosten korkeudeksi 3 m. Kerrosmäärän ollessa 0 asetettiin rakennuksen korkeudeksi 4,1 m. Muille kuin melulle herkille rakennuksille ("muut rakennukset"), joilla ei ollut kerroslukua, annettiin korkeudeksi 3,1 m. Nämä olivat pääosin pieniä piharakennuksia.

Havaitut selvästi virheelliset korkeudet korjattiin.

2.1.5 Melusteet

Melusteiden sijainti- ja korkeustiedot saatiin Turun kaupungilta. Saadut melustetiedot eivät kuitenkaan käsittäneet aivan kaikkia olemassa olevia melusteita, joten muutamat melusteet otettiin aikaisemmasta Turun kaupungin meluselvityksestä 2017. Samasta selvityksestä otettiin muutaman melusteiden korkeustiedot, jotka uudessa aineistossa olivat 0-tasolla.

Tonttikohtaiset melusteet on mallissa huomioitu, jos ne ovat olleet mukana lähtöaineistossa.

Melusteiden pinnan absorptiosuhteena käytettiin 0,21.

Kaupungin alueella on muutama meluvalli. Merkittävistä näistä on Ylijoenpiennar Tampereen valtatievarrella Yli-Maariassa (pituus n. 800 m ja suurin korkeus n. 6 m), joka syötettiin malliin manuaalisesti. Muut meluvallit huomioitiin saadun korkeusmallin mukaisesti.

Meluaitojen ja -kaiteiden sijainnit on esitetty liitteessä 2. Sijainnit on esitetty myös melukarttaliitteissä.

Taulukossa 1 on esitetty katujen ja teiden sekä junaradan varrella olevien meluaitojen ja -kaiteiden kokonaispituudet.

Taulukko 1. Meluaitojen ja -kaiteiden kokonaispituudet

Osuus	Kokonaispituus [m]
Kadut	3739
Maantiet	3575
Junaradat	815

2.2 Tieliikennetiedot

Selvityksessä huomioitiin Turun kaupungin alueen kaikki tiet (kadut ja maantiet), joiden keskivuorokausiliikennemäärä (KVL tai KAVL) on vähintään 2000 ajoneuvoa/vrk. Näitä ovat useimmat maantiet sekä kaduista kaupungin sisääntuloväylät, pääkadut ja useimmat kokoojakadut. Myös eritasoliittymien rampit huomioitiin.

Laskennassa huomioituja katuja Turun kaupungin alueella on yhteensä noin 156 km ja maanteitä 61 km.

2.2.1 Katu vai maantie

Selvityksessä mukana olevat tiet luokiteltiin kaduksi tai maantiekseksi sen mukaan, hallinnoiko tietä Turun kaupunki vai Väylävirasto. Turun kaupungin hallinnoimia teitä kutsutaan **kaduiksi** ja Väyläviraston hallinnoimia teitä **maanteiksi**. Maanteitä, joilla liikennemäärä on yli 3 miljoonaa vuodessa (KVL \geq 8220) kutsutaan **maanteiden pääväyliksi**.

2.2.2 Liikennemäärät

Katujen liikennemäärinä käytettiin Turun kaupungin toimittamia vuoden 2021 arkivuorokausiliikennetietoja (KAVL). Arkivuorokausiliikenne muutettiin keskimääräiseksi vuorokausiliikenteeksi (KVL) kertomalla määrä luvulla 0,9. Huomioitavaa on, että vuoden 2017 selvityksessä käytettiin laskennassa KAVL-arvoja katujen osalta.

Maanteiden liikennetiedot vuodelta 2021 saatiin ELY-keskukselta.

Raskaan liikenteen osuudet **kaduilla** määritettiin Turun kaupungin tietojen perusteella. Raskaan liikenteen osuus kokonaisliikennemäärästä vaihtelee välillä 2–100 %. Luokan 3 (raskaimmat) raskaita ajoneuvoja oletettiin olevan pääasiassa 10 % kaikista raskaista ajoneuvoista. Raskaan liikenteen osuuden

kokonaisliikennemäärästä oletettiin olevan päivä-, ilta- ja yöaikaan yhtä suuri.

Katuliikenteen jakautuminen vuorokauden ajoille (päivä klo 7–19, ilta klo 19–22 ja yö klo 22–7) arvioitiin kaikilla kaduilla samaksi: päivällä 79 %, illalla 13 % ja yöllä 8 %.

Raskaan liikenteen kokonaisuudet **maanteilla** laskettiin ELY:n toimittamasta materiaalista (v. 2021). Ajallinen jakauma raskaan liikenteen osalta maanteilla määriteltiin SITO Oy:n toimittaman (vuoden 2017 selvitys) materiaalin perusteella (tierekisteri ja LAM). Maanteille, joille luokan 3 raskaiden ajoneuvojen jakaumia ei ole annettu, käytettiin kaikkien muiden maanteiden jakaumien keskiarvoa. Vaihteluväli raskaan liikenteen osuudelle oli päivällä (klo 7–19) 1–19 %, illalla (klo 19–22) 1–20 % ja yöllä (klo 22–7) 1–22 %. Luokan 3 raskaita ajoneuvoja oli päivällä (klo 7–19) 9–90 %, illalla (klo 19–22) 13–96 % ja yöllä (klo 22–7) 12–94 % kaikista raskaista ajoneuvoista.

Maantieliikenteen jakautumiselle vuorokauden ajoille (päivä klo 7–19, ilta klo 19–22 ja yö klo 22–7) käytettiin seuraavia vaihteluvälejä: päivällä 75–82 %, illalla 10–13 % ja yöllä 7–13 %.

