Helsingfors

Helsingfors stads bullerutredning 2017

Sito Ab

Stadsmiljöpublikationer 2017:7

Helsingfors

Sito Ab

Helsingfors stads bullerutredning 2017

Stadsmiljöpublikationer 2017:7

Utgivare | Helsingfors stad / stadsmiljösektorn
Pärmens foto | Helsingfors stads mediebank / Kimmo Brandt
ISBN | 978-952-331-334-7
ISSN | 2489-4230

Sammanfattning

Helsingfors bullerutredning i enlighet med EU:s direktiv om omgivningsbuller gjordes för tredje gången år 2017. Tidigare bullerutredningar har gjorts år 2007 och 2012. I Helsingfors stads utredning ingår uppgifter om buller som orsakas av väg-, spår- och flygtrafik.

Bullerutredningen om väg- och spårtrafiken gjordes i huvudstadsregionen i samarbete mellan Helsingfors, Esbo, Vanda och Grankulla städer samt Trafikverket. För landsvägarnas del deltog även Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland i arbetet. För att fastställa bullernivåerna i utredningsområdet samt antalet invånare och objekt som utsätts för buller, beräknades bullerzonerna och fasadbullernivåerna för dag-kvälls-natt-bullernivån L_{den} och nattbullernivån L_{natt} på fyra meters höjd.

Bullerberäkningarna år 2017 utfördes med CNOSSOS-EU-beräkningsmodellerna för väg- och spårtrafikbuller i enlighet med omgivningsbullerdirektivet. För utredningen år 2012 användes gemensamma nordiska bullerberäkningsmodeller. Den nya beräkningsmetoden tar hänsyn till att en del av invånarna bor på byggnadernas tystare fasader. Enligt den gamla metoden fastställdes placeringen av invånarna i en viss bullerzon enligt den högsta fasadbullernivån vid byggnaden. Med den nya metoden är antalet invånare som utsätts för buller oftast mindre än hälften av det antal som fås med den gamla beräkningsmetoden. För jämförelsens skull har antalet utsatta invånare beräknats med både den gamla och den nya metoden.

I Helsingfors är invånarantalet för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för väg- och gatutrafikens del 163 270 invånare enligt den nya beräkningsmetoden. Med den gamla beräkningsmetoden som användes vid tidigare utredningar blir invånarantalet 321 360. Det är 14 procent mer än vid den föregående utredningen år 2012. På resultatet år 2017 år inverkar både den nya beräkningsmodellen och invånarberäkningsmetoden. De totala antalen utsatta personer är i huvudsak motsvarande som år 2012 när man beaktar befolkningstillväxten. Den nya markanvändningen ökar beräkningsmässigt antalet utsatta invånare, även om bullerbekämpningen vid nybyggandet skulle ha genomförts tillräckligt bra. I Helsingfors finns det beräkningsmässigt mer personer som utsätts för höga bullernivåer på över 65 dB på grund av accelerationen vid ljuskorsningar vilket beaktats i denna utredning.

Invånarantalet för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för järnvägarnas del är med den nya beräkningsmetoden 6 520 invånare och med den gamla metoden 15 970. Antalet invånare som utsätts för buller har ökat med 20 procent sedan bullerutredningen år 2012. Ökningen av antalet utsatta personer förklaras huvudsakligen med det nya byggandet längs järnvägsspåret.

För spårvägstrafikens del är invånarantalet för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB 23 920 med den nya beräkningsmetoden och 57 920 med den gamla metoden. Antalet är 20 procent högre än vid den föregående utredningen år 2012. Orsakerna till skillnaderna i antalen utsatta personer ligger för spårvägstrafikens del i ändringarna som skett i spårnätet och materielen, samt i beräkningssättets preciserade invånaruppgifter och preciseringarna i fastställandet av spårvagnarnas bullerutsläpp. På stadsnivå är resultaten i genomsnitt enhetliga, men på grund av preciseringarna kan de lokala skillnaderna vara betydande.

Bullernivåerna dag-kväll-natt L_{Den} i denna utredning för metrotrafikens del är lägre än vid de tidigare utredningarna, men på grund av nybyggandet är antalet utsatta personer nästan på samma nivå. Med den nya beräkningsmetoden blir invånarantalet i bullerzonen för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB 3 290 invånare och med den gamla metoden 9 620 invånare. Orsakerna till minskningen av bullernivån ligger i användningen av väderkorrigeringar, ändringarna i metrotrafikeringen, materielen,

preciseringarna i invånaruppgifterna samt skillnaderna i beräkningsmetoderna. Enligt utredningen år 2012 bodde för metrotrafikens del 9 700 personer i bullerzonerna L_{den} över 55 dB.

Eftersom det inte har skett betydande ändringar sedan utredningen år 2012 i flygtrafiken på Helsingfors-Malm flygplats gjordes inga nya bullerberäkningar för flygtrafikens del år 2017. År 2012 var invånarantalet i bullerzonen på L_{den} över 55 dB 570 personer.

Förord

Efter ikraftträdandet av EU:s direktiv om omgivningsbuller (2002/49/EG) har bullerutredningar som direktivet förutsätter gjorts tre gånger och åtgärdsplaner för bullerbekämpning två gånger i Finland. Det första skedet genomfördes 2007–2008 och det andra skedet 2012–2013. Nu pågår det tredje skedet där bullerutredningarna antas bli färdiga före 30.6.2017 och åtgärdsplanerna för bullerbekämpningen före 18.7.2018.

Bullerutredningar och åtgärdsplaner för bullerbekämpning görs för befolkningskoncentrationer med över 100 000 invånare, landsvägar där trafikmängden är över tre miljoner fordon per år, järnvägar där trafikmängden är över 30 000 tåg per år samt för flygstationer med över 50 000 operationer per år.

I denna bullerutredning som började år 2016 undersöktes huvud- och matargator, landsvägar med tillhörande ramper, järnvägar samt metro- och spårvägstrafik inom Helsingforsregionen. Uppgifterna om Helsingfors-Malms flygplats levererades av Finavia i samband med en tidigare bullerutredning.

Bullerutredningen om väg- och järnvägstrafiken gjordes i samarbete mellan Helsingfors, Esbo, Vanda och Grankulla städer samt Trafikverket. Även Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland deltog i projektgruppens arbete.

Utredningen inleddes i april 2016 och blev färdig i april 2017. De utredningsskyldiga kommunerna har informerat invånarna samt övriga aktörer om inledningen av utredningen och utredningens resultat på sina webbplatser.

Bullerutredningen genomfördes på Sito Oy. Ansvariga för arbetet var projektchef Anne Kangasaho, projektsekreterare Siru Parviainen, sakkunnig inom buller Jarno Kokkonen, sakkunnig inom terrängmodeller Olli Kontkanen, sakkunnig inom geografiska data Tiina Kumpula samt kvalitetskontrollant Timo Huhtinen. Därtill deltog även Jussi Kurikka-Oja, Aura Salmela, Teemu Aaltio, Olli Honkanen, Juha Liukas, Elina Teuho och Hanna Suominen i arbetet.

Arbetet handleddes av en styrgrupp bestående av städernas och Trafikverkets representanter som följde projektets framåtskridande och svarade för administrativa beslut, (sammanlagt 4 möten). En projektgrupp handledde de mer detaljerade och tekniska helheterna inom arbetet, (sammanlagt 6 möten).

Medlemmarna i styrgruppen var:

- Päivi Kippo-Edlund, miljöskyddschef, Helsingfors stad, ordförande
- Arto Hovi, chef för miljö- och fastighetsgruppen, Trafikverket
- Tarja Söderman, miljödirektör, Esbo stad
- Anna-Lena Granlund-Blomfelt, miljöchef, Grankulla stad
- Leena Maidell, miljöchef, Vanda stad
- Tanja Rajamäki, miljöinspektör, Helsingfors stad (till 9.1.2017)

- Jouni Ahtiainen, miljöinspektör, Helsingfors stad (10.1–30.4.2017)
- Anne Kangasaho, Sito Oy, konsultens projektchef
- Siru Parviainen, Sito Oy, konsultens projektsekreterare.

Medlemmarna i projektgruppen var:

- Erkki Poikolainen, ordförande, överinspektör, buller- och vibrationssakkunnig, Trafikverket
- Jenni Kuja-Aro, miljöinspektör, Helsingfors stad (till 30.4.2016)
- Anu Haahla, miljöinspektör, Helsingfors stad (30.4.2016–31.8.2016)
- Tanja Rajamäki, miljöinspektör, Helsingfors stad (1.9.2016–9.1.2017)
- Jouni Ahtiainen, miljöinspektör, Helsingfors stad (10.1–30.4.2017)
- Jari Rantsi, trafikingenjör, Helsingfors stad
- Jenni Saarelainen, planeringsingenjör, Esbo stad
- Lea Salonpää, miljöinspektör, Esbo stad
- Kaisa Kauhanen, projektchef, Esbo stad
- Anna-Lena Granlund-Blomfelt, miljöchef, Grankulla stad
- Lennart Långström, projektingenjör, Grankulla stad
- Krister Höglund, miljöingenjör, Vanda stad (till 31.12.2016)
- Saara Juopperi, ledande miljöinspektör, Vanda stad (fr.o.m. 1.1.2017)
- Pirjo Suni, trafikingenjör, Vanda stad
- Arto Kärkkäinen, miljöansvarig, NTM-centralen i Nyland
- Larri Liikonen, överinspektör, NTM-centralen i Nyland
- Anne Kangasaho, Sito Oy, konsultens projektchef
- Siru Parviainen, Sito Oy, konsultens projektsekreterare
- Jarno Kokkonen, Sito Oy, konsultens sakkunnig inom buller.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING **1**

FÖRORD **2**

1 INLEDNING **5**

1.1 Omgivningsbullerdirektivets centrala innehåll 5
1.2 Nationella bestämmelser 6
1.3 Nationellt genomförande av omgivningsbullerdirektivet 6

2 UTREDNINGSOMRÅDE OCH TIDIGARE UTREDNINGAR **7**

2.1 Allmän beskrivning 7
2.2 Bullerkällor som beaktats i utredningen 7
2.3 Tidigare bullerutredningar samt program och åtgärder för bullerbekämpning enligt direktivet 8

3 UTVÄRDERINGSMETODER **10**

3.1 Bullermått samt höjden för bedömningspunkten enligt omgivningsbullerdirektivet 10
3.2 Modeller, program och metoder för beräkning 12
3.3 Beräkningsinställningar 13

4 UTGÅNGSDATA **13**

4.1 Trafikuppgifter 13
4.1.1 Vägtrafik 13
4.1.2 Järnvägstrafik 15
4.1.3 Spårvägstrafik 15
4.1.4 Metrotrafik 15
4.2 Bullermodell 15
4.2.1 Terrängmodell 15
4.2.2 Byggnader och befolkningsinformation 16
4.2.3 Markytans absorption 16
4.2.4 Bullerskärmar 16

5 RESULTAT **17**

5.1 Bullerzoner samt antalen invånare och känsliga objekt som exponeras för buller 17
5.1.1 Dag-kväll-nattbullernivå L_{den} och nattbullernivå L_{natt} för vägtrafik och järnvägar 17
5.1.2 Bostadsbyggnader skyddade med krav på ljudisolering 20
5.1.3 Dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} och nattbullernivån L_{natt} för spårvägs- och metrotrafik 20
5.2 Diskussion och tolkning av resultat 23
5.2.1 CNOSSOS-EU-beräkningsmodellens påverkan på resultaten 25
5.3 Granskning av osäkerhetsfaktorer 27

6 KÄLLOR **28**

7 BILAGOR **30**

1 Inledning

I denna bullerutredning undersöktes omgivningsbullret i Helsingforsregionen genom att bedöma exponeringen för buller från väg- och spårtrafiken. Detta gjordes genom att utarbeta bullerzonkartor och bedöma antalen invånare som utsätts för bullret i bullerzonerna.

Med omgivningsbuller avses oönskat eller skadligt utomhusljud som orsakas av människors verksamhet, till exempel buller från fortskaffningsmedel, väg-, järnvägs- och flygtrafik samt industriella anläggningar. Med olägenheter avses negativa effekter på människors hälsa och med störning en negativ upplevelse orsakad av buller.

Bullerutredningen visar 2016 års bullersituation. Utredningar gjordes separat för väg-, järnvägs-, spår- och metrotrafiken. Utöver det gjordes utredningar för landsvägar där trafikmängden överstiger 3 000 000 fordon per år. Uppgifterna om Helsingfors-Malms flygplats levererades av Finavia i samband med en tidigare bullerutredning.

Bullerutredningar förutsätts i EU:s omgivningsbullerdirektiv och de används för utarbetning av handlingsplaner för bullerbekämpning, utvärdering av olägenheter orsakade av buller och anskaffning av data till EU:s kommission och som informationskälla för medborgare. Utöver resultaten innehåller bullerutredningen information om utredningsobjekten och tidigare åtgärder för bullerbekämpning, uppgifter om den som utarbetat utredningen samt metoderna som använts.

