



**SAHLGRENKA AKADEMIN  
INSTITUTIONEN FÖR MEDICIN**



# **PÅVERKAN PÅ BULLER, BULLERSTÖRNING OCH HÄLSA BLAND BOENDE FÖRE OCH EFTER INFÖRANDE AV ELEKTRIFIERAD BUSSTRAFIK EN INTERVENTIONSSTUDIE I GÖTEBORG**

**Kerstin Persson Waye, Huiqi Li, Agnes Wiberg, Loisa Sandström, Juan Parra,  
Dag Glebe**

## **RAPPORT NR 4:2021**

**FRÅN AVDELNINGEN SAMHÄLLSMEDICIN OCH FOLKHÄLSA**

Utgiven av Avdelningen samhällsmedicin och folkhälsa, Göteborgs universitet

2021-11-24

ISBN 978-91-86863-27-2

Omlagsfoto: <https://www.electricitygoteborg.se/en/media>

© Göteborgs universitet & Författarna

[amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)

031-342 30 40

GU rapporter, Box 414, 405 30 Göteborg

Hemsidor: [www.amm.se](http://www.amm.se) och [gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412](https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412)

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Bakgrund .....	1
Vetenskaplig frågeställning: .....	1
Metod.....	1
Resultat .....	2
Konkluderade kommentar .....	3
Studiens betydelse .....	4
Inledning.....	5
Förstudie.....	5
Huvudstudie .....	6
Syfte.....	6
Studiedesign.....	6
Studieområden .....	6
Powerberäkning .....	7
Studiepopulation.....	8
Enkät .....	8
Utskick .....	9
Ljudnivåmätningar och bullerexponeringsberäkningar .....	9
Beräkningar av bullerexponering.....	9
Särskilda beräkningar av busstrafikens bidrag för linje 60 .....	10
Inomhusmätningar av ljudnivåer .....	10
Utomhusmätning .....	11
Urval av mätplatser .....	11
Etik och Dataskydd .....	12
Statistisk behandling av data .....	12
Resultat.....	14
Demografi .....	14
Mätningar av ljudnivåer inomhus och utomhus .....	15
De boendes boendemiljö. ....	19
Buller och vibrationer från bussar och vägtrafik .....	19
Sömnens återhämtande förmåga.....	24
Andra hälsoutfall .....	25
Analys av eventuell inverkan av Covid-19-pandemin .....	26
Dos-responssamband .....	27
Sammanfattande slutsatser .....	31
Begränsningar .....	31

Tack till .....	32
Referenser.....	33
Appendix 1. ....	35
Appendix 2. ....	45



# Sammanfattning

## Bakgrund

Hösten 2019 introducerades inom projektet ElectriCity för första gången en helt eldriven busslinje, linje 60, i Göteborg. Sträckningen opererades tidigare med hybridbussar. Linjen är till delar mycket kuperad och bullernivåerna från tidigare busstrafik har särskilt vid uppförsbackar upplevts som påtagliga. Tidigare ljudnivåmätningar tyder på att störning från lågfrekvent buller inomhus riskerar att förekomma. När busstrafiken elektrifieras minskar bullerexponeringen från motorljud, vilket särskilt påverkar de låga frekvenserna, medan buller från däck förväntas vara oförändrat. Effekten från en helt eldriven kollektivtrafik kommer därför sannolikt att leda till minskade bullernivåer och särskilt med avseende på lågfrekvent buller. En eldriven trafik skulle även kunna påverka upplevelsen av andra miljöfaktorer som avgaser och vibrationer samt trafiksäkerhet.

## Vetenskaplig frågeställning:

Hur påverkas buller, och de boendes bullerstörning, sömn och hälsa efter införande av elektrifierad busstrafik?

## Metod

Studien har genomförts som en interventionsstudie bland boende med olika grad av bullerexponering längs med linje 60 före (fas I) och efter (fas II) det att hybridbussar ersatts med helelektrifierade bussar. Fas I genomfördes mellan juni och september 2019 och fas II genomfördes ett år senare, mellan juni och september 2020.