Liikenteen kategorioiden 1–3 vierintä- ja moottorime-lukertoimina on käytetty Liikenneviraston ohjeen 4/2017 liitteen 1 kertoimia, ei siis direktiivin 2021/1226 mukaisia päivitettyjä kertoimia. Päivitettyjä kertoimia ei käytetty, koska niistä ei ole vielä laskenta- tai mittauskokemuksia.

Liikennemäärät on esitetty liitteessä 3.

2.2.3 Ajosuunnat

Kaksikaistaisten teiden ajosuunnat syötettiin laskentaohjelmaan kaksisuuntaisina. Nelikaistaisten teiden ajokaistat (2+2) mallinnettiin pääsääntöisesti kahtena melulähteenä, joille ajosuunta annettiin manuaalisesti todellisen ajosuunnan mukaan. Myös yksisuuntaiset kadut ja rampit huomioitiin todellisen ajosuunnan mukaisesti. Ajosuunnalla on vaikutusta melupäästöön, kun tie sijaitsee mäessä (tien nousu/lasku).

2.2.4 Nopeudet

Kaduilla ajoneuvojen nopeutena on käytetty Turun kaupungilta saatuja nopeusrajoituksia. Raskaan liikenteen suurimpana ajonopeutena käytettiin 80 km/h.

Maanteilla kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen nopeudet vuorokauden- ja vuodenajan mukaan saatiin SITO Oy:n vuoden 2017 meluselvitykseen toimittamasta aineistosta (tierekisteri + LAM). Nopeustieto vastaa vuoden keskimääräistä todellista ajonopeutta. Maanteille, joille todellista nopeustietoa ei ollut käytettävissä, on keskimääräinen ajonopeus laskettu käyttäen nopeusrajoituksia. Keskimääräistä ajonopeutta laskettaessa on huomioitu, että osalla teistä on talvella alennettu nopeusrajoitus noin 5 kk ajan. Mikäli saadussa aineistossa ei ollut nopeusrajoitusta (muutama eritasoliittymä), on nopeutena käytetty 60 km/h. Vuoden 2017 meluselvityksen nopeustiedot päivitettiin ELY:n vuoden 2021 nopeustiedoilla niiltä osin, kun muutoksia oli tullut.

2.2.5 Tien päällyste

Katujen ja maanteiden pinnoitteena on yhtä katu- lu- kuun ottamatta asfalttibetoni, kivimaskitsiasfaltti tai pehmeä asfalttibetoni. Näille on käytetty laskentamallin SMA/DAC 16 -tienpintakertoimia. Tuomiokirkonkadulla on nupukiveä ja siihen on käytetty tasaisen kivetyksen kertoimia (Even paving stones). Tien pinnan korjauskertoimet perustuvat CNOSSOS-EU-laskentamalliin ja Liikenneviraston ohjeeseen 4/2017.

2.2.6 Nastarenkaat

Nastarenkaita on laskennassa oletettu käytettävän 5 kk vuodesta. Nastarenkaiden osuutena kaikista talvirenkaista on käytetty 88 % (Liikenneviraston ohje 4/2017).

2.2.7 Risteykset

Pienillä ajonopeuksilla, sekä kaduilla, joilla raskaan liikenteen osuus on suuri, risteyskorjaus vaikuttaa risteysympäristön melutasoihin.

Risteyskorjaus (liikennevalot) huomioitiin yhteensä 185 valoristeyksessä. Kaikissa risteyksissä liikennevalot ovat toiminnassa päivällä ja lähes kaikissa myös illalla. Yöaikana liikennevalot ovat toiminnassa 72 risteyksessä. Liikennevalojen tiedot on saatu Turun kaupungilta.

2.3 Raideliikennetiedot

Selvityksessä huomioitiin rautatiet, joilla on säännöllistä liikennettä. Näitä ovat Karjaalle, Tampereelle ja

Uuteenkaupunkiin kulkevat radat. Myös kantasatamaan (henkilö ja tavara) kulkeva junaliikenne on huomioitu.

Laskennassa on huomioitu yhteensä 33 km rautatietä Turun kaupungin alueella.

2.3.1 Raideliikenteen pääväylät

Turun kaupungin alueella ei ole EU-direktiivin mukaisia raideliikenteen pääväyliä. Kaikki junaradat ovat siten muita nimettyjä rautateitä.

2.3.2 Raidegeometria

Junaratojen raiteiden sijainnit korkeustietoineen saatiin Turun kaupungilta. Ratapengertä ei kuitenkaan maastotiedoissa ollut, joten pengeri tehtiin malliin manuaalisesti (4 m leveä tasanne ja 5 m luiskat). Naapurikuntien alueella radan geometriana käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m * 2 m pisteaineistoa. Rata- pihan osalta pengerrystä ei tarvinnut tehdä. Kaikki si- l- takohdat tehtiin maastomalliin manuaalisesti. Raidegeometria on sama kuin vuoden 2017 meluselvityksessä.

2.3.3 Liikennetiedot

Liikennetiedot saatiin Sweco Infra & Rail Oy:ltä. Liikennetiedot (tyyppi, pituus, nopeusrajoitus) on esitetty liitteessä 4.