1.1 Omgivningsbullerdirektivets centrala innehåll

Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller (omgivningsbullerdirektivet) trädde i kraft den 18 juli 2002 (1). Syftet med direktivet är att för gemenskapen fastställa ett gemensamt tillvägagångssätt för att förhindra, förebygga eller minska skadliga effekter, inbegripet störningar, på grund av exponering för omgivningsbuller. De skadliga effekterna minskas i prioritetsordning. Syftet med direktivet är att erhålla jämförbar information om medlemsstaternas bullernivåer. Omgivningsbullerdirektivet har år 2015 kompletterats med direktivet (EU) 2015/996, vars bilaga presenterar en gemensam beräkningsmetod (20).

Direktivet rör alla befolkningskoncentrationer med över 100 000 invånare, huvudtrafikleder och stora flygstationer. Med huvudtrafikleder i vägtrafiken avses enligt direktivet vägar med över tre miljoner trafikerande fordon per år. Med huvudtrafikleder i järnvägstrafiken avses spår med över 30 000 trafikerande tåg per år. Stora flygstationer är civila flygstationer med över 50 000 avgångar eller ankomster.

Direktivet förpliktigar medlemsstaterna att samla in, jämföra och förmedla information som rör omgivningsbuller. För att uppnå direktivets mål:

- görs bullerutredningar om exponering för omgivningsbuller
- upprättas handlingsplaner för att förebygga och minska buller
- förmedlas information om omgivningsbuller och dess effekter till medborgarna.

Upprättande av bullerutredningar enligt direktivet

I det första skedet, före slutet av juni 2007, gjordes utredningar om befolkningskoncentrationer med över 250 000 invånare, landsvägar där den årliga trafikmängden är över sex miljoner fordon per år, järnvägar med en trafikmängd på över 60 000 tåg per år samt flygstationer med över 50 000 avgångar eller ankomster per år. I det andra skedet som pågick till slutet av juni 2012 gjordes utredningar om samtliga i direktivet avsedda befolkningskoncentrationer, huvudleder och flygstationer.

Utredningarna granskas och uppdateras vid behov vart femte år. Data från bullerutredningarna levereras vidare för registrering i datasystemet för miljöskyddet.

Bullermått enligt direktivet

Man har inom Europeiska gemenskapen tagit i bruk gemensamma bullermått, dag-kväll-natt-bullernivå (vägd ekvivalent ljudtrycksnivå), dvs. dygnsbullernivå L_{den} och nattbullernivå L_{natt}. Dessa är ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivåer, som bestäms på basis av dag-, kvälls- och nattetiderna samt de meteorologiska förhållandena under ett genomsnittligt år. Bullerzonerna i enlighet med de gemensamma bullermåtten beräknas med gemensamma beräknings- och mätmetoder. Bullermåtten som använts i utredningen presenteras i kapitel 3.1.

Handlingsplaner för bullerbekämpning enligt direktivet

När bullerutredningarna är färdiga, upprättas handlingsplaner för bullerbekämpning. I handlingsplanerna presenteras bland annat planer för kort- och långsiktiga åtgärder för bullerbekämpning samt deras utvärderade effekter för antalet invånare som utsätts för buller. Dessutom behandlas den av åtgärderna förutsatta finansieringen och växelverkan.

Handlingsplanen för bullerbekämpning kan omfatta åtgärder som rör trafikplanering, planering av markanvändningen, tekniska åtgärder för bullerkällor, val av tystare bullerkällor, tidsbunden eller geografisk begränsning av bullerspridningen samt övriga begränsningsåtgärder som ekonomisk styrning.

Handlingsplanerna för bullerbekämpning för utredningsobjekten i det första skedet upprättades och levererades att registreras i datasystemet för miljöskyddet före den 18 juli 2008, och handlingsplanerna för bullerbekämpning för utredningsobjekten i det andra skedet före den 18 juli 2013. Efter det andra skedet ska bullerutredningarna och handlingsplanerna för bullerbekämpning kontrolleras vart femte år för samtliga befolkningskoncentrationer, huvudleder och flygstationer som avses i direktivet.

1.2 Nationella bestämmelser

Om det nationella genomförandet av omgivningsbullerdirektivet stadgas i miljöskyddslagen (527/2014) (2). Lagen ersätter den tidigare miljöskyddslagen (86/2000) samt dess ändring (459/2004) om bullerutredningar och handlingsplaner för bullerbekämpning förutsatta av Europeiska gemenskapen.

Genom statsrådets förordning om bullerutredningar och handlingsplaner för bullerbekämpning som Europeiska gemenskapen förutsätter (801/2004) stadgas om bullermått som används i dessa, det detaljerade innehållet i bullerutredningarna och handlingsplanerna för bullerbekämpning samt tidtabellerna för upprättning av dessa (3). Förordningen innehåller även stadgar om plikten att leverera information till kommissionen. Enligt paragraf 1 i förordningen ska den tillämpas endast på utredningar som avses i lagen om genomförande av omgivningsbullerdirektivet. Därmed ska den inte tillämpas på andra bullerutredningar som görs i Finland.

1.3 Nationellt genomförande av omgivningsbullerdirektivet

I det första skedet (2007) var Helsingfors den enda befolkningskoncentrationen som fanns med i utredningen. Kilometrarna för landsvägar var 750 kilometer och för järnvägar cirka 96 kilometer. För flygstationerna gjordes utredningen på Helsingfors-Vanda. Dessutom ingick Helsingfors-Malms flygplats i Helsingfors stads utredning.

I det andra skedet (2012) var befolkningskoncentrationerna i huvudstadsregionen (Helsingfors, Esbo, Vanda, Grankulla), Åbo, Tammerfors, Lahtis och Uleåborg med i

utredningen. Den totala längden för landsvägarna i utredningen var cirka 2100 kilometer och för järnvägarna cirka 240 kilometer. För flygstationerna gjordes utredningen separat på Helsingfors-Vanda flygstation samt på Helsingfors-Malms flygplats som del av Helsingfors bullerutredning.

I det tredje skedet (2017) fanns alla flygstationer och befolkningskoncentrationer från det andra skedet med. Dessutom gjordes utredningen i befolkningskoncentrationerna Jyväskylä och Kuopio. Landsvägarnas totala längd var cirka 2 100 kilometer och järnvägarnas cirka 250 kilometer.

2 Utredningsområde och tidigare utredningar

2.1 Allmän beskrivning

Stadsstrukturen i Helsingfors består av en tät innerstad belägen på ett näs och omgivande förstadsområden längs radiella vägar och banor. Mellan de bebyggda områdena finns stora grönområden. Senast ändrades stadens gränser när sydvästra Sibbo inkorporerades med Helsingfors år 2009.

Helsingfors landareal är cirka 214 km^2. I början av år 2016 var invånarantalet 628 208. Den genomsnittliga befolkningstätheten är drygt 2 900 invånare per kvadratkilometer. Invånarantalet för år 2011 var 588 549 och befolkningstätheten något under 2 800 invånare per kvadratkilometer. Invånarantalet har ökat med 39 659, eller något under 7 procent, under de fem senaste åren.

Ett av stadens centrala mål för markanvändningen är att uppnå en tätare stadsstruktur. Av detta följer att man bygger mer på bullriga områden och behovet av bullerbekämpning ökar. Bland de viktigaste aktuella ändringarna i markanvändningen har varit att flytta de centralt belägna godshamnarna till Nordsjö år 2008, samt att bygga om de gamla hamnområdena till bostäder.

De viktigaste industriområdena i Helsingfors är Sockenbacka-Kånala vid Vichtisvägen och Hertonäs-Kasåkern i närheten av Österleden. Många gamla industriområden har under de senaste årtiondena tagits i bostadsbruk.

Det nuvarande nätverket av vägtrafikens huvudleder i Helsingfors blev med vissa undantag färdigt i början av 1970-talet. Senast kompletterades nätverket i samband med byggandet av Nordsjö hamn när Nordsjö hamnväg (regionväg 103), som utgör en förlängning på Ring III, byggdes. Vägen öppnades för trafik i oktober 2007. Landsvägsprojekten under de senaste åren fokuserar mestadels på förbättringar av vägnätverket och trafikens smidighet. De senaste åren har Ring I och dess anslutningar förbättrats och samtidigt har man byggt ny bullerbekämpning.

Stambanan norrut som korsar Helsingfors område öppnades år 1862 och kustbanan mot Åbo år 1903. Dessutom finns det en lokalbana till Mårtensdal i Vanda som öppnades år 1975 och kompletterades för att tjäna som Ringbanan år 2015. Också Nordsjö hamnbana som öppnades år 2008 är delvis belägen i Helsingfors, men den går i en tunnel och påverkar därmed inte bullersituationen i området.

2.2 Bullerkällor som beaktats i utredningen

Av Helsingfors järnvägar beaktades huvudbanan, kustbanan och lokalbanan till flygstationen via Vandaforsen i utredningen. Även trafiken vid Ilmala depå beaktades. Bullret från Nordsjö hamnbana har inte tagits med då banan i Helsingfors går i en

tunnel. Järnvägarnas längd i utredningen är cirka 28 kilometer. Av vägarna har landsvägar med tillhörande ramper samt huvud- och matargator beaktats. Cirka 530 kilometer vägar i modellen är vägbullerkällor varav cirka 107 kilometer är landsvägar som avses i direktivet. I utredningen beaktades metrobanans ovanjordiska del som går från Sörnäs till Östra centrum och därifrån vidare som två förgreningar till Mellungsbacka och Nordsjö. Avsnitten som går i tunnlar och tunnelöppningarnas påverkan beaktades inte. Förbindelsen till Kasåkerns depå beaktades, men bullret vid själva depån beaktades inte. Av spårvägarna beaktades 2016 års spårvagnslinjer. Totalt mäter bannätet cirka 50 kilometer och linjernas totallängd är cirka 96 kilometer. Sedan den tidigare bullerutredningen från 2012 har det skett en del förändringar i linjerna. Bullerkällorna presenteras närmare i rapporten Bakgrundsinformation.

Industrin beaktades inte i bullerutredningen. Industrins bullernivåer beräknades i 2012 års utredning. Då konstaterades det att bullret från Helsingfors hamnar eller Hanaholmens kraftverk inte sprids till bostadshus eller andra så kallade känsliga objekt. Vid en bostadsbyggnad som ligger i närheten av Sundholmens kraftverk är dygnsbullernivån L_{den} över 55 dB (56 dB som högst). Nattbullernivån L_{natt} överskrider inte 50 dB:s gränsen. År 2011 bodde 120 personer i huset. Bostadsbyggnaden har en sluten sidokorridor på kraftverkets sida.

Eftersom det inte har skett betydande ändringar sedan utredningen år 2012 i flygtrafiken på Helsingfors-Malms flygplats gjordes inga nya bullerberäkningar år 2017. År 2012 var invånarantalet i bullerzonen L_{den} över 55 dB 569 personer. Bullernivåerna beräknades inte nattetid eftersom flygplatsen är stängd nattetid. Antalet operationer för Helsingfors-Malms flygplats under 24 timmar var 84 700 stycken år 2011 enligt Finavias trafikdatabas. År 2016 var antalet 58 658. Siffran omfattar även landningar med omedelbart pådrag och landningsvarv.

Enligt utredningen sträcker sig Helsingfors-Vandas bullerzoner L_{den} över 55 dB inte till Helsingfors stads område.

2.3 Tidigare bullerutredningar samt program och åtgärder för bullerbekämpning enligt direktivet

Helsingfors är den enda staden i Finland där det tidigare gjorts två bullerutredningar i enlighet med direktivet, år 2007 och 2012 (4, 5). I båda bullerutredningarna för Helsingfors beaktades trafikbullerkällorna (vägar och gator, järnvägar, metro, spårvägar samt flygtrafik). Utredningarnas resultat presenterades som bullerzonkartor och invånarantaltabeller.

Räknat med dag-kväll-natt-bullernivåerna (L_{den}) exponerades 237 500 invånare år 2007 för vägtrafikbuller på över 55 dB, 16 600 för järnvägstrafikbuller på över 55 dB, 43 500 för spårvägstrafikbuller på över 55 dB och 9 700 för metrotrafikbuller på över 55 dB.

År 2012 exponerades 282 060 invånare för vägtrafikbuller som överskred 55 dB räknat med dag-kväll-natt-bullernivåerna (L_{den}). Delvis är orsaken till tillväxten stadens högre invånarantal, men främst är det fråga om beräkningsinställningarna samt modelleringsprinciperna som år 2012 bättre motsvarade verkligheten men systematiskt gav något större resultat än den tidigare utredningen.

År 2012 var invånarantalet på bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för järnvägar 13 280 personer. Förklaringen till det mindre antalet invånare som utsattes för buller var den tystare tågflottan samt att godstrafiken upphört. För spårvägstrafikbuller över 55 dB utsattes 50 800 invånare. Ökningen berodde på den nya spårvagnslinjen 9 samt att även bullret vid korsningar och bullret som orsakas av växlarna beaktades i

utredningen. Eftersom det inte hade skett betydande förändringar i metrons trafikering mellan bullerutredningarna, användes antalet utsatta personer från 2007 i utredningen.

År 2008 upprättades det en handlingsplan för bullerbekämpning i Helsingfors som förutsätts i omgivningsbullerdirektivet (6). Handlingsplanen kontrollerades år 2013 (7). I planen beskrivs åtgärder för bullerbekämpning som ska genomföras på kort sikt, under handlingsplanens femårsperiod, samt en långsiktigare bullerbekämpningsstrategi. Genomförandet av handlingsplanen granskas regelbundet. Under 2008–2012 hade man åtminstone delvis genomfört cirka hälften av åtgärderna i den första handlingsplanen och nästan alla åtgärder hade inletts.