Med hjälp av enkäter före och efter införandet mättes hur bullerstörning, sömn och hälsa påverkats. Enkäterna skickades till ett slumpvist urval omfattande nära 4000 boende längs med busslinje 60 i Masthugget och Lunden i fas I och 3333 i fas II. Hälften av populationen var boende längs med busslinjens sträckning och var således exponerade för busstrafik och annan trafik (interventionspopulation). Den andra hälften var boende inom samma geografiska område, men längre ifrån busslinjens sträckning, och bedömdes således inte påverkas av en förändrad busstrafik (referenspopulation). Vi fick svar från 1326 (svarsfrekvens 33,8 %) i fas I och svar från 1191 (svarsfrekvens 36,6 %) i fas II. Genom samverkan med Research Institute of Sweden (RISE) har ljudnivåer inom och utomhus uppmätts i ett urval av bostäder med olika fasad, både i interventionsområdet och referensområdet, totalt 14 och 15 adresser i fas I respektive fas II. Ljudnivåmätningarna genomfördes efter avslutad enkätundersökning.

I analysen jämfördes eventuella förändringar i hälsoutfall från fas I till fas II mellan interventionspopulationen och referenspopulationen för att utröna om införandet av elektrifierade bussar ger upphov till förändrad störning, sömn och hälsa, och om denna förändring var större för interventionspopulationen än för referenspopulationen. Effekten på bullerexponering studeras genom att jämföra om uppmätta nivåer av buller och lågfrekvent buller minskat inomhus och utomhus från fas I till fas II. Vidare har beräkningar av bullernivåer utförts. Dessa beräkningar innefattar både ekvivalenta A-vägda ljudtrycksnivåer av årsmedeldygn, med och utan annan trafik än bussar samt beräkningar av tersbandsnivåer för frekvensområdet 16 Hz till 500 Hz.

## Resultat

Inomhusmätningar i interventionsområdet visade att ljudtrycksnivåer i frekvensområdet 31,5–400 Hz var lägre efter införandet av elektrifierade bussar. Exakt reduktion av ljudnivåer beror på olika faktorer som fasad och rummets volym men för i princip samtliga mätningar har en minskning av ljudtrycksnivåer skett inom 31,5 till 80 Hz. I genomsnitt sjönk ekvivalentnivån för tersbanden 40 till och med 80 Hz med mellan 8 och 13 dB, med den största minskningen i hus med träfasad. Om vi kompenserar för hörtröskelnivån, och redovisar de nivåer som kan uppfattas av en normalhörande person, blir skillnaden mellan 6,6 och 7,5 dB. Motsvarande förändring av sänkningar av tersbandsnivåer inom de låga frekvenserna kunde som väntat inte ses i referensområdet. Vi ser dock för båda områden även en sänkning av A-vägd ekvivalentljudnivå från fas I till fas II, från 31 till 29 LAeq i referensområdet samt från 33 till 29 LAeq i interventionsområdet.

Beräkningar av utomhusnivåer för varje lägenhet visade att elektrifiering av busslinjen hade en liten påverkan på årsmedeldygnsekvivalenta ljudnivåer beräknade mot fasad. Detta är en konsekvens av att andelen bussar i den totala lätt- och tungtrafiken i områden är låg. Påverkan syns dock tydligt i årsmedeldygnsekvivalenta ljudnivåer där endast ljudnivåer från busstrafiken är medräknade, samt när vi beräknar energimedelvärde av frekvensområdet 31,5 till 100 Hz.

Andelen som *märkte buller och vibrationer från bussar* från fas I till fas II var påtagligt och signifikant sänkt i interventionspopulationen. Buller från bussar märktes av 35 procentenheter färre och vibrationer märktes av 15 procentenheter färre i fas II. Vidare var andelen som var *mycket eller oerhört störda av buller och lågfrekvent buller från bussar* signifikant sänkta i interventionspopulationen, med 17 respektive 24 procentenheter. Interventionspopulationen var även *mindre störd av avgaser från bussar* samt *vibrationer från bussar*. Allvarlig sömnstörning av buller från bussar sänktes signifikant i interventionspopulationen, med 6 procentenheter. Vidare var andelen som uppgav störd sömn av vibrationer signifikant sänkt i fas II.