Junien pysähtyminen asemille huomioitiin laskennoissa hidastamalla junia ennen pysähdystä tasaisesti. VR Track Oy:lta (v. 2017) saadun tiedon mukaisesti henkilöjunan nopeus rajoitettiin arvoon 30 km/h 200 m etäisyydelle asemasta. Tämän jälkeen nopeus kasvaa tai pienenee 20–25 km/h aina 300–500 m matkaa kohden. Vastaavasti tavarajunien nopeutena käytettiin 30 km/h ensimmäiselle kilometrille. Tämän jälkeen nopeus kasvaa/pienenee 10–15 km/h kutakin kilometriä kohden.

2.3.4 Melupäästöt

Junaratojen melupäästöarvot laskettiin yhteispohjois- maisella raideliikennemelumallilla (NPM 96). Melupäästöihin lisättiin +2 dB ja melutasolaskennat tehtiin CNOSSOS-EU-laskentamallilla. Melulähteen korkeutena käytettiin 0,5 m maan pinnasta. Tämä menettely perustuu Liikenneviraston laskentaohjeeseen (4/2017).

2.3.5 Sillat ja raidekirskunta

Aurajoen ylittävän sillan melupäästöä korotettiin siltakorjauksen verran +3 dB. Muiden siltojen ei katsottu olevan niin pitkiä ja melun kannalta merkittäviä, että siltakorjausta olisi perusteltua tehdä.

Raidekirskunta on satunnainen ilmiö, joka voidaan huomioida tarvittaessa (Liikenneviraston ohje 4/2017). Raidekirskunta riippuu junien ja raiteiden ominaisuuksista. Turussa ei ole selvitetty mahdollisen raidekirskunnan voimakkuutta. Oletettavasti raidekirskunta ei ole Turussa voimakasta ja siksi sitä ei ole huomioitu mallinnuksessa.

2.4 Säätiiedot

Säätiiedot käytettiin mallinnusohjelmassa (Cadna 2022) olevaa Turun säätietaoa (Turku 1101,118). Keskuksista-alueen tiheästi rakennetulla alueella käytettiin suurinta Turun alueen p_f-arvoa (suotuisten sääolosuhteiden osuus).

Lämpötilana laskennassa käytettiin +6 °C ja suhteellisenä kosteutena 70 %.

2.5 Erityisen ääneneristävyyden rakennukset

Erityisen ääneneristävyyden omaaviksi rakennuksiksi määritettiin ne, joille on asemakaavassa määrätty ääneneristävyysvaatimus ja rakennus on rakennettu määräyksen antamisen jälkeen. Tiedot kyseisistä rakennuksista saatiin Turun kaupungilta.

2.6 Rakennus- ja asukastiedot

Rakennus- ja asukastiedot saatiin Turun kaupungin rakennus- ja huoneistorekisteristä (RHR).

2.6.1 Rakennusten käyttötarkoitus

Melualueilla olevien asuin-, hoito- ja oppilaitosrakennuksien lukumäärä määritettiin. Luokittelu on tehty Tilastokeskuksen vuoden 2018 luokittelun mukaisesti (<https://www.stat.fi/fi/luokitukset/rakennus/>).

2.6.2 Asukastiedot

Turun kaupungilta saadussa Rakennus- ja huoneistorekisteridatassa (RHR) oli annettu kunkin rakennuksen asukasmäärä attribuuttina. Nämä tiedot

sisällytettiin rakennusten tietoihin. Asukasmääriä, jotka eivät olleet vakituisissa (varsinaisissa) asuinrakennuksissa, ei huomioitu asukasmäärälaskennassa.

2.6.3 Asukasmäärien laskenta julkisivuun kohdistuvasta melusta

Asukasmäärät asuinrakennuksissa laskettiin kahdella eri tavalla:

- 1) Rakennuksen kaikkien asukkaiden altistuminen tietylle meluvyöhykkeelle määritettiin rakennuksen julkisivuihin kohdistuvan suurimman melutason mukaan (alkuperäinen vanha tapa).
- 2) Julkisivujen tarkastelupisteet jaetaan kohdistuvan melutason mukaan kahteen osaan. Ylempään mediaaniarvon osaan (50 %) luetaan kuuluvaksi kaikki rakennuksen asukkaat. Asukasluku jaetaan tasaisesti meluisamman puolen julkisivupisteille ja näistä muodostetaan melulle altistuvien asukkaiden määrät.

Tavalla 2) laskettaessa ”yhden asunnon talot” laskettiin kuitenkin suurimman julkisivuun kohdistuvan melutason mukaan.

Uusi tapa 2) antaa merkittävästi suuremman melulle altistuvien asukkaiden lukumäärän kuin vuoden 2017 selvityksessä käytetty laskentatapa.

3 MELUN TUNNUSLUVUT

Ympäristömeludirektiivin mukaisissa meluselvityksissä käytetään melun tunnuslukuina vuorokauden ajankohdan mukaan painotettua ns. **päivä-ilta-yö**-melutasoa L_{den} ja **yöajan** painottamatonta keskiäänitasoa L_n . Vuorokausimelutaso määritetään seuraavasti:

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \left(\frac{12}{24} \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + \frac{3}{24} \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + \frac{9}{24} \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right),$$

missä

L_{den} = painotettu vuorokausimelutaso (dB)

L_d = päiväajan painottamaton keskiäänitaso (dB)

L_e = ilta-ajan painottamaton keskiäänitaso (dB)

L_n = yöajan painottamaton keskiäänitaso (dB).