Vid granskningen av handlingsplanen år 2013 hade bullerbekämpningens mål höjts för att komplettera Helsingfors stads miljöpolitik där det ställts mål på både lång och medellång sikt. Vid granskningen av handlingsplanen hade man identifierat följande åtgärder som de viktigaste för att kunna förbättra bullersituationen i Helsingfors:

- bullret beaktas vid upphandlingar och planering
- bullerutsläppen och -exponeringen minskas
- information om fastighetsspecifika möjligheter att bekämpa buller rapporteras
- utbildningar i tystare körsätt ordnas
- undersökning av bullereffekterna genomförs
- tysta områden bevaras och utvecklas.

Handlingsplanen innehöll ett förslag om byggande av nya bullerskärmar vid fem objekt med en kostnadsberäkning på totalt cirka 10,6 miljoner euro:

- Marudd, Österleden 1,5 milj. €
- Hertonäs, Österleden 5,4 milj. €
- Brobacka, Skomakarbölevägen, Staffansbyvägen 1,1 milj. €
- Reimars, Åbovägen 1,4 milj. €
- Staffansslätten, Kyrkobyvägen 1,2 milj. €

I handlingsplanen för bullerbekämpning från 2013 av Trafikverket (8) hade sex objekt i Helsingfors område tagits med. Objekten samt prioriteringen som ingår objektnumret visas nedan. Av dessa har byggandet av bullerbekämpning vid Lv 101 Smedsbacka inletts år 2016 och man har utnyttjat överskottsmassor i bullervallen. Vid övriga objekt har det inte byggts nya bullerskärmar, men vid andra landsvägsobjekt i Helsingforsområdet, bland annat vid Ring I, har det i samband med förbättringar av vägen byggts ny bullerbekämpning. År 2016 har det utöver Smedsbacka pågått två bullerbekämpningsprojekt längs landsvägar: Borgåleden (rv 7) vid Jakobackavägen och Österleden (lv 170) vid Hertonäs raka.

- Rv 3 Håkansåker (UUD1)
- Lv 101 Botby (UUD7)
- Rv 3 Norra Haga (UUD8)
- Lv 101 Rönnbacka (UUD12)
- Lv 101 Smedsbacka (UUD13)
- Rv 4 Vik (UUD17)

Tidigare bullerutredningar och planer för bullerbekämpning som omfattar Helsingfors är:

- Helsingfors bullerbekämpningsprogram 1994–1998 (9)
- Bullerbekämpningsprogram för huvudlederna i huvudstadsregionen för åren 2000–2020 (10)

- Bullerbekämpningsprogram för huvudlederna i huvudstadsregionen för åren 2005–2025 (11)
- Bullerbekämpningsprogram för järnvägarna i huvudstadsregionen för åren 2001–2020 (12)
- Bullerskyddsutredning för Helsingfors gatunätverk 2002 (13)
- Helsingfors-Vanda flygfält, utveckling och kontroll av flygplansbuller för åren 2003–2020 (14)
- Helsingfors-Malms flygplats, spridning av buller från luftfarkoster, år 2003 (15)
- Verkningsområdet för trafikbuller i Helsingfors 2020. Helsingfors generalplan 2002, konsekvensbedömning (16).

Buller kan bekämpas genom planering och planläggning samt med faktiska bullerbekämpningsåtgärder. Utgångspunkten för planeringen har i Helsingfors varit att nya bostadsområden eller andra känsliga verksamheter inte placeras på områden med buller utan ett tillräckligt skydd mot buller. Vid behov inkluderar man i detaljplanerna i planeringsskedet en utredning om objektets bullersituation och om medel för att förebygga negativa effekter från buller. I planerna kan man även utfärda planbestämmelser om buller som kan gälla bland annat ljudisoleringen i yttermanteln, bostadslägenheters planlösningar eller byggande av konstruktioner för bullerbekämpning. (6)

Faktiska bullerbekämpningsåtgärder är bullerskärmar, hastighetsbegränsningar och andra körbegränsningar samt tyst asfalt. I Helsingfors finns redan flera tiotals kilometer bullerskärmar. År 2016 var totallängden för skärmarna cirka 97 kilometer (år 2011 84 kilometer), bullerplanken och staketen utgjorde 72 kilometer (år 2011 68 kilometer) och bullervallarna 25 kilometer (år 2011 16 kilometer). Bullerskärmar byggs både som separata projekt och i anslutning till byggande och förbättring av gator och landsvägar.

På de flesta gatorna i centrum och stadskärnan är körhastigheten begränsad till 30 eller 40 km/h. Vid sidan av att främja säkerheten är hastighetsbegränsningar ett bra medel för styrning av bullerbekämpningen. Tung trafik har sedan år 1991 haft körförbud i centrum. Ett undantag från körförbudet i centrum utgörs av bussar och fordon med specialtillstånd. Även tyst eller småkornig asfalt används för bullerbekämpning.

3 Utvärderingsmetoder

3.1 Bullermått samt höjden för bedömningspunkten enligt omgivningsbullerdirektivet

Med bullermått avses en storhet som beskriver bullrets fysikaliska styrka och det används för att mäta störningen eller någon annan olägenhet av buller. I bullerutredningar enligt omgivningsbullerdirektivet ska man som bullermått för allmän störning använda dag-kväll-natt-bullernivån, dvs. dygnsbullernivån L_{den}, som vägts enligt tiden på dygnet, och den ovägda ekvivalenta ljudtrycksnivån nattetid, dvs. nattbullernivån L_{natt}. Komponenterna, tiden och vägningen för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} visas i tabell 1.

Tabell 1 Komponenterna, tiden och vägningen i dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Tid på dygnet och nivå	tid, kl.	varaktighet, h	vägning, dB
dag L_d	7–19	12	0
kväll L_e	19–22	3	+5
natt L_n	22–7	9	+10

Beräkningsmässigt definieras dag-kväll-natt-bullernivån enligt följande:

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

där L_d, L_e ja L_n avser de ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivåerna under olika tider på dygnet. L_d avser den ekvivalenta ljudtrycksnivån på dagen, L_e på kvällen och L_n på natten (tabell 1). Samtliga nivåer är A-vägda.

Delfaktorerna för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} är som storheter för bullernivån i och för sig de samma som de ekvivalenta ljudtrycksnivåerna som idag används i Finland, dvs. A-vägda ekvivalenta ljudtrycksnivåer L_{Aeq}. En viktig tilläggsdefinition är att de ekvivalenta ljudtrycksnivåerna för dag, kväll och natt förutom tiden på dygnet även gäller för hela året. De fastställs utifrån samtliga dagar, kvällar och nätter under hela året. Förutom de årstidsbundna tidsmässiga förändringarna i utsläppen från bullerkällorna är avsikten att fastställa dag-, kväll- och nattbullernivåerna även på basis av ett för vädret genomsnittligt år.

Dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} används i Finland endast i bullerutredningar enligt direktivet. Bullernivåstorheten får andra talvärden än den ekvivalentnivå dagtid $L_{\text{Aeq, 7-22}}$ som används i Finland, därmed är resultaten från denna utredning inte direkt jämförbara med andra utredningars resultat.

I Finland regleras omgivningsbuller med stöd av de riktvärden som anges i statsrådets beslut (993/92) (17). Riktvärdena gäller ekvivalentnivåerna dagtid och nattetid L_{Aeq} och de är bundna till den nordiska beräkningsmodellen och olika omständigheter. Därför kan de årsgenomsnittliga resultaten enligt CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen som beräknats i denna utredning inte direkt jämföras med riktvärdena för bullernivåerna.

I en öppen omgivning utan hinder genererar vägningarna enligt olika tider på dygnet ett värde för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} som är något högre än den i Finland använda ekvivalentnivån dagtid L_{Aeq}. I praktiken varierar effekterna:

- vägtrafikbuller inverkar rätt så lite; skillnaden är ungefär 1–3 dB.
- Ifall tågtrafiken i betydande grad består av (gods)trafik nattetid kan skillnaderna vara lite större än ovan.
- Industri som är kontinuerligt i drift förorsakar den största skillnaden, upp till 7 dB.

Dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} och nattbullernivån L_{natt} i denna utredning avviker från den rådande praxisen i Finland även i fråga om höjden av bedömningspunkten. I fråga om dessa bullerstorheter mäts bullernivåerna på fyra meters höjd över markytan, medan man i allmänhet använder en höjd på två meter över markytan i Finland.

Höjden för bedömningspunkten på fyra meter inverkar på två sätt jämfört med en höjd på två meter; markdämpningen orsakad av en akustiskt mjuk markyta är mindre och dämpningen av bullerhinder är mindre. Båda faktorerna höjer värdet för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} jämfört med ekvivalentnivån dagtid $L_{\text{Aeq,7-22}}$ beräknad eller uppmätt på samma plats men på två meters höjd. Vägning enligt tiden på dygnet och den högre beräkningshöjden leder tillsammans till att dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} beroende på bullerkällan och terrängen får ett värde som är 2–5 dB större än ekvivalentnivån dagtid $L_{\text{Aeq,7-22}}$. (18)

Nattbullernivån L_{natt} beräknad på fyra meters höjd skiljer sig från den i Finland för närvarande använda ekvivalentnivån$L_{\text{Aeq,22-7}}$ i fråga om höjden för bedömningspunkten, och också för att den beskriver den ekvivalenta nattbullernivån under hela året. Den största faktorn som orsakar skillnader är påverkan av

markdämpningen och dämpningen förorsakad av hinder. Nattbullernivån L_{natt} får i genomsnitt 1–2 dB större värden än den ekvivalentnivå nattetid $L_{Aeq,22\text{-}7}$ som vanligtvis används.

3.2 Modeller, program och metoder för beräkning

Bullerberäkningen baseras på bullerspridningen i en 3D-terrängmodell där man modellerat bullerkällorna, byggnaderna, bullerplanken och terrängens former samt de akustiska egenskaperna för dessa. Bulleremissionen från trafikbullerkällorna fastställs på basis av trafikmängderna, körhastigheterna och korrigeringstermerna. Med korrigeringstermerna preciseras utgångsvärdena i situationer där det antagna utgångsvärdet inte gäller (till exempel speciell vägbeläggning, avvikande påverkan av rälsen eller rälsens kondition, ljuskorsning eller bro).

Bullerberäkningarna utfördes med CNOSSOS-EU-beräkningsmodellerna för väg- och järnvägstrafikbuller enligt omgivningsbullerdirektivet i enlighet med principerna i Trafikverkets anvisningar (19). Detta till skillnad från 2012 års bullerutredning där man använde samnordiska bullerberäkningsmodeller för samtliga beräkningar.

Bullerberäkningarna genomfördes med bullerstorheterna L_{den} och L_{natt} enligt direktivet på fyra meters höjd.

Bullerberäkningarna gjordes med rutnätsberäkning och fasadberäkning. Bullerberäkningens resultat presenterades i bullerzonerna med fem decibels mellanrum. Antalen invånare som exponeras för buller dagtid beräknades i de bullerzoner som förutsätts i direktivet: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74 och över 75 dB. Antalen invånare som exponeras för buller nattetid beräknades i bullerzonerna 50–54, 55–59, 60–64, 65–69 och över 70 dB.

Bullerberäkningarna gjordes med programmet Datakustik CadnaA 2017 med den utvidgade tilläggsegenskapen ”64-bit Option XL” som gör det möjligt att utföra omfattande strategiska bullerkartläggningar. Med hjälp av den utvidgade programvaran kan man hantera stora områden snabbare och effektivare. Bullerberäkningsprogrammet innehöll de senaste gällande CNOSSOS-bullermodellerna för vägtrafik-, spårvägstrafik- och industribuller.

Antalet personer som exponeras för buller utvärderades på basis av det nuvarande invånarantalet. Invånarberäkningarna gjordes med bullerberäkningsprogrammet CadnaA och baserades på de invånaruppgifter och användningsändamål som fastställts för byggnaderna samt de bullernivåer som beräknats för fasaderna. Dessutom bedömdes antalet invånare som bor i byggnader med en tyst yttervägg. I sådana byggnader var förutsättningen att skillnaden mellan fasadernas högsta och lägsta bullernivå måste vara minst 20 dB. Utredningen omfattar även beräkningar av antalen bostadsbyggnader samt vårdinrättningar och läroanstalter som ligger i bullerzonerna.

Invånarberäkningsmetoden i enlighet med CNOSSOS-beräkningsmodellen skiljer sig avsevärt från metoden enligt den nordiska beräkningsmodellen. Den största skillnaden jämfört med den tidigare beräkningsmetoden är att personer som exponeras för buller i den nya modellen delas in jämnt för olika fasader, medan alla invånare i byggnaden tidigare kategoriserades i bullerzonen med den högsta bullernivån i byggnaden. Därmed är antalet personer som exponeras för buller med den nya beräkningsmetoden lägre än med den gamla modellen. För att bevara jämförbarheten av resultaten gjordes beräkningen för personer som exponeras för buller på två olika sätt: med den nya

metoden som beskrivs i CNOSSOS-beräkningsmodellen samt med den gamla metoden som användes i den tidigare utredningen.

Vid tilläggsgranskningen beräknades även antalet invånare vid vägtrafik- och järnvägstrafikleder som exponeras för buller på över 65 dB men som med konstruktiva lösningar skyddats från buller inomhus. Arbetet genomfördes för första gången i den förra utredningen år 2012 genom att identifiera ljudisolerade bostäder i planbestämmelserna och komplettera uppgifterna om invånarantal med invånarna i dessa bostäder. I den aktuella utredningen lade man till de nya bostadsbyggnaderna som färdigställts efter 2012 och invånarantalen i dessa byggnader till siffrorna.

Beräkningsmodellen, programmet och metoderna presenteras närmare i rapporten Bakgrundsinformation som hör till bullerutredningen.

3.3 Beräkningsinställningar

De viktigaste beräkningsinställningarna i bullerberäkningen var följande:

- Beräkningsrutnätets storlek är 10 x 10 meter. Varje ruta är räknad utan att rutorna interpoleras.
- I fasadberäkningen är punktavståndet 1–5 meter i enlighet med VBEB-metoden som fastställs i beräkningsmodellen.
- Beräkningsradien är 3 000 meter för landsvägar, 2 500 meter för gator och 2 000 meter för spårtrafik.
- Med i beräkningen är första ordningens reflektioner.
- Väder- och övriga korrigeringar enligt Trafikverkets anvisningar (19).

De använda beräkningsinställningarna presenteras närmare i rapporten Bakgrundsinformation som hör till bullerutredningen.

4 Utgångsdata

4.1 Trafikuppgifter

De använda trafikuppgifterna och metoderna presenteras kort här och närmare i rapporten Bakgrundsinformation som hör till bullerutredningen.

4.1.1 Vägtrafik

4.1.1.1 Trafikmängder

För landvägarnas del erhölls trafikuppgifterna från två källor, från staden samt från trafikinformationsmaterial som baseras på vägregistret. Som huvudsaklig källa användes trafikmängderna från staden som kompletterades med material från vägregistret. Vid infartslederna inom huvudstadsregionen användes information från vägregistret fram till den första anslutningen. Därmed är trafikinformationen vid gränsytan enhetlig med Trafikverkets bullerutredning för landsvägar.

Helsingfors trafikuppgifter erhölls från Helsingfors stadsplaneringskontor. Materialet omfattade bland annat information om namnet på vägen, GVDT-trafikmängderna, vägklassen samt andelen tung trafik. Samtliga trafikmängder som används i utredningen omvandlades att motsvara de genomsnittliga dygnstrafikmängderna (GDT) där man beaktat de mindre trafikmängderna under veckosluten. Omvandlingskoefficienten 0,9 var den samma som i 2012 års bullerutredning.

4.1.1.2 Tung trafik

Klassificeringen för fordon i CNOSSOS-beräkningsmodellen är precisare än i den nordiska beräkningsmodellen. Det finns fem fordonskategorier där de första tre, lätta fordon, medeltunga samt tunga fordon, har använts i denna utredning.

För andelen tung trafik på gator användes i huvudsak trafikinformationen som erhölls från staden. Om uppgifterna om tung trafik i källmaterialet var bristfälliga användes samma andelar för tung trafik enligt gatuklass som i 2012 års utredning. För landsvägar som avses i direktivet användes andelen tung trafik, i trafikinformationsmaterialet från vägregistret, som hade fastställts separat för dag-, kvälls- och nattetid.

4.1.1.3 Dygnsfördelningar

Som dygnsfördelningar för trafiken användes samma fördelningar enligt gatuklass som i 2012 års utredning. För landsvägarnas del användes fördelningsdata enligt trafikinformationsmaterialet från vägregistret (andelen för dag-, kvälls- och nattetid av den totala trafiken). Gatuklasserna presenteras i bilaga 1 till bullerutredningen.

4.1.1.4 Körhastigheter

Körhastigheterna matades för bullerkällorna i enlighet med körhastighetskartor som erhållits av staden. För landsvägarnas del kan hastigheterna även baseras på hastighetsdata som mätts vid LAM-punkter (vägtrafikens automatiska mätstationer) (årsgenomsnitt för hastigheterna för respektive fordonsklass vid olika tider på dygnet). Ifall hastighetsdata saknades kontrollerades hastighetsbegränsningen från *Google Maps Streetview* eller alternativt utnyttjades det information från 2012 års bullerutredning. Hastigheterna som använts i bullermodellen presenteras i bilaga 2 till bullerutredningen.

4.1.1.5 Dubbkorrigering och vintertrafik

Påverkan av dubbar fastställdes utifrån dubbdäckperiodens längd och andelen dubbdäck. I huvudstadsregionen är andelen bilar med dubbdäck cirka 80 procent av personbilarna. Dubbdäcksperioden är fem månader.

4.1.1.6 Beläggningar

Som vägbeläggning används som standardvärde beläggningstypen SMA 16, dvs. mastixbeläggning med sten med en maximal kornstorlek på 16 millimeter (i fråga om däck-vägbane-buller i praktiken som AB 16, dvs. asfaltbetong med en maximal kornstorlek på 16 millimeter).

Specialbeläggningar (tysta beläggningar och kullerstenar) beaktades i enlighet med data som erhölls från staden. För korrigering för tysta beläggningar och gator med kullerstensbeläggning användes beläggningskorrigering i enlighet med Trafikverkets anvisningar (19).

4.1.1.7 Trafikljuskorsningar

Korsningskorrigering beaktades för ljuskorsningars och cirkulationsanslutningars del. Som källmaterial användes geoinformationsmaterial som erhölls från staden och som visade ljuskorsningens läge som en punkt samt trafikljusens funktionstider. För ljuskorsningarnas del beaktades om ljusen var i bruk under dag-, kvälls- och nattetid.

4.1.2 Järnvägstrafik

Trafikinformationen erhölls från VR Track Oy i tabellformat. Trafikinformationen omfattar antalet tåg under dag-, kvälls- och nattetid, tågtyper, tåglängder samt hastigheter. I det erhållna trafikinformationsmaterialet har tågen på varje banavsnitt sammanställts enligt tågtyp och närtrafikens tågbeteckningar. Också förflyttning av materielen har tagits med i beräkningen. Utifrån trafikinformationen fastställdes trafikeringen per tågtyp och per dygn för varje banavsnitt i utredningsområdet.

I utredningen användes i huvudsak den högsta möjliga hastigheten inom ramen för hastighetsbegränsningen och materielen. I hastigheterna beaktades stoppen för varje tåg vid stationer och serviceställen. Järnvägstrafikens trafikinformation presenteras i bilaga 3 till bullerutredningen.

4.1.3 Spårvägstrafik

Som utgångsdata för trafikmängderna användes i bullerberäkningen data som erhållits från HRT om spårvägstrafiken under hösten 2016 och fördelningen av trafiken på olika spårvagnstyper (bilagorna 15 och 16). År 2016 var antalet spårvagnslinjer totalt 13 stycken. Totalt mäter bannätet cirka 50 kilometer och linjernas totallängd är cirka 96 kilometer. Under vardagar körs ungefär 2 200 turer Sedan den tidigare bullerutredningen från 2012 har det skett en del förändringar i linjerna.

4.1.4 Metrotrafik

I utredningen beaktades metrobanans ovanjordiska del som går från Sörnäs till Östra centrum och därifrån vidare som två förgreningar till Mellungsbacka och Nordsjö. Avsnitten som går i tunnlar och tunnelöppningarnas påverkan beaktades inte. Förbindelsen till Kasåkerns depå beaktades, men bullret vid själva depån beaktades inte.

Som utgångsdata för beräkningen användes för trafikmängdernas del situationen efter öppnandet av Västmetron. Efter öppnandet av Västmetron blir turerna tätare än i dagsläget – under vardagar under rusningstid är turtätheten på linjernas gemensamma avsnitt (Hagalund–Östra centrum) bara två och en halv minut. Trafikeringstiderna för metrons del förblir dock i stort sett oförändrade. Vardagar och lördagar inleds trafikering vid femtiden på morgonen och söndagar en halv timme senare och trafikeringen upphör på kvällen cirka 23.30. (Bilaga 17)

4.2 Bullermodell

Som utgångsdata för bullermodellen användes bullermodellerna för 2012 års EU-bullerutredning som i huvudsak var användbara som sådana. Modellerna uppdaterades med de ändringar som skett efter bullerutredningarna i det andra skedet.

Bullermodellen och metoderna som använts presenteras här översiktligt och närmare i rapporten Bakgrundsinformation som hör till bullerutredningen.

4.2.1 Terrängmodell

Terrängmodellen uppdaterades för de områden där det skett ändringar, till exempel breddade och nybyggda gator, ändring av markytans höjd i ett betydande område, Ringbanan, havsutfyllnader osv. Områdena med ändringar uppdaterades med en uppdaterad höjdmodell utifrån punktmaterialet. Terrängmodellen för den tidigare utredningen som utformats med hjälp av höjdkurvor klipptes bort på de ställen där det hade skett ändringar och ersattes med det nya punktmaterialet. Utöver detta användes 3D-kantlinjer för de nya gatorna och vägarna i gatuområden.

4.2.2 Byggnader och befolkningsinformation

Byggnaderna uppdaterades med nya material som erhölls från staden. Byggnaderna fick man i geoinformationsform som polygoner och byggnadernas egenskapsdata som punktmaterial som kombinerades med polygonerna. Punkmaterialets läge var emellertid inte precist för alla byggnader och därmed lyckades förenandet av egenskapsdata inte fullständigt. Avvikelsen var under 5 procent i samtliga områden i huvudstadsregionen, mestadels under 2 procent, vilket innebär att noggrannheten motsvarar de tidigare utredningarna. Därför avvek invånarantalen i samtliga städers bullermodeller från de faktiska invånarantalen. Avvikelsen har inte korrigerats manuellt genom att höja byggnadernas invånarantal eller med koefficienter, utan avvikelsen ska beaktas vid upprättandet av handlingsplanen för bullerbekämpningen och vid annan användning av denna utredning i fortsättningen.

Egenskapsdata bestod av invånaruppgifter och byggnadsklasser för att uppskatta antalet invånare som exponeras för buller och antalet känsliga objekt. Egenskapsdata som erhölls av staden var inte fullständiga utan flera egenskaper var bristfälliga. Uppgifterna om vårdinrättningar och läroanstalter lades till byggnaderna från ett punktmaterial som går att ladda ned via huvudstadsregionens servicekarta. Även informationen om deras läge var delvis oprecis men trots detta kan antalen känsliga objekt nu högst sannolikt dokumenteras bättre än i utredningen i det andra skedet år 2012.

4.2.3 Markytans absorption

Med CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen har markytans absorption kompletterats ytterligare med en klass och nu beaktas akustiskt hårda områden (bl.a. vattenområden, gator, vägar och stora stenbelagda eller asfalterade områden, G = 0), huvudsakligen mjuka områden (bland annat tätortsområden och parker, G = 0,7) samt mjuka områden (G = 1).

Som utgångsdata för de hårda områdena användes de hårda områdena i bullermodellerna i bullerutredningarna i det andra skedet som granskades och uppdaterades genom att bland annat lägga till de nya asfalterade områdena. De huvudsakligen mjuka områdena (G=0,7) fastställdes med hjälp av land cover-modellen Corine som producerats av Finlands miljöcentral.

4.2.4 Bullerskärmar

Som utgångsdata för bullerskärmar användes bullerskärmarna från modellerna i det andra skedet i bullerutredningarna. De nya bullerskärmarna lades till modellen utifrån 3D-linjer eller projekteringsuppgifter som erhölls från städerna och NMT-centralerna. Om tomtstaket, carportar eller murar som fungerar som bullerskärm fanns inga utgångsdata och därför finns dessa konstruktioner i huvudsak inte med i bullermodellen. Bullerskärmarnas läge presenteras i bilaga 4 till bullerutredningen.

5 Resultat

5.1 Bullerzoner samt antalen invånare och känsliga objekt som exponeras för buller

Bullerberäkningarna genomfördes med bullerstorheterna L_{den} och L_{natt} enligt direktivet på fyra meters höjd. Beräkningarna gjordes med CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen. I tabellerna i detta kapitel presenteras bullerzonernas indelning i decibel enligt vad som förutsätts i omgivningsbullerdirektivet.

Invånarantalen har beräknats på två sätt som presenterades i kapitel 3.2 samt närmare i rapporten Bakgrundsinformation. I resultattabellerna i de följande kapitlen presenteras invånarantalen med båda beräkningsmetoderna.

I rubrikerna till tabellerna benämns de beräknade situationerna enligt följande:

- *Gator och landsvägar*: all landsvägs- och gatutrafik som beaktats i utredningsområdet.
- *Direktivlandsvägar*: landsvägar där trafikmängden är minst tre miljoner fordon per år. Dessa omfattas av alla gator och landsvägar i punkten ovan.
- *Järnvägar*: all järnvägstrafik som beaktats i utredningsområdet.
- *Metro- och spårvägstrafik*: all metro- och spårvägstrafik som beaktats i utredningsområdet.

Utöver detta har personer som exponeras för buller beräknats på två sätt i alla situationer i enlighet med det som beskrivs i kapitel 3.2. Respektive sätt gavs rubriker enligt följande:

- *Ny beräkningsmetod*: beräkningsmetoden för invånarantalet som beskrivs i direktivet där invånarna delas jämnt längs byggnadernas ytterväggar.
- *Gammal beräkningsmetod*: beräkningsmetoden som använts i 2012 års utredning där samtliga invånare kategoriseras utifrån den högsta bullernivån vid byggnadsväggen.