Kaikki äänitasot ovat A-taajuuspainotettuja. Päiväajalla tarkoitetaan tässä yhteydessä klo 7–19 välistä aikaa, ilta-ajalla klo 19–22 välistä aikaa ja yöajalla klo 22–7 välistä aikaa. Vuorokausimelutason L_{den} laskennassa ilta-ajan melua painotetaan korottamalla keskiäänitasoa +5 dB ja yöajan keskiäänitasoa +10 dB. Näin ollen vuorokausimelutaso L_{den} kuvaa vuorokauden keskiäänitasoa, jossa ilta- ja yöajan merkitystä on korostettu.

L_{den} ja L_n määritetään pitkän ajan keskiäänitasona, jossa tarkasteluaikana on yksi vuosi. Tunnuksiluvun laskennassa huomioidaan koko vuoden keskimääräiset sääolosuhteet.

Direktiivin mukaisia tunnuslukuja määritettäessä melutason laskentakorkeus on 4 m maan pinnasta.

Suomessa ei ole raja- tai ohjearvoja EU-tunnuksiluvuille.

4 LASKENTAMENETELMÄT

4.1 Laskentamalli

Melutason laskennat tehtiin yhteiseurooppalaisella CNOSSOS-EU-laskentamallilla. Tämä malli on direktiivin 2021/1226 mukainen ja sitä tulee käyttää direktiivin mukaan melumallina (päivitetty direktiivin 2015/996 melumalli). Malli on uusi ja se on vasta äskettäin implementoitu kaupallisiin melumallinnusohjelmiin. Melumallin tarkkuudesta verrattuna mittauksiksi ei ole vielä tarkkaa tietoa. Laskennoissa käytetään direktiivistä 2021/1226 poiketen tie- ja raideliikenteen melupäästöinä viime kierroksen arvoja.

CNOSSOS-EU-laskentamalli ottaa huomioon mm. seuraavat asiat:

- ajoneuvojen lukumäärä (päivä-ilta-yö)
- raskaan liikenteen osuus (päivä-ilta-yö)
- raskaimpien rekkojen osuus raskaista ajoneuvoista (päivä-ilta-yö)
- ajonopeus (päivä-ilta-yö)
- junatyyppit ja pituudet
 - käytetään pohjoismaista melupäästöä (NPM96)
- etäisyysvaimennus
- estevaimennus

- maakorjaus
- tienpinnan laatu
- kiihdytysvaikutus risteysalueella
- sääkorjaus
- nastarengaskorjaus
- mäkikorjaus ajosuunnittain.

Kaikki tie- ja katumelulaskennat tehdään oktaavikaistoittain ja raideliikennemelulaskennat terssikaistoittain.

Riippuen lähtötietojen syötöstä melumallinnuksen tulos voi kuvata koko vuoden keskimääräistä tilannetta tai esimerkiksi yhden arkivuorokauden tilannetta. EU-direktiivin mukaisessa laskennassa tarkastellaan koko vuoden keskimääräistä tilannetta.

4.2 Laskenta-asetukset

Käytetyt laskenta-asetukset ovat Liikenneviraston laskentaohjeistuksen 4/2017 mukaiset (taulukko 2).

Taulukko 2. Laskenta-asetukset

Parametri	Käytetty arvo
Laskentaruudun koko	10 m x 10 m
Julkisivujen laskentapisteen välimatka	Korkeintaan 5 m (VBEB/CNOSSOS)
Laskentakorkeus	4 m
Melutason laskentaetäisyys	2500 m
Maanpinnan akustinen koivuus	Vaihtelee 0–1 paikan mukaan
Rakennusten heijastus	Absorptiokerroin 0,21
Meluidan heijastus	Absorptiokerroin 0,21
Heijastusten lukumäärä	1. kertaluku
Heijastusten laskentaetäisyys	1000 m
Tien pituuskaltevuus	On huomioitu
Viivalähteen segmentin enimmäispituus	50 m
Rasterointiarvo	0,5
Suurin sallittu virhe (ohjelman pyöristys)	0,3 dB

Julkisivuun kohdistuvaa melutasoa laskettaessa rakennuksen omaa heijastusta ei huomioida, mutta muista rakennuksista aiheutuvat heijastukset huomioidaan.

4.3 Laskentamallin vertailu vanhaan malliin

CNOSSOS-EU-laskentamallin 2021/1126 vertailu yhteispohjoismaiseen NPM96-laskentamalliin ei ole yksinkertaista. Vertailu vaatisi huolellisen menetelmien ja laskentakaavojen vertailun tai mallien antamien tulosten osalta vähintään laskennan molemmilla malleilla samoin lähtötiedoin.

Vuosien 2012 (NPM96) ja 2017 (CNOSSOS 2015) selvityksien tuloksia ei laskentamenetelmien eroavaisuuksien takia voi suoraan verrata keskenään. Vuosien 2017 ja 2022 tuloksia sen sijaan periaatteessa voisi verrata toisiinsa, mutta asukasmääräjäyvityksen (kts. luku 2.6.3) merkittävän muutoksen takia melulle altistuvien asukkaiden määriä ei voi verrata toisiinsa. Lisäksi vuoden 2015 ja vuoden 2021 CNOSSOS-EU-laskentamallien välillä on myös eroja.

5 MELULASKENTOJEN TULOKSET

5.1 Tilastointitavat

Meluselvityksen tulokset on esitetty melukarttoina ja numeerisina tietoina taulukoituna. Melukartoissa melualueet esitetään liikennemuodoittain (tie-, rata- ja lentomelu) 5 dB:n välein vaihtuvina vyöhykkeinä.

Taulukoituna numeerinen tieto melulle altistuvista asukkaista esitetään vyöhykkeillä:

L_{den} : 55–60, 60–65, 65–70, 70–75 ja yli 75 dB

L_n : 50–55, 55–60, 60–65, 65–70 ja yli 70 dB.