5.1.1 Dag-kväll-nattbullernivå L_{den} och nattbullernivå L_{natt} för vägtrafik och järnvägar

Zonerna för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} i Helsingfors visas som en karta i bilagorna 5 (gator och landsvägar), 7 (landsvägar som avses i direktivet) och 9 (järnvägar). Zonerna för nattbullernivån L_{natt} visas som en karta i bilagorna 6 (gator och landsvägar), 8 (landsvägar som avses i direktivet) och 10 (järnvägar). I tabellerna 2 och 3 nedan visas arealerna för bullerzonerna i Helsingfors.

Tabell 2 Arealerna (km²) för bullerzonerna i Helsingfors, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Gator och landsvägar	Direktivlandsvägar	Järnvägar
55–59	40,2	23,6	3,0
60–64	26,6	14,2	1,6
65–69	14,3	6,3	1,0
70–74	7,2	3,3	0,6
≥75	6,1	4,5	0,3
totalt ≥55	94,4	51,9	6,5

Tabell 3 Arealerna (km^2) för bullerzonerna i Helsingfors, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Gator och landsvägar	Direktivlandsvägar	Järnvägar
50–54	31,2	18,5	2,1
55–59	17,2	9,0	1,2
60–64	8,0	4,0	0,7
65–69	4,5	2,6	0,4
≥70	3,0	2,8	0,04
totalt ≥50	63,9	36,9	4,4

Antalen invånare, vård- och läroanstalter samt bostadsbyggnader som exponeras för buller visas i tabellerna 4–13.

Tabell 4 Invånarantalen i bullerzonerna, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Gator och landsvägar		Direktivlandsvägar		Järnvägar	
	Ny beräknings-metod	Gammal beräknings-metod	Ny beräknings-metod	Gammal beräknings-metod	Ny beräknings-metod	Gammal beräknings-metod
55–59	85820	124780	33990	54370	4200	9850
60–64	50720	118480	13670	25660	1540	3330
65–69	18440	51730	3210	8760	770	2740
70–74	8170	25550	630	2900	10	50
≥75	130	820	30	100	0	0
totalt ≥55	163280	321360	51530	91790	6520	15970

Tabell 5 Invånarantalen i bullerzonerna, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Gator och landsvägar		Direktivlandsvägar		Järnvägar	
	Ny beräknings metod	Gammal beräknings metod	Ny beräknings metod	Gammal beräknings metod	Ny beräknings metod	Gammal beräknings metod
50–54	59250	130420	22260	39410	2000	4340
55–59	20430	51960	5720	13900	1070	2980
60–64	9620	28820	1200	4170	90	540
65–69	390	2140	170	700	0	0
≥70	0	0	0	0	0	0
totalt ≥50	89690	213340	29350	58180	3160	7860

Tabell 6 Invånarantalen i byggnader med tyst yttervägg, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Gator och landsvägar	Direktivlandsvägar	Järnvägar
55–59	4400	550	2370
60–64	29900	1070	1030
65–69	31300	2430	1870
70–74	21320	2130	30
≥75	760	30	0
totalt ≥55	87680	6210	5300

Tabell 7 Invånarantalen i byggnader med tyst yttervägg, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Gator och landsvägar	Direktivlandsvägar	Järnvägar
50–54	24210	570	1470
55–59	25150	2480	1640
60–64	22430	2580	400
65–69	1720	550	0
≥70	0	0	0
totalt ≥50	73510	6180	3510

Tabell 8 Byggnader i bullerzonen, gatu- och landsvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
55–59	8592	96	30
60–64	5877	103	32
65–69	1489	43	26
70–74	490	12	12
≥75	27	1	1
totalt ≥55	16475	255	101

Tabell 9 Byggnader i bullerzonen, gatu- och landsvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
50–54	7084	113	33
55–59	2232	47	27
60–64	661	12	12
65–69	71	4	2
≥70	0	0	0
totalt ≥50	10048	176	74

Tabell 10 Byggnader i bullerzonen, landsvägstrafik som avses i direktivet, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
55–59	5453	37	9
60–64	2951	22	10
65–69	555	5	1
70–74	124	2	1
≥75	16	1	1
totalt ≥55	9099	67	22

Tabell 11 Byggnader i bullerzonen, landsvägstrafik som avses i direktivet, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
50–54	4439	35	11
55–59	1228	14	5
60–64	205	1	1
65–69	45	2	1
≥70	0	0	0
totalt ≥50	5917	52	18

Tabell 12 Byggnader i bullerzonen, järnvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
55–59	601	6	2
60–64	197	4	2
65–69	76	3	3
70–74	7	1	0
≥75	0	0	0
totalt ≥55	881	14	7

Tabell 13 Byggnader i bullerzonen, järnvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
50–54	284	5	2
55–59	103	3	3
60–64	24	1	1
65–69	0	0	0
≥70	0	0	0
totalt ≥50	411	9	6

5.1.2 Bostadsbyggnader skyddade med krav på ljudisolering

I Helsingfors utfördes en tilläggsgranskning där man utredde andelen invånare som exponeras för buller, (från väg- och spårtrafik), som har nytta av tillräcklig ljudisolering av byggnader mot omgivningsbuller. Uppskattningen av antalet invånare som skyddas av speciella krav på ljudisolering är en granskning som följer omgivningsbullerdirektivet och gjordes för första gången år 2012. Då genomfördes arbetet genom att identifiera ljudisolerade bostäder enligt planbestämmelserna på kartan. Om bullernivån på byggnadens fasad var 65 dB eller högre minst på en sida av byggnaden, togs invånarantalet i byggnaden med i beräkningen. Resultatet blev antalet invånare som enligt Helsingfors stads bullerutredning 2012 exponerades för buller på över 65 dB, men som skyddats mot trafikbuller inomhus med konstruktionslösningar.

I denna utredning lades nya bostadsbyggnader som färdigställts efter 2012 och antalen invånare i dessa byggnader till siffrorna. Vid nybyggandet har bullerbekämpningen alltid i huvudsak beaktats i ljudisoleringskraven. År 2012 bodde i byggnader som skyddas mot buller genom krav på ljudisolering i bullerzonen med dag-kväll-nattbullernivån L_{den} över 65 dB för vägtrafikens del 14 080 invånare (297 byggnader) och för järnvägstrafikens del 150 invånare (2 byggnader).

Tabell 14 Byggnader och invånare som skyddas mot buller inomhus genom krav på ljudisolering L_{den}.

>65 dB zon	Invånare	Bostadsbyggnader
vägtrafik	20550	423
järnvägstrafik	220	3

5.1.3 Dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} och nattbullernivån L_{natt} för spårvägs- och metrotrafik

Bullerzonerna för dag-kväll-natt-bullernivån L_{den} visas på kartan i bilagorna 11 (spårvägstrafik) och 13 (metrotrafik). Bullerzonerna för nattbullernivån L_{natt} visas på kartan i bilagorna 12 (spårvägstrafik) och 14 (metrotrafik). I tabellerna 15 och 16 nedan visas arealerna för bullerzonerna i Helsingfors.

Tabell 15 Arealerna (km²) för bullerzonerna, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Spårvägstrafik	Metrotrafik
55–59	1,58	2,01
60–64	1,22	0,81
65–69	0,82	0,51
70–74	0,32	0,31
≥75	0,07	0,10
totalt ≥55	4,01	3,74

Tabell 16 Arealerna (km²) för bullerzonerna, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Spårvägstrafik	Metrotrafik
50–54	1,28	1,10
55–59	0,94	0,58
60–64	0,44	0,38
65–69	0,10	0,18
≥70	0,01	0,01
totalt ≥50	2,77	2,25

Antalen invånare, vård- och läroanstalter samt bostadsbyggnader som exponeras för buller visas i tabellerna 17–24.

Tabell 17 Invånarantalen i bullerzonerna, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Spårvägstrafik		Metrotrafik	
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod
55–59	9250	16000	2360	6420
60–64	9460	25760	800	2650
65–69	3900	11770	130	550
70–74	1280	4190	0	0
≥75	30	200	0	0
totalt ≥55	23920	57920	3290	9620

Tabell 18 Invånarantalen i bullerzonerna, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Spårvägstrafik		Metrotrafik	
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod
50–54	10310	23980	1210	4170
55–59	4980	15380	300	1080
60–64	1740	5430	0	40
65–69	120	600	0	0
≥70	0	0	0	0
totalt ≥50	17150	45390	1510	5290

Tabell 19 Invånarantalen i byggnader med tyst yttervägg, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Spårvägstrafik	Metrotrafik
55–59	8976	1901
60–64	21557	2138
65–69	10910	377
70–74	3757	0
≥75	200	0
totalt ≥55	45400	4416

Tabell 20 Invånarantalen i byggnader med tyst yttervägg, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Spårvägstrafik	Metrotrafik
50–54	19745	2767
55–59	13874	803
60–64	4868	27
65–69	572	0
≥70	0	0
totalt ≥50	39059	3597

Tabell 21 Byggnader i bullerzonen, spårvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
55–59	262	18	11
60–64	384	18	8
65–69	185	7	1
70–74	65	2	0
≥75	3	0	0
totalt ≥55	899	45	20

Tabell 22 Byggnader i bullerzonen, spårvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
50–54	343	18	10
55–59	253	8	1
60–64	82	4	0
65–69	10	0	0
≥70	0	0	0
totalt ≥50	688	30	11

Tabell 23 Byggnader i bullerzonen, metrotrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
55–59	179	5	2
60–64	61	1	3
65–69	12	1	0
70–74	0	0	0
≥75	0	0	0
totalt ≥55	252	7	5

Tabell 24 Byggnader i bullerzonen, metrotrafik, nattbullernivån L_{natt}.

Zon, dB	Bostadsbyggnader	Vårdanstalter	Läroanstalter
50–54	92	2	3
55–59	22	2	0
60–64	2	0	0
65–69	0	0	0
≥70	0	0	0
totalt ≥50	116	4	3

5.2 Diskussion och tolkning av resultat

Som utredningens resultat har antalen invånare som exponeras för buller beräknats för följande utredningssituationer:

- All väg- och gatutrafik
- Landsvägar som avses i direktivet (trafikmängd över tre miljoner fordon per år)
- All järnvägs-, metro- och spårvägstrafik

Beräkningarna har gjorts enligt CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen.
Beräkningarna har gjorts för de ovannämnda situationerna enligt bullerstorheterna L_{den} och L_{natt} som förutsätts i omgivningsbullerdirektivet.

Invånarantalen har beräknats på två sätt:

- med den nya metoden som fastställts i direktivet där invånarna har spritts ut över fasaderna
- På samma sätt som år 2012 då alla invånarna kategoriserades utifrån den högsta bullernivån i byggnaden.
- I sammanfattningstabellerna i detta kapitel visas även 2012 års utredningsresultat för jämförelsens skull.

I tabell 25 visas invånarantalen för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för väg- och gatutrafikens del.

- Med den nya beräkningsmetoden är antalet invånare som exponeras för buller drygt hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden.
- Invånarantalen i bullerzonerna för L_{den} över 55 dB är 14 procent högre än i 2012 års utredning i Helsingfors.
- Enligt den nya beräkningsmetoden bor 26 procent av Helsingforsborna i bullerzonen L_{den} över 55 dB.

Tabell 25 Invånarantalen i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för väg- och gatutrafik.

Personer som exponeras för över 55 dB	Gator och landsvägar		
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Utredningen 2012
Helsingfors	163 280	321 360	282 060

I tabell 26 visas invånarantalen i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för landsvägar som avses i direktivet.

- Enligt den nya beräkningsmetoden är antalet invånare som exponeras för buller drygt hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden.

- Invånarantalen i bullerzonerna L_{den} över 55 dB är 26 procent högre än i 2012 års utredning i Helsingfors.

Tabell 26 Invånarantalet i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för landsvägar som avses i direktivet.

Personer som exponeras för över 55 dB	**Landsvägar enligt direktivet**		
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Utredningen 2012
Helsingfors	51 530	91 790	73 040

I tabell 27 visas invånarantalet i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för järnvägarnas del.

- Med den nya beräkningsmetoden är antalet invånare som exponeras för buller cirka hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden.
- Mängden invånare som exponeras för buller har ökat med 20 procent i Helsingfors främst på grund av nybyggandet bredvid den nya banan.

Tabell 27 Invånarantalet i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för järnvägarnas del.

Personer som exponeras för över 55 dB	**Järnvägar**		
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Utredningen 2012
Helsingfors	6 520	15 970	13 280

I tabell 28 visas invånarantalet i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för spårvägarnas del.

- Enligt den nya beräkningsmetoden är antalet invånare som exponeras för buller cirka hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden.
- Invånarantalen i bullerzonerna L_{den} över 55 dB är 20 procent högre än i 2012 års utredning i Helsingfors. Orsakerna till skillnaderna i antalen invånare som exponeras för buller från spårvägstrafik beror på de ändringar som skett i spårvagnslinjerna, materielen och spårvägstrafikens totala trafikmängder samt preciseringarna i fastställandet av bulleremissionerna från spårvagnsflottan. Även förändringarna i invånarantalen påverkar resultaten särskilt i och med nybyggandet.

Tabell 28 Invånarantalen i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för spårvägarnas del.