Melulle altistuvien asukkaiden määrät meluvyöhykkeiltä ilmoitetaan seuraavasti:

- Asukkaiden määrät vakituisissa asuinrakennuksissa.

- Asukkaiden määrät niissä asuinrakennuksissa, joille on asemakaavassa esitetty julkisivun ääneneristävyyksivaatimus.
- Asukkaiden määrät niissä asuinrakennuksissa, joissa on hiljainen ulkoseinä. Hiljaisella ulkoseinällä tarkoitetaan rakennuksen seinää, jonka kohdalla melutaso kullakin tunnusluvulla laskettuna on vähintään 20 dB pienempi kuin rakennuksen ulkoseinän, jonka kohdalla on korkein melutaso.

Ensimmäisen kohdan asukasmäärät lasketaan sekä suoraan suurimman julkisivumelutason mukaan että jyvittämällä asukkaat meluisamman puolen julkisivupisteille.

Taulukoissa asukasmäärät on pyöristetty lähimpään sataan asukkaaseen kullakin vyöhykkeellä. Tästä aiheutuen taulukoiden eri meluvyöhykkeiden yhteenlasketut määrät voivat poiketa hieman taulukoissa esitetyistä kokonaismääristä (pyöristyksen aiheuttama ero).

Asukasmäärien lisäksi meluvyöhykkeiltä ilmoitetaan seuraavat rakennusmäärät:

- asuinrakennusten määrä (mukana lomarakennukset)
- hoitolaitosten määrä
- oppilaitosten määrä.

Tilastoinnissa tieliikenteen osalta on eroteltu erikseen kaikki liikenne ja maantieliikenne sekä maantieliikenteen pääväylät. Raideliikenteen osalta kaikki liikenne on huomioitu yhtenä, sillä raideliikenteen pääväyliä Turun alueella ei ole.

Meluselvityksen tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että tulokset edustavat vain laskentamallissa mukana olleiden melulähteiden aiheuttamia melutasoja. Selvityksen aineisto kattaa tärkeimmät tiet ja rautatiet, mutta vähäliikenteiset tiet puuttuvat. Tämän vuoksi todelliset melutasot poikkeavat paikallisesti tässä selvityksessä määritetystä tasosta.

5.2 Tieliikennemelu

Tieliikennemelun ympäristömeludirektiivin mukaiset melukartat on esitetty liitteenä 5. Tieliikennemelulle julkisivutarkastelun perusteella altistuvat asukas- ja rakennusmäärät on esitetty taulukoissa 3–6. Tarkastelussa on huomioitu kaikki tiet ja kadut, joilla keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) on vähintään 2000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Taulukko 3. Tieliikenteen (kadut ja maantiet) melulle altistuvien asukkaiden määrät EU-tunnuslukujen mukaan

Melualue [dB]	Asukasmäärä asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ¹		Asukasmäärä asuinrakennuksissa (jyvitys) ²		Asukasmäärä rakenteellisesti melusuojatuiissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ³		Asukasmäärä hiljaisen julkisivun omaavissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ⁴	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	24700	-	18600	-	3400	-	5900
55–60	26200	12300	25700	8700	1600	3300	2900	6400
60–65	22800	3900	17400	2300	3600	1000	5700	3000
65–70	12200	100	8600	200	3300	0	6700	100
70–75	4100	0	2300	200	800	0	3200	0
>75	0	0	200	0	0	0	100	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	65200	41000	54000	29900	9300	7800	18500	15500

Taulukko 4. Maantieliikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrät EU-tunnuslukujen mukaan

Melualue [dB]	Asukasmäärä asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ¹		Asukasmäärä asuinrakennuksissa (jyvitys) ²		Asukasmäärä rakenteellisesti melusuojatuiissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ³		Asukasmäärä hiljaisen julkisivun omaavissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ⁴	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	1100	-	1100	-	100	-	100
55–60	3300	300	2600	300	400	0	300	0
60–65	800	100	700	200	100	0	100	100
65–70	200	0	300	100	0	0	0	0
70–75	100	0	200	200	0	0	100	0
>75	0	0	200	0	0	0	0	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	4400	1500	3900	1900	600	100	500	200

Taulukko 5. Tieliikenteen (kadut ja maantiet) melualueilla olevien rakennusten määrät EU-tunnuslukujen mukaan, kun altistuminen on laskettu meluisimman julkisivun mukaan

Melualue [dB]	Asuinrakennukset		Hoitolaitokset		Oppilaitokset	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	1785	-	22	-	47
55–60	2516	763	32	22	63	23
60–65	1610	129	17	0	44	5
65–70	719	3	19	1	23	0
70–75	114	0	1	0	5	0
>75	0	0	0	0	0	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	4959	2680	69	45	135	75

¹Meluisimmalla julkisivulla tarkoitetaan julkisivua, johon kohdistuu suurin melutaso.

²Jyvityksellä tarkoitetaan sitä, että julkisivujen tarkastelupisteet jaetaan kohdistuvan melutason mukaan kahteen osaan. Ylempään mediaaniarvon osaan (50 %) luetaan kuuluvaksi kaikki rakennuksen asukkaat. Asukasluku jaetaan tasaisesti meluisimman puolen julkisivupisteille ja näistä muodostetaan melulle altistuneiden asukkaiden määrät yhdistämällä laskentapisteen melutaso asukasmääräosuuteen.

³Rakenteellisesti melusuojatut = asemakaavassa on annettu äänieristävyysvaatimus.

⁴Hiljaisella ulkoseinällä tarkoitetaan seinää, jonka kohdalla melutaso on vähintään 20 dB pienempi kuin rakennuksen ulkoseinän, jonka kohdalla on korkein melutaso.

Taulukko 6. Maantieliikenteen melualueilla olevien rakennusten määrät EU-tunnuslukujen mukaan, kun altistuminen on laskettu meluisimman julkisivun mukaan

Melualue [dB]	Asuinrakennukset		Hoitolaitokset		Oppilaitokset	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	283	-	6	-	4
55–60	578	72	8	0	7	2
60–65	194	17	1	0	3	0
65–70	42	0	0	0	2	0
70–75	11	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	825	372	9	6	12	6

5.3 Raideliikennemelu

Raideliikennemelun ympäristömeludirektiivin mukaiset melukartat on esitetty liitteenä 6. Raideliikennemelulle julkisivutarkastelun perusteella altistuvat asukas- ja rakennusmäärät on esitetty taulukoissa 7–8.

Taulukko 7. Raideliikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrät EU-tunnuslukujen mukaan

Melualue [dB]	Asukasmäärä asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ¹		Asukasmäärä asuinrakennuksissa (jyvitys) ²		Asukasmäärä rakenteellisesti melusuojatuiissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ³		Asukasmäärä hiljaisen julkisivun omaavissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ⁴	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	1600	-	1000	-	500	-	600
55–60	2300	300	1500	100	500	0	700	0
60–65	700	0	300	0	0	0	100	0
65–70	0	0	0	0	0	0	0	0
70–75	0	0	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0	0	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	3000	1900	1800	1100	600	500	900	600

Taulukko 8. Raideliikenteen melualueilla olevien rakennusten määrät EU-tunnuslukujen mukaan, kun altistuminen on laskettu meluisimman julkisivun mukaan

Melualue [dB]	Asuinrakennukset		Hoitolaitokset		Oppilaitokset	
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n
50–55	-	130	-	2	-	2
55–60	184	40	5	0	5	2
60–65	72	0	0	0	3	0
65–70	0	0	0	0	0	0
70–75	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0
Yht. L _{den} yli 55 dB L _n yli 50 dB	256	170	5	2	8	4

5.4 Maanteiden pääväylien melu

Maanteiden pääväylien ympäristömeludirektiivin mukaiset melukartat on esitetty liitteessä 8. Pääväylien liikennemelulle julkisivutarkastelun perusteella altistuvat asukas- ja rakennusmäärät on esitetty taulukoissa 9–10. Maanteiden pääväyillä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) on vähintään 8220 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Taulukko 9. Maanteiden pääväylien liikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrät EU-tunnuslukujen mukaan

Melualue [dB]	Asukasmäärä asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ¹		Asukasmäärä asuinrakennuksissa (jyvitys) ²		Asukasmäärä rakenteellisesti melusuojutuissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ³		Asukasmäärä hiljaisen julkisivun omaavissa asuinrakennuksissa (meluisin julkisivu) ⁴	
	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n
50–55	-	900	-	900	-	100	-	100
55–60	3000	300	2300	300	300	0	100	0
60–65	600	100	600	200	100	0	100	100
65–70	200	0	300	100	0	0	0	0
70–75	100	0	200	200	0	0	100	0
>75	0	0	200	0	0	0	0	0
Yht. L_{den} yli 55 dB L_n yli 50 dB	3900	1300	3500	1700	400	100	300	100

Taulukko 10. Maanteiden pääväylien liikenteen melualueilla olevien rakennusten määrät EU-tunnuslukujen mukaan, kun altistuminen on laskettu meluisimman julkisivun mukaan

Melualue [dB]	Asuinrakennukset		Hoitolaitokset		Oppilaitokset	
	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n
50–55	-	216	-	5	-	2
55–60	492	55	6	0	4	1
60–65	132	16	1	0	1	0
65–70	33	0	0	0	1	0
70–75	11	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0
Yht. L_{den} yli 55 dB L_n yli 50 dB	668	287	7	5	6	3

¹Meluisimmalla julkisivulla tarkoitetaan julkisivua, johon kohdistuu suurin melutaso.

²Jyvityksellä tarkoitetaan sitä, että julkisivujen tarkastelupisteet jaetaan kohdistuvan melutason mukaan kahteen osaan. Ylempään mediaaniarvon osaan (50 %) luetaan kuuluvaksi kaikki rakennuksen asukkaat. Asukasluku jaetaan tasaisesti meluisimman puolen julkisivupisteille ja näistä muodostetaan melulle altistuneiden asukkaiden määrät yhdistämällä laskentapisteen melutaso asukasmääräosuuteen.

³Rakenteellisesti melusuojuttu = asemakaavassa on annettu äänieristävyysovaatimus.

⁴Hiljaisella ulkoseinällä tarkoitetaan seinää, jonka kohdalla melutaso on vähintään 20 dB pienempi kuin rakennuksen ulkoseinän, jonka kohdalla on korkein melutaso.

5.5 Lentoliikennemelu

Liitteessä 7 on esitetty lentoliikenteen (Turun lentoasema) aiheuttamat meluvyöhykkeet (Finavia Oyj:n mallinnus vuodelta 2020, liikennetiedot vuodelta 2019). Taulukossa 11 on esitetty lentomelulle altistuvien asukkaiden ja rakennusten määrät tunnuslukujen L_{den} ja L_d mukaisesti.