Personer som exponeras för över 55 dB	**Spårvägar**		
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Utredningen 2012
Helsingfors	23 920	57 920	50 800

I tabell 29 visas invånarantalet i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för metrons del.

- Enligt den nya beräkningsmetoden är antalet invånare som exponeras för buller cirka hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden.

- Det sammanlagda antalet invånare som exponeras för buller är nästan detsamma som i tidigare utredningar då antalet invånare som exponerades för buller L_{den} över 55 dB från metrotrafiken var 9 700.
- Bullernivåerna dag-kväll-natt (L_{Den}) för metrotrafikens del är lägre än vid de tidigare utredningarna, men på grund av nybyggandet är antalet utsatta personer detsamma. Delvis ligger orsakerna till minskningen av bullernivån i användningen av väderkorrigeringar samt ändringar i metrotrafikeringen, den nya och tystare materielen, invånaruppgifterna samt den nya beräkningsmodellen. Andelen nattrafik är något mindre än i den tidigare utredningen.

Tabell 29 Invånarantalen i bullerzonerna för bullernivån dag-kväll-natt L_{den} över 55 dB för metrons del.

Personer som exponeras för över 55 dB	**Metron**		
	Ny beräkningsmetod	Gammal beräkningsmetod	Utredningen 2012
Helsingfors	3 290	9 620	9 700

Vid jämförelse av utredningens resultat med resultaten från 2012 års utredning ska man beakta den nya beräkningsmodellen och invånarberäkningssättet som båda påverkar resultaten. Orsakerna till förändringarna diskuteras nedan.

De totala antalen utsatta personer förblir i samma storleksklass som vid utredningen i det andra skedet i förhållande till städernas invånarantal. Med den nya beräkningsmetoden är antalet utsatta personer betydligt lägre, oftast under hälften av antalet enligt den gamla beräkningsmetoden, eftersom en del invånare placeras på de tystare fasadernas sida. Å andra sidan ökar den nya markanvändningen antalet utsatta personer beräkningsmässigt då bullernivåerna beräknas för fasaderna oavsett om tillräcklig bullerbekämpning har beaktats i byggnaden.

För vägtrafikens del kan man konstatera att antalet utsatta personer dagtid då man beaktar befolkningsökningen har förblivit nästan oförändrat vid användningen av samma invånarberäkningsmetod, medan den relativa andelen utsatta personer nattetid har ökat något. Dagtid finns det i förhållande till hur det var tidigare fler personer som utsätts för högre bullernivåer i Helsingfors.

Att antalet utsatta personer på dagtid närmar sig högre bullernivåer beror på att man nu beaktat ljuskorsningarnas påverkan vilket förhöjer bullernivåerna i deras närhet. Det finns en stor mängd tätt bebodda områden bredvid ljuskorsningar i Helsingfors.

De generellt högre bullernivåerna nattetid beror på att de väderförhållanden som används i CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen är fördelaktigare för bullerspridningen nattetid än dagtid. Därmed är även antalen utsatta personer som beräknats med bullermåttet enligt dag-kväll-natt-bullernivån betydligt större än vid den tidigare utredningen på grund av den nattetida vägningen på +10 dB.

5.2.1 CNOSSOS-EU-beräkningsmodellens påverkan på resultaten

Generellt sett kan man inte säga att bullernivåer som beräknats med CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen är högre eller lägre än värden som räknats med den samnordiska modellen. På lokal nivå kan skillnaderna vara rätt stora vilket kan ses särskilt i bullerzonerna, men det sker ändringar åt båda hållen. Då man tittar på invånarantalen i hela stadensområdet jämnas effekterna ut.

Bullernivåerna enligt CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen är lokalt högre bland annat på hårda ytor (vattenområden och vidsträckta asfalterade områden), i uppförsbackar och uppe på backkrön samt vid ljuskorsningar särskilt inom tät stadskonstruktion. Dessutom ger små byggnader mindre skydd och till exempel i egnahemshusområden är bullernivåerna enligt CNOSSOS-EU-modellen något högre. Tydligast är skillnaden längre bort från bullerkällan men i dessa områden är bullernivåerna vanligtvis under 50 dB.

I ett mer skyddat område, till exempel bakom stora byggnader och på kvarterens innergårdar, är bullernivåerna vanligtvis lägre än med den samnordiska modellen. I CNOSSOS-EU-modellen beaktas även hastigheter under 40 km/h. I den nordiska modellen är den lägsta möjliga hastigheten 40 km/h, vilket innebär att bullernivåerna för gatuavsnitt med låga hastigheter är lägre än med den samnordiska modellen.

En precisare kategorisering av tung trafik orsakar ändringar i utgångsvärdena för bullernivåerna; om det finns flera medeltunga fordon av klass 2 (t.ex. bussar) kan bullernivåerna vara lägre än tidigare, och om merparten är tunga fordon som hör till klass 3 kan bullernivåerna vara högre än tidigare.

Bullerskärmarnas effektivitet längs vägarna varierar med CNOSSOS-EU-modellen jämfört med den samnordiska beräkningsmodellen. En del skärmar fungerar bättre medan andra fungerar sämre. Här har man inte identifierat någon allmän trend utan det varierar från fall till fall. Järnvägarnas bullerskärmar fungerar däremot bättre med CNOSSOS-EU-modellen.

Andra faktorer som påverkar bullernivåerna är beaktande av väderdata; i den nordiska modellen är väderförhållandena fördelaktiga i alla riktningar, medan väderförhållanden i CNOSSOS-EU-modellen motsvarar det faktiska årsgenomsnittet bättre. För Helsingfors stadskärnas del har man använt något annorlunda väderförhållanden än för övriga utredningsområden, eftersom buller inte sprider sig på samma sätt i en tät stadsstruktur som i öppen terräng.

Bullerspridningen enligt CNOSSOS-EU-modellen ligger sannolikt närmare den faktiska situationen än den nordiska modellen, dock går det inte att säga att resultat som erhållits med en viss beräkningsmodell är mer korrekta då premisserna och situationerna som ska modelleras är olika. Visuellt kan man konstatera att bullerzonerna som beräknats med CNOSSOS-EU-modellen är mindre diffusa än de enligt den nordiska modellen och det sker inte någon plötslig variation i bullernivåerna på samma sätt, vilket sannolikt är närmare den faktiska situationen.

Centrala anmärkningar om resultaten

- På resultaten inverkar både den nya beräkningsmodellen och invånarberäkningsmetoden.
- Med den nya invånarberäkningsmetoden är antalet invånare som utsätts för buller oftast mindre än hälften av det antal som fås med den gamla beräkningsmetoden.
- De totala antalen utsatta personer är i huvudsak motsvarande som i 2012 års utredning när man beaktar befolkningstillväxten.
- Den nya markanvändningen ökar beräkningsmässigt antalet utsatta invånare även om bullerbekämpningen skulle vara tillräcklig.
- Det finns beräkningsmässigt fler personer som exponeras för buller i Helsingfors på grund av att accelerationer som sker vid ljuskorsningar har beaktats.

Den nya beräkningsmodellens inverkan på resultaten

Bullernivåerna enligt CNOSSOS-EU-modellen **större** på lokal nivå:

- på hårda ytor (vattenområden, vidsträckta asfalterade områden)
- i uppförsbackar och uppe på backkrön
- vid ljusstyrda korsningar (påverkan syns i Helsingfors som en tydlig ökning av personer som exponeras för buller, i andra städer är påverkan mindre)
- i tätorter med egnahemshus längre bort från bullerkällan
- om merparten av tung trafik hör till fordon i klass 3.

Bullernivåerna enligt CNOSSOS-EU-modellen **mindre** på lokal nivå:

- bakom stora byggnader och stora bullerskärmar samt på kvarterens innergårdar
- längs gator med hastighetsbegränsningar på under 40 km/h
- om merparten av den tunga trafiken hör till fordon i klass 2
- bullerskärmar fungerar bättre i järnvägstrafik.

5.3 Granskning av osäkerhetsfaktorer

Väderkorrigeringens storlek beror på avståndet samt om beräkningspunkten ligger bakom ett hinder. På nära håll från vägen är väderkorrigeringens storlek 0 dB. På längre avstånd från vägen varierar väderkorrigeringens effekt mellan –2 och –4 dB (jämfört med en situation med väderförhållanden som är gynnsamma 100 % av tiden). I Helsingfors stadskärnas område har man för väderkorrigeringarnas del beskrivit den värsta möjliga situationen eftersom vindriktningen i schakten i staden inte följer de generella vindförhållandena i området.

I utredningen har man strävat efter att göra beräkningarna så att de fyller direktivets krav, inom ramarna för de informationskällor som funnits till hands. Den största osäkerhetsfaktorn som inverkar på beräkningsresultatet är de hastigheter som använts för beräkningen. För väg- och spårvägstrafikberäkningarna har man i huvudsak använt de högsta tillåtna hastigheterna. I beräkningarna för spårvägstrafiken har man beaktat tågens accelerationer och bromsningar vid stationerna och på landsvägarna har hastigheterna vid ramperna reglerats stegvis. För övrigt baseras hastigheten i huvudsak på hastighetsbegränsningarna.

Den näst största osäkerhetsfaktorn kan bedömas vara att järnvägs- och vägkonditionens påverkan inte har beaktats. Man har utgått från att järnvägens kondition motsvarar en bana som är i normalkondition i enlighet med beräkningsmodellen. Reparationer av tysta beläggningar kan förorsaka fel om beläggningens egenskaper i själva verket inte längre är tystare än en vanlig beläggning.

För spårvägstrafikens del är den största osäkerhetsfaktorn som inverkar på beräkningsresultatet för bullerspridningen de hastigheter som använts samt att gnisslet i kurvor inte beaktats. För kurvornas del i bullret från spårvägstrafiken kompenserar dessa brister varandra, dvs. i verkligheten kör man in i gnisselkurvorna med en lägre hastighet än den modellerade hastigheten. På raka sträckor kan den faktiska hastighetsnivån vara högre eller lägre än hastighetsbegränsningen, men i genomsnitt och med beaktande av stoppen är det sannolikt att körhastigheten som baseras på hastighetsbegränsningen överdriver bullersituationen.

På grund av osäkerhetsfaktorerna kan beräkningsnoggrannheten på relevanta avstånd (under 500 meter) beräknas vara ± 2 dB för vägtrafikbullret och cirka ± 3 dB för

spårvägstrafikbullret. Vid bedömning av beräkningsresultaten ska man notera att CNOSSOS-EU-beräkningsmodellen inte är avsedd för beräkningsavstånd på över 800 meter. Beroende på lokala omständigheter är beräkningsmodellens resultat för stora beräkningsavstånd sannolikt för stort. Även om tillförlitligheten för beräknade bullerzoner minskar på längre avstånd, kan man trots detta med hjälp av bullerzonerna uppskatta var det finns möjliga tysta områden.

Vid den nationella implementeringen av CNOSSOS-EU-modellen har man inte utrett i vilken mån bullrets spridning i enlighet med modellen motsvarar mätningarna. Dessutom har beräkningarna gjorts med CadnaA-programmets CNOSSOS-EU-betaversion, så det är högst sannolikt att det beräknade resultatet åtminstone nu lokalt inte motsvarar den CNOSSOS-EU-instruktion/metod som presenteras i direktivet (20). Även själva direktivet (20) är delvis motstridigt och otydligt och det kan därmed finnas små skillnader mellan de olika programproducenternas sätt att tolka direktivet. I arbetsplanen hade man föreslagit att minska denna risk genom att jämföra de olika programproducenternas modelleringsresultat med varandra, men på grund av fördröjningen av en annan kommersiell applikation (SoundPLAN) var det inte möjligt att jämföra resultaten.

Vid invånarberäkningarna rör den största osäkerhetsfaktorn invånaruppgifternas giltighet och invånarnas placering i byggnaderna.

Vid den fortsatta planeringen (i ett mindre beräkningsområde) kan bullermodellen preciseras med bland annat följande åtgärder:

- precisare hastighetsdata (eventuella hastighetsmätningar eller på basis av (öppna) geoinformationsmaterial)
- preciseringar av terrängmodellen
- granskning/precisering av byggnadernas och skärmarnas akustiska egenskaper
- noggrannare beaktande av tung trafik (fordonsklass 2 tystare än klass 3)
- precisering av beräkningsinställningar: 2:a ordningens reflektioner, mindre beräkningsrutnät (t.ex. 5 x 5 m)
- precisering av invånarna/objekten som exponeras för buller (krav på ljudisoleringen/bullernivåerna inomhus, bullersituationen på vistelseplatser och balkonger, invånarfördelningen i byggnaden/bostädernas planlösningar osv.)
- det rekommenderas att bulleremissionsmätningar genomförs på Kasåkerns metrodepåområde för att få en noggrannare föreställning om bullersituationen i området.

6 Källor

1. Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller. EGT nr L 189, 18.7.2002.

2. Miljöskyddslag (527/2014). Nådendal 2014.

3. Statsrådets förordning om bullerutredningar och handlingsplaner för bullerbekämpning som Europeiska gemenskapen förutsätter (801/2004). Helsingfors 2004.

4. Helsingfors stads bullerutredning 2007. Helsingfors stads miljöcentrals publikationer 6/2007. Helsingfors 2007.

5. Helsingfors stads bullerutredning 2012. Helsingfors stads miljöcentrals publikationer 8/2012. Helsingfors 2012.

6. Helsingfors stads handlingsplan för bullerbekämpning 2008. Helsingfors stads miljöcentrals publikationer 15/2008. Helsingfors 2008.