Taulukko 11. Lentoliikennemelulle altistuvien asukkaiden ja rakennuksien lukumäärät

Tyyppi	L_{den}	L_n
Asukkaat, > 55 dB	13	0
Asukkaat, > 60 dB	6	0
Asuinrakennukset, > 55 dB	14	1
Asuinrakennukset, > 60 dB	7	0

5.6 Teollisuusmelu

Turussa sijaitsevien ympäristölupavelvollisten laitosten meluasiant on ratkaistu niitä koskevissa ympäristöluissa. Laitosten normaalista toiminnasta ei pitäisi aiheutua ympäristöönsä sellaista melua, että kansalliset melutason ohjeet ylittyisivät asuntojen kohdalla, eikä niistä ole tarpeen tässä yhteydessä tehdä meludirektiivin mukaisia selvityksiä.

6 TULOSTEN VERTAAMINEN AIEMMAN SELVITYKSEN TULOKSIIN

6.1 Direktiivin mukaiset tunnusluvut

Vuoden 2017 meluselvitykseen verrattuna tie- ja rai- deliikenteen melualueet ovat nyt pääsääntöisesti pie- nempiä. Tosin Tampereen junaradalla on nähtävissä myös enemmän melua. Lentoliikenteen aiheuttama melukäyrä on selvästi suppeampi kuin vuonna 2017. Tie- ja raideliikennemelulaskennat on tehty vuosina 2017 ja 2022 CNOSSOS-EU-laskentamallilla ja vuonna 2012 yhteispohjoismaisella mallilla (NPM96). Vaikka vuosien 2017 ja 2022 mallinnus tehtiin nimellisesti sa- malla mallilla, on uudempaan malliin (2021/1226) si- sällytetty päivityksiä, mikä muuttaa alkuperäistä mallia ja osin laskentatuloksia.

Muutoksia melutasoihin aiheuttavat laskentamallin muutosten lisäksi liikenteen määrän muutokset (koro- navuosi) ja alentuneet nopeusrajoitukset.

Tieliikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrä on kasvanut noin 10 %. Kasvu aiheutuu yksinomaan asu- kasmäärien laskentatavan muutoksesta, ei todelli- sesta kasvusta. Vuoden 2012 menetelmällä (suurin julkisivuun kohdistuva taso) laskettuna melulle altis- tuvia asukkaita on neljännes viime kierrosta vähem- män. Erityisen äänieristyksen omaavissa rakennuksissa altistuvien asukkaiden määrä on kasva- nut kolmanneksen. Hiljaisen julkisivun omaavissa ra- kennuksissa melulle altistuvien asukkaiden määrä on pienentynyt kolmanneksen (saattaa liittyä mallin muutoksiin). Meluvyöhykkeillä olevien hoito- ja oppi- laitusrakennusten määrät ovat muuttuneet selvästi: hoitolaitosten määrä melualueella on puolittunut, kun taas oppilaitosten määrä on vastaavasti noussut kolmanneksen. Muutos johtuu rakennusten käyttö- tarkoitusten luokittelujen muutoksesta (esim. päivä- kodit ovat nykyisin oppilaitoksia).

Raideliikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrä on kasvanut noin 13 %. Kasvu aiheutuu osin asukas- määrien laskentatavan muutoksesta, ei pelkästään to- dellisesta melutason kasvusta. Erityisen äänieristyksen omaavissa rakennuksissa altistuvien asukkaiden määrä on pysynyt samana. Hiljaisen julki- sivun omaavissa rakennuksissa melulle altistuvien asukkaiden määrä on hienoisesti pienentynyt. Melu- vyöhykkeillä olevien hoitolaitosten määrä on

vähentynyt, mutta vastaavasti oppilaitosten määrä kasvanut (muutos luokittelussa).

Lentoliikenteen melulle altistuvien määrä on vähen- tynyt erittäin paljon. Huomioitavaa on, että useat len- toasemaa lähellä olevat asuinrakennukset ovat asumattomia.

6.2 Lukumääräerot

Lukumääräerot vuoden 2017 ja tämän selvityksen vä- lillä aiheutuvat pääosin asukasmäärälaskennan muu- toksesta. Liikenne- ja asukastietojen muutokset selittävät pienen osan eroista. Uusi laskentamalli jul- kaistiin käytettyyn laskentaohjelmaan vasta vuoden 2022 maaliskuussa, joten sen toimivuutta ei vielä kun- nolla tunneta. Tiedossa kuitenkin on, että laskenta- mallissa ja/tai laskentaohjelmassa on joitakin virheitä.

Tieliikenteen osalta eroja selittää osin myös se, että nyt tehdyssä mallinnuksessa on useita aikaisemmin- kin olemassa olleita katuja ja teitä, jotka on vasta tällä kierroksella huomioitu laskennassa. Vastaavasti joita- kin katuja on nyt jätetty pois laskennasta.

Raideliikenteen osalta merkittävä liikenteenmuutos on se, että rantaradan yö-tavarajuna kulkee nykyisin päivällä. Raideliikenteen mallinnuksen tuloksissa uu- della CNOSSOS-EU-laskentamallilla huomattiin epä- johdonmukaisuutta (mahdollisesti virhe laskentaohjelmassa, ei laskentamallissa). Melukart- taan tulee radan kohdalle ”läikikkyyttä”, mikä ei vas- taa todellista melun leviämistä.

Hoito- ja oppilaitosten osalta lukumääräerot selittyvät suurelta osin sillä, että rakennusten luokittelu on muuttunut. Esimerkiksi päiväkodit ovat muuttuneet hoitolaitoksista oppilaitoksiksi.

7 LASKENTOJEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Melutason laskennat suoritettiin yhteiseurooppalai- sella CNOSSOS-EU-laskentamallilla (2021/1226). Malli on päivitys aikaisempaan CNOSSOS-EU- laskentamalliin (2015/996) ja se on vasta äskettäin im- plementoitu kaupallisiin melumallinnusohjelmiin. CadnaA 2022 -ohjelmassa melumallin implementointi on tehty maaliskuussa 2022. Melumallin tarkkuudesta verrattuna mittaustuloksiin ei ole vielä tarkkaa tietoa.

Lähtötietojen mahdollisten virheiden aiheuttamien epävarmuuksien arvioidaan olevan seuraavat:

- Maastomallin virheiden aiheuttama epävarmuus on todennäköisesti pieni (alle ± 1 dB).
- Rakennusten ja melusteiden korkeuden virhei- den aiheuttama epävarmuus vaihtelee paikan mu- kaan ollen $\pm 0...3$ dB.
- Liikennemäärien tarkkuus vaihtelee todennäköi- sesti 10–25 % välillä. Tämän aiheuttama epävar- muus on $\pm 0,5...1,0$ dB.
- Raskaan liikenteen osuuden (luokka 2+3 ja 3) tark- kuus vaihtelee todennäköisesti useita prosenttiyk- siköitä (maanteillä tarkkuus on parempi kuin kaduilla). Tämän aiheuttama epävarmuus on $\pm 0,5...1,0$ dB.
- Tieliikenteen ajonopeuden tarkkuus vaihtelee to- dennäköisesti noin 5 km/h (maanteillä tarkkuus on parempi kuin kaduilla). Tämän aiheuttama epävar- muus on $\pm 0,5...1,0$ dB.
- Raideliikenteen ajonopeuden voidaan arvioida vastaavan todellista noin 10 km/h tarkkuudella, mikä aiheuttaa epävarmuutta $\pm 0,5...1,0$ dB.
- Raideliikenteen junien pituuksien voidaan arvioida vastaavan todellista noin 25 % tarkkuudella, mikä aiheuttaa epävarmuutta $\pm 1,0$ dB.

Lisäksi hieman epävarmuutta aiheutuu liikennevalo- tietojen, maan pinnan akustisten ominaisuuksien, säätietojen sekä tien ja radan pinnan kunnan epävar- muuksista.

Kokonaisuudessaan sekä tie- että raideliikennemelun laskennan epävarmuuden arvioidaan olevan $\pm 1...5$ dB tarkastelupisteestä riippuen.

8 TULOSTEN TARKASTELU

Asukastietojen mukaan Turun kaupungin alueella asuu 190900 asukasta, joista 188900 asuu vakitui- sessa asuinrakennuksessa.

Laskennallisen mallinnuksen tuloksien perusteella va- kituisten asuinrakennusten asukkaista 65200 (35 %) altistuu tieliikennemelulle, jonka vuorokausimelutaso L_{den} on yli 55 dB, kun asukasmäärä lasketaan melui- simman julkisivun mukaan. Jyvittämällä asukkaat eri julkisivuille määrä on 54000 (29 %). Tieliikennemelulle altistuvista asukkaista 9300 (14 %) asuu rakennuk- sessa, jossa on erityinen äänieristys ja 18500:lla (28 %) on rakennuksessa hiljainen ulkoseinä.

Tieliikenteestä aiheutuvan yli 55 dB:n vuorokausime- lutason L_{den} alueella on hoitolaitusrakennuksia 69 kpl (52 %) ja oppilaitusrakennuksia 135 kpl (43 %).

Laskentojen perusteella 3000 (2 %) vakituisten asuin- rakennusten asukkaista altistuu raideliikennemelulle, jonka vuorokausimelutaso L_{den} on yli 55 dB, kun asu- kasmäärä lasketaan meluisimman julkisivun mukaan. Jyvittämällä asukkaat eri julkisivuille määrä on 1800 (1 %). Raideliikennemelulle altistuvista asukkaista 600 (20 %) asuu rakennuksessa, jossa on erityinen ää- nieristys ja 900:lla (30 %) on rakennuksessa hiljainen ulkoseinä.

Raideliikenteestä aiheutuvan yli 55 dB:n vuorokau- simelutason L_{den} alueella on hoitolaitusrakennuksia 5 kpl (4 %) ja oppilaitusrakennuksia 8 kpl (3 %).

Lentoliikenteestä yli 55 dB:n vuorokausimelutasolle L_{den} altistuu pyöristettynä 0 asukasta (0 %).

Lentoliikenteen ja raideliikenteen meluvaikutukset ovat huomattavasti tieliikennettä pienempiä.

Tulokset ovat kokonaisuudessaan hieman vuoden 2017 tuloksia pienempiä, kun tarkastelu tehdään me- luisimman julkisivun mukaan. Tämä aiheutuu hyvin todennäköisesti liikennetietojen muutoksista (koro- navuosi ja katuliikennemäärien muutos KAVL—> KVL) ja laskentamallin päivityksestä. Todellista merkittävää eroa melutilanteessa ei arvioida olevan. Direktiivin mukaisella jyvitystavalla laskettaessa altistujamäärät ovat hieman kasvaneet (ero aiheutuu pääosin lasken- tatavan muutoksesta).

Meludirektiivin mukaista vuorokausimelutasoa L_{den} ja yömelutasoa L_n ei voi verrata Suomessa käytettyihin melutason ohjearvoihin.