7. Granskning av Helsingfors stads handlingsplan för bullerbekämpning 2013. Helsingfors stads miljöcentrals publikationer 21/2013. Helsingfors 2013.

8. Trafikverkets handlingsplan för bullerbekämpning 2013–2018. Trafikverket, verksamhetsområdet för trafiksystem. Helsingfors 2013.

9. Helsingfors bullerbekämpningsprogram 1994–1998. Helsingfors stads miljöcentrals publikationer 7/92. Helsingfors 1992.

10. Bullerbekämpningsprogram för huvudlederna i huvudstadsregionen för åren 2000–2020. Huvudstadsregionens samarbetsdelegation. Huvudstadsregionens publikationsserie B 2000:6 och Vägverket, Nylands vägdistrikt, Vägverkets utredningar 8/2000. Helsingfors 2000.

11. Bullerbekämpningsprogram för huvudlederna i huvudstadsregionen för åren 2005–2025. Huvudstadsregionens samarbetsdelegation. Huvudstadsregionens publikationsserie B 2005:1. Helsingfors 2005.

12. Bullerbekämpningsprogram för järnvägarna i huvudstadsregionen för åren 2001–2020. Huvudstadsregionens samarbetsdelegation. Huvudstadsregionens publikationsserie B 2001:13 och Banförvaltningscentralen, Banförvaltningscentralens publikationer A 11/2001. Helsingfors 2001.

13. Bullerskyddsutredning för Helsingfors gatunätverk. Helsingfors stads byggnadskontors publikationer 2003:9/Gatuavdelningen. Helsingfors 2002.

14. Utveckling och kontroll av flygplansbuller 2003–2020. Luftfartsverkets publikationsserie A 19/2001. Vanda 2001.

15. Helsingfors-Malms flygplats, spridning av buller från luftfarkoster, år 2003. Luftfartsverkets publikationsserie A 7/2005. Vanda 2004.

16. Utkast till generalplan för Helsingfors 2002, konsekvensbedömning. Verkningsområdet för trafikbuller i Helsingfors 2020. Helsingfors stadsplaneringskontors översiktsplaneringsavdelnings utredningar 2002:19. Helsingfors 2002.

17. Statsrådets beslut om riktvärden för bullernivå (993/92). Helsingfors 1992.

18. Helsingfors stads bullerutredning 2007, Bakgrundsinformation. Insinööritoimisto Akukon Oy; Lahti, Tapio; Gouatarbès, Benoît; Markula, Timo. Helsingfors 2007.

19. CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet. Trafikverkets anvisningar 4/2017. ISSN-L 1798-663X. Trafikverket 2017. Kan laddas ned på adressen: http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/ohjeet/2017#.WNolIs-LRhH

20. Directive, EN. Commission Directive (EU) 2015/996 of 19 May 2015 Establishing Common Noise Assessment Methods According to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council, May 2015.

7 Bilagor

Bilaga 1. Gatuklasser

Bilaga 2. Hastighetsbegränsningar

Bilaga 3. Trafikmängderna i spårvägstrafik

Bilaga 4. Bullerskärmar

Bilaga 5. Bullerzoner, gatu- och landsvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}

Bilaga 6. Bullerzoner, gatu- och landsvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}

Bilaga 7. Bullerzoner, landsvägstrafik som avses i direktivet, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}

Bilaga 8. Bullerzoner, landsvägstrafik som avses i direktivet, nattbullernivån L_{natt}

Bilaga 9. Bullerzoner, järnvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}

Bilaga 10. Bullerzoner, järnvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}

Bilaga 11. Bullerzoner, spårvägstrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}

Bilaga 12. Bullerzoner, spårvägstrafik, nattbullernivån L_{natt}

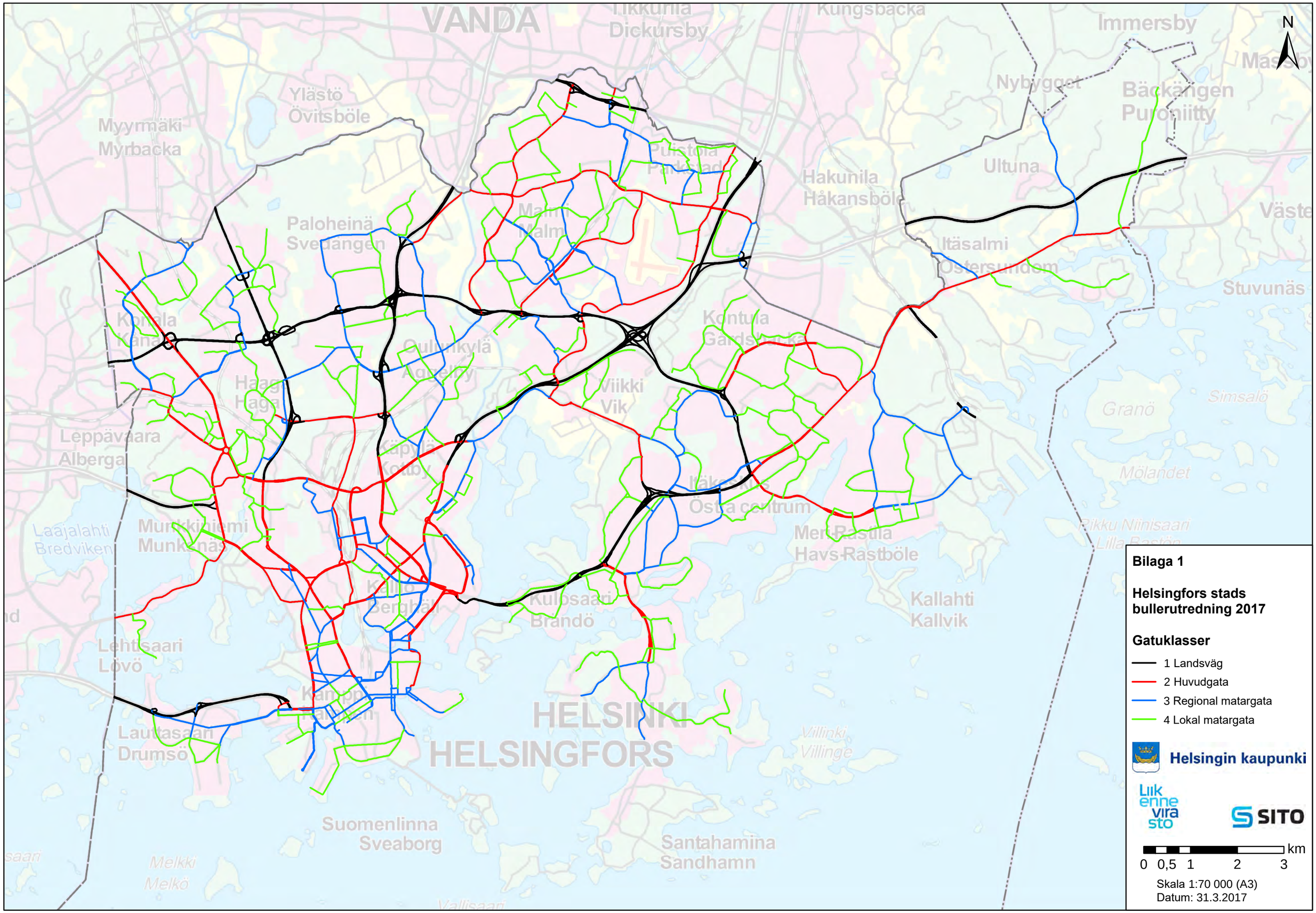
Bilaga 13. Bullerzoner, metrotrafik, dag-kväll-natt-bullernivån L_{den}

Bilaga 14. Bullerzoner, metrotrafik, nattbullernivån L_{natt}

Bilaga 15. Spårvagnslinjer och trafikmängder

Bilaga 16. Spårvagnslinjekarta 20.6.2016

Bilaga 17. Metrons trafikeringstider och turtäthet



Bilaga 1

Helsingfors stads bullerutredning 2017

Gatuklasser

- 1 Landsväg
- 2 Huvudgata
- 3 Regional matargata
- 4 Lokal matargata

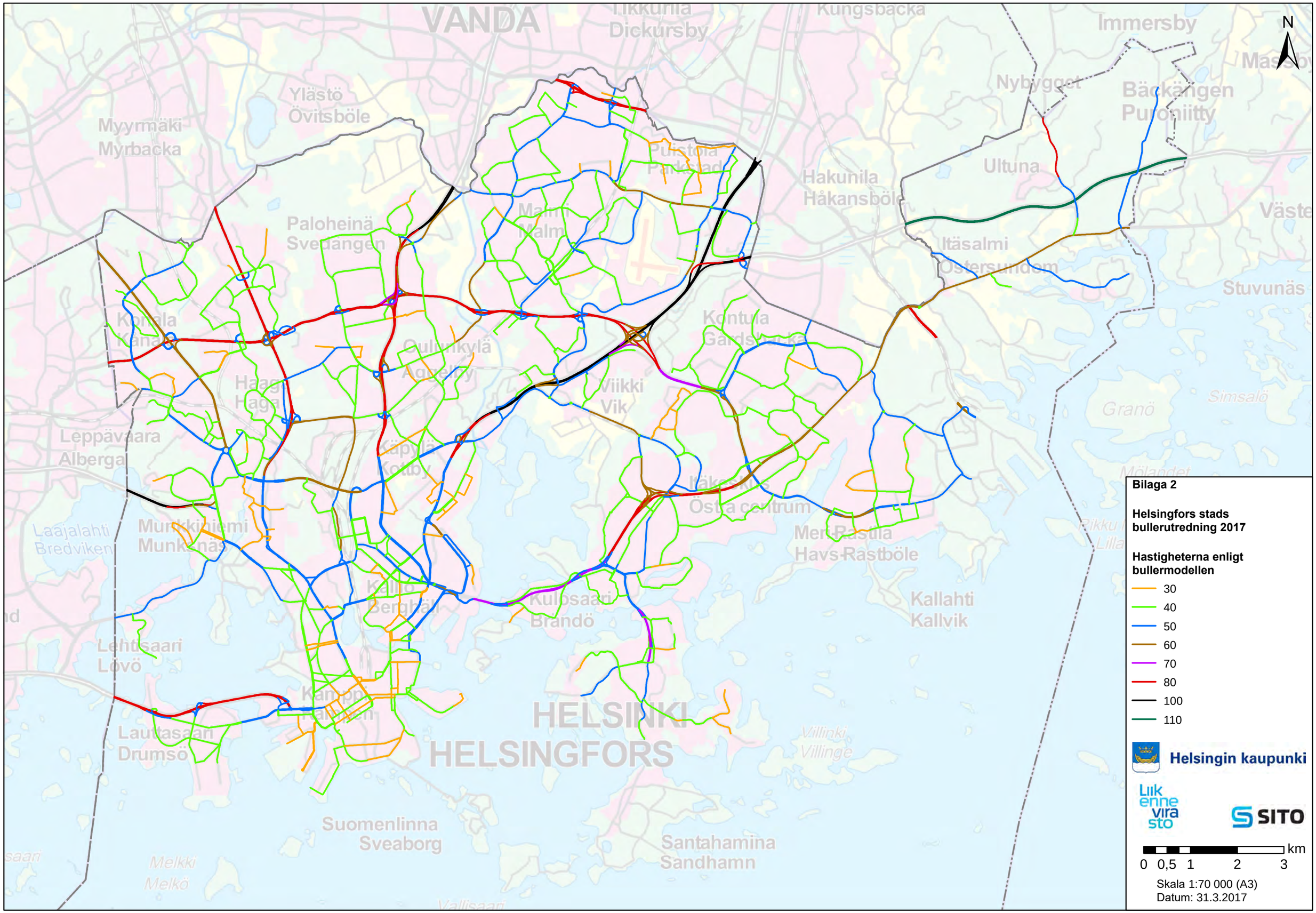
Helsingin kaupunki

Liikennevirasto

SITO

0 0,5 1 2 3 km

Skala 1:70 000 (A3)
Datum: 31.3.2017



Bilaga 2

Helsingfors stads bullerutredning 2017

Hastigheterna enligt bullermodellen

- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 100
- 110

Helsingin kaupunki

Liikennevirasto

SITO

0 0,5 1 2 3 km

Skala 1:70 000 (A3)
Datum: 31.3.2017

Tågens maximala hastigheter

Huvudbanan	80 km/h	Helsingfors–Böle
	160 km/h	Böle–Dickursby
	200 km/h	Dickursby–Riihimäki
Kustbanan	120 km/h	
Ringbanan	120 km/h	

Tågens accelerationer och bromsningar vid stationerna

Acceleration

hastighet	40 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h
sträcka	0–100 m	100 m	400 m	800 m	1200 m	2000 m	3000 m

Bromsning

hastighet	180 km/h	160 km/h	140 km/h	120 km/h	90 km/h	60 km/h	40 km/h
sträcka	1800 m	1500 m	1000 m	600 m	400 m	200 m	100 m

Huvudbanan, östra spåret, riktning söder–norr

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
Pendolino	F-Pen	1676	146	29
IC/P	F-Sr	596	567	0
IC2	F-IC2	3979	590	379
Allegro	Sm6	0	188	188
D	Sm1/2	227	0	0
R	Sm4	2577	571	741
T	Sm1/2	0	0	107
T	Sm4	0	0	31
Z	Sm1/2	151	0	0
Z	Sm4	1157	216	293

Huvudbanan, västra spåret, riktning norr–söder

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
Pendolino	F-Pen	2128	322	205
IC/P	F-Sr	567	0	383
IC2	F-IC2	3807	772	509
Allegro	Sm6	564	188	188
D	Sm1/2	151	0	76
R	Sm4	2499	617	571
T	Sm1/2	0	0	107
T	Sm4	0	0	170
Z	Sm1/2	151	0	0
Z	Sm4	1095	324	478

Huvudbanans stadsspår, östra spåret, riktning söder–norr

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
I	Sm5	5068	996	814
K	Sm1/2	1500	0	214
K	Sm5	4173	92	76
N	Sm1/2	0	0	535
N	Sm5	2972	1617	1234

Huvudbanans stadsspår, västra spåret, riktning norr–söder

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
K	Sm1/2	2446	0	153
K	Sm5	2689	193	0
N	Sm1/2	0	0	77
N	Sm5	600	771	836
P	Sm5	4971	900	932

Kustbanan, västra spåret, riktning väster–öster

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
Pendolino	F-Pen	251	114	46
IC2	F-IC2	1441	303	126
A	Sm1/2	1136	0	151
A	Sm5	2529	450	182
E/U	Sm1/2	379	0	0
E/U	Sm5	2904	771	161
I	Sm5	5068	996	814
L	Sm5	118	0	632
X/Y	Sm1/2	76	0	76
X/Y	Sm5	161	54	0

Kustbanan, östra spåret, riktning öster–väster

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
Pendolino	F-Pen	251	160	0
IC2	F-IC2	1669	0	253
A	Sm1/2	984	0	227
A	Sm5	2550	450	161
E/U	Sm1/2	379	0	76
E/U	Sm5	2946	718	289
L	Sm5	139	0	568
P	Sm5	4971	900	932
X/Y	Sm1/2	76	0	76
X/Y	Sm5	161	54	54

Ringbanan, mot öster

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
P	Sm5	4971	900	932

Ringbanan, mot väster

Tåg	Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
I	Sm5	5068	996	814

Ilmala servicespår, västra spåret, riktning norr–söder

Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
F-Pen	1241	0	478
F-Sr	5336	805	952
Sm4	94	0	550
Sm1/2	313	8	296
Sm5	1526	38	1447

Ilmala servicespår, östra spåret, riktning öster/söder–väster/norr

Tågtyp	Längd, dag	Längd, kväll	Längd, natt
F-Pen	1518	352	302
F-Sr	5187	1043	1645
Sm4	0	401	236
Sm1/2	344	108	72
Sm5	1681	525	353

VANDA
Tikkurila
Dickursby
Kungsbacka
Immersby
Nybygget
Bäckängen
Puronniitty
Ylästö
Övitsböle
Myyrmäki
Myrbacka
Puistola
Parkstad
Hakunila
Håkansböle
Ultuna
Malmi
Malm
Paloheinä
Svedängen
Itäsalmi
Östersundom
Stuvunäs
Konala
Kånala
Kontula
Gårdsbacka
Oulunkylä
Åggelby
Haaga
Haga
Viikki
Vik
Granö
Simsalö
Leppävaara
Alberga
Käpylä
Kottby
Itäkeskus
Östra centrum
Mölandet
Laajalahti
Bredviken
Munkkiniemi
Munksnäs
Meri-Rastila
Havs-Rastböle
Pikku Niinisaari
Lilla Bastön
Kallio
Berghäll
Kulosaari
Brändö
Kallahti
Kallvik
Lehtisaari
Lövö
Kamppi
Kampen
HELSINKI
HELSINGFORS
Lauttasaari
Drumsö
Villinki
Villinge
Suomenlinna
Sveaborg
Santahamina
Sandhamn
Melkki
Melkö
Vallisaari

N

Bilaga 4

Helsingfors stads bullerutredning 2017

Bullerskärmar

- Bullerplank /-staket
- Bullervall

Helsingin kaupunki

Liikennevirasto

SITO

0 0,5 1 2 3 km

Skala 1:70 000 (A3)
Datum: 31.3.2017

Bilaga 5
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från vägtrafiken:
landsvägar och gator

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liikennevirasto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

N

Bilaga 6
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från vägtrafiken:
landsvägar och gator

Ekvivalentnivå nattid Lnatt
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liikennevirasto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

N

Bilaga 7
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från vägtrafiken:
landsvägar enligt direktivet

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liik enne vira sto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

Bilaga 7
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från vägtrafiken:
landsvägar enligt direktivet

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liik enne vira sto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

Bilaga 8
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från vägtrafiken:
landsvägar enligt direktivet

Ekvivalentnivå nattid L_{natt}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liikennevirasto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

Bilaga 9
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från spårvägstrafiken:
järnvägar

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liikennevirasto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

Bilaga 10
Helsingfors stads bullerutredning 2017

Buller från spårvägstrafiken:
järnvägar

Ekvivalentnivå nattid L_{natt}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

- bullerplank /-staket
- bullervall

Liikennevirasto

Helsingin kaupunki

SITO

Skala:
1:25000 (A0)

Datum
3.4.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)
Utarbetad av: Sito Oy

Bilaga 11
Helsingfors stads bullerutredning 2017
Buller från spårvägstrafiken

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

bullerskärm

SITO

Skala:
1:10000 (A0)
1:20000 (A2)

Datum
11.5.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)

Bilaga 12
Helsingfors stads bullerutredning 2017
Buller från spårvägstrafiken

Ekvivalentnivå nattid L_{natt}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

bullerskärm

SITO

Skala:
1:10000 (A0)
1:20000 (A2)

Datum
11.5.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)

Bilaga 13
Helsingfors stads bullerutredning 2017
Buller från metrotrafiken

Dag-kväll-nattbullernivå L_{den}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

bullerskärm

SITO

Skala:
1:10000 (A0)
1:20000 (A2)

Datum
27.3.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)

Bilaga 14
Helsingfors stads bullerutredning 2017
Buller från metrotrafiken

Ekvivalentnivå nattid L_{natt}
(beräkningshöjd: 4 m)

- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

bullerskärm

SITO

Skala:
1:10000 (A0)
1:20000 (A2)

Datum
27.3.2017
CadnaA 2017 (CNOSSOS-EU)

Bilaga 15. Spårvägstrafikens trafikmängder och avfärder under vardagarna i hösttrafiken per linje år 2016. Siffran omfattar tur och retur. Källa: Lauri Räty, HRT, sammanställt 14.6.2016

Linje (längd km)/Vagnparken	Dagtid (kl. 7–19)	Kvällstid (kl. 19–22)	Nattetid (kl. 22–7)
1 Salutorget–Kottby (7,3 km)			
Ledvagn (6-axl.)	2	0	0
Variotram (6-axl.)	28	0	0
1A Eira–Salutorget–Kottby (9,7 km)			
Ledvagn (6-axl.)	42	0	10
Variotram (6-axl.)	28	0	3
2 Olympiaterminalen–Kampen (M)–Tölö–Nordenskiöldsgatan (6,3 km)			
Ledvagn (6-axl.)	21	5	2
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	20	2	2
Variotram (6-axl.)	102	26	34
3 Olympiaterminalen–Eira–Berghäll–Nordenskiöldsgatan (6,6 km)			
Ledvagn (6-axl.)	21	5	2
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	20	3	1
Variotram (6-axl.)	102	26	32
4 Skatudden–Munksnäs (8,3 km)			
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	211	40	48
5 Skatuddens terminal–Järnvägsstationen (2,9 km)			
Ledvagn (6-axl.)	9	0	0
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	13	11	0
6 Sandviken–Järnvägsstationen–Arabia (8,1 km)			
Ledvagn (6-axl.)	1	2	0
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	25	1	3
Variotram (6-axl.)	69	19	13
6T Västra terminalen–Arabia (9,4 km)			
Ledvagn (6-axl.)	6	2	2
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	16	0	0
Variotram (6-axl.)	38	7	11
7A Senatstorget–Tölö–Böle–Senatstorget (12 km)			
Ledvagn (6-axl.)	24	0	2
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	40	13	8
Variotram (6-axl.)	80	19	15
7B Senatstorget–Böle–Tölö–Senatstorget (12 km)			
Ledvagn (6-axl.)	23	0	3
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	88	24	19
Variotram (6-axl.)	26	6	2
8 Busholmen–Tölö–Arabia (9,2 km)			
Ledvagn (6-axl.)	8	1	1
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	36	4	6
Variotram (6-axl.)	111	27	14
9 Västra terminalen–Järnvägsstationen–Böle (8,9 km)			
Artic (8-axl.)	159	36	40
10 Kirurgen–Lillhoplax (7 km)			
Ledvagn (låggolv i mellandelen, 8-axl.)	211	39	34

HSL HRT

Raitiolinjat ja keskustan bussilinjoja
Spårvägslinjer och busslinjer i centrum

Keskusta
Centrum

20.6.2016

1	**Kauppatori - Käpylä** Salutorget - Kottby	
1A	**Eira - Kauppatori - Käpylä** Eira - Salutorget- Kottby	
2	**Olympiaterminaali - Kauppatori - Rautatieasema - Kamppi (M) - Töölö - Nordenskiöldinkatu** Olympiaterminalen - Salutorget - Järnvägstationen - Kampen (M) - Tölö - Nordenskiöldsgatan	
3	**Olympiaterminaali - Eira - Rautatieasema - Kallio - Nordenskiöldinkatu** Olympiaterminalen - Eira - Järnvägstationen - Berghäll - Nordenskiöldsgatan	
4	**Katajanokka - Munkkiniemi** Skatudden - Munksnäs	
5	**Katajanokka (terminaali) - Rautatieasema** Skatudden (terminalen) - Järnvägsstationen	
6	**Hietalahti - Rautatieasema - Arabia** Sandviken - Järnvägsstationen - Arabia	
6T	**Länsiterminaali - Rautatieasema - Arabia** Västra terminalen - Järnvägsstationen - Arabia	
7A	**Senaatintori - Töölö - Pasila (asema) - Senaatintori** Senatstorget - Tölö - Böle (station) - Senatstorget	
7B	**Senaatintori - Pasila (asema) - Töölö - Senaatintori** Senatstorget - Böle (station) - Tölö - Senatstorget	
8	**Jätkäsaari - Töölö – Arabia** Busholmen - Tölö - Arabia	
9	**Länsiterminaali - Rautatieasema - Itä-Pasila** Västra terminalen - Järnvägsstationen - Östra Böle	
10	**Kirurgi - Pikku Huopalahti** Kirurgen - Lillhoplax	
15	**Ruoholahti - Salmisaari** Gräsviken - Sundholmen	
17	**Kruununhaka - Kamppi - Viiskulma** Kronohagen - Kampen - Femkanten	
24	**Merikatu – Seurasaari** Havsgatan – Fölisön	

Bilaga 17. Turintervaller för metron. Källa: https://www.hsl.fi/lansimetro/lansimetron-liikenne (läst 3.10.2016)

Tidsåtgång	***Mattby–Nordsjö och Hagalund–Mellungsbacka***	***Hagalund–Östra centrum***
Vardagar under rusningstid	*5 min*	*2,5 min*
Lördagar och vardagar under dagtid	*7,5 min*	*3–4 min*
Kvällstid och söndagar	*10 min*	*5 min*

Metrons trafikeringstider Källor: http://aikataulut.reittiopas.fi/linjat/fi/hM1.html, http://aikataulut.reittiopas.fi/linjat/fi/hM2.html

Tidpunkt	***Klockslag***
vardags-/lördagstrafiken börjar, gles turtäthet	*5:30:00*
morgonrusningen börjar/söndagstrafiken börjar	*6:30:00*
morgonrusningen upphör, dagtidens turintervaller börjar	*10:00:00*
kvällsrusningen börjar, dagtidens turintervaller upphör	*14:00:00*
kvällsrusningen upphör, glesa turintervaller börjar	*19:00:00*
trafikeringen upphör	*23:30:00*

Helsingfors stad /
stadsmiljösektorn

Presentationsblad

Författare	Anne Kangasaho, Siru Parviainen, Jarno Kokkonen, Olli Kontkanen, Tiina Kumpula, Timo Huhtinen, Jussi Kurikka-Oja, Aura Salmela, Teemu Aaltio, Olli Honkanen, Juha Liukas, Elina Teuho ja Hanna Suominen (Sito Ab)
Titel	Helsingfors stads bullerutredning 2017
Serie	Stadsmiljöpublikationer
Serienummer	2017:7
Utgivningstid	Syyskuu 2017
Sidor	30
Bilagar	17
ISBN	978-952-331-333-0 (tryckt version), 978-952-331-334-7 (nätversion)
ISSN	2489-4222 (painettu) 2489-4230 (verkkoversio)
Språk, hela verket	Finska
Sammandrag	Finska, svenska, engelska
Nyckelord	Buller, miljöbullerdirektiv, bullerutredning, trafikbuller, beräkningsmetod

Helsingfors

Stadsmiljösektorn har hand om planering, byggande och underhåll av stadsmiljön i Helsingfors, byggnadstillsynen och tjänsterna kring miljön.

www.hel.fi/kaupunkiymparisto/sv