Även referenspopulationen påverkades positivt om än i mindre omfattning, med en signifikant sänkning av andelen som märkte buller från bussar med 8 procentenheter, och en mindre sänkning av andelen som störcdes av buller och lågfrekvent buller från bussar, samt avgaser från bussar om 4 respektive 3 procentenheter vardera för lågfrekvent buller och avgaser. Inga av de utfall som mätte påverkan från annan trafik än bussar, såsom märker annan trafik, störs av annan trafik eller sömnstörning av densamma var signifikant påverkade av interventionen, varken i interventions- eller referenspopulationen. Bland de sömn- och hälsorelaterade frågor som ställdes utan att hänvisa till möjlig störning av miljöfaktor var *mycket ofta sömnig under dagen*, *mycket ofta trött och utsliten* samt *nedstämd* signifikant sänkta i interventionens fas II jämfört med I, inom interventionspopulationen. Interventionen hade ingen påvisbar effekt på övriga symptom.

Samtliga statistiska analyser har korrigerats för faktorer som skilde sig mellan områdena och som kunde förväntas felaktigt påverka slutsatserna.

Dos-responssamband av störning och sömnstörning och ljudnivåer visade att bäst samband uppnåddes när exponeringen beräknas som ett genomsnitt av frekvensområdet 31,5 till 100 Hz (LF 31,5–100). Relativt bra samband erhålls även med beräkning av A-vägd

årsmedeldygnsekvivalent nivå där endast ljudnivå från busstrafiken tagits med, medan förändringen av busstrafikflottan mindre väl prediceras av ljudnivån när även annan trafik inkluderas.

Analyser av hur man märkte, stördes, sömnstördes av buller samt påverkades i övrigt sin hälsa i relation till beräknade ljudnivåer visade att det fanns signifikanta samband med (LF 31,5–100) samt för A-vägd ekvivalent ljudnivå där endast busstrafik medtagits, för flera av de variabler som förändrades från fas I till fas II. Således kan vi se att risken att märka och störas av bussbuller minskade med minskade ljudnivåer. Vidare kunde vi se att rapportering av allvarlig sömnstörning från buller och lågfrekvent buller från bussar minskar med minskade ljudnivåer. För andra hälsoutfall kunde vi inte påvisa sådana samband.

## Konkluderade kommentar

Ersättning av hybridbussar med elektrifierade bussar har minskat bullerexponeringen generellt men särskilt med avseende på det lågfrekventa bidraget inomhus. Minskningen på 6–7 dB, för de mest påverkade tersbanden kan tyckas marginell men här bör tas i beaktande att det endast krävs en mindre förändring av ljudtrycksnivåerna i det lågfrekventa frekvensområdet för att uppnå en fördubblad eller halverad ljudstyrka, eller motsvarande ca 5–7 dB. Detta kan jämföras med vid 1000 Hz då det krävs en förändring på 10 dB för fördubblad eller halverad ljudstyrka. Förändringen kan således sägas vara jämförbar med en halverad ljudstyrka inom de låga frekvenserna.

Erfarenheter från tidigare interventionsstudier är att effekten blir större än vad som kan förväntas från existerande dos-responssamband. Detta kan bero på att förväntningar om positiva resultat också påverkar hur man rapporterar, samt eventuellt påverkar vilka som svarar. Säkrare resultat skulle kunna erhållas om man följde upp populationen under en längre tid för att studera om den positiva trenden i hälsa kvarstår, förstärks eller försvagas. De resultat som erhålls i denna studie är dock tydliga med en minskning av hur ofta man märker buller och vibrationer från bussar, hur ofta man störs av buller, lågfrekvent buller och vibrationer samt av hur ofta man störs i sin sömn av desamma inom interventionspopulationen. Symptomen sömnig/trött under dagen, trött och utsliten samt nedstämd tyder på otillräcklig eller störd sömn och/eller bristfällig återhämtning i sin bostad före interventionen. Detta stöds även av såväl rapporterad bullerstörning som bullerstörd sömn i fas I. Då dessa symptom minskat i samband med införandet av elektrifierade bussar och minskat buller, samtidigt med minskad upplevelse av buller och vibrationer, inom interventionspopulationen, talar för att ett samband finns mellan minskad bullerbelastning efter interventionen och förbättrad sömn, återhämtning och hälsa.

Studien har begränsningar och osäkerheter kopplade till att vi endast har självrapporterade besvär och symptom, en relativt låg svarsfrekvens och att vi i huvudsak utgår från beräknade bullernivåer. Vad som styrker våra resultat är den förhållandevis sammantaget stora populationen, designen med upprepade mätningar före och efter en intervention, att vi utgår från tidigare validerade frågor och utifrån en stor erfarenhet inom enkätstudier samt att beräkningar av exponeringen har kompletterats med ljudnivåmätningar. Även om vi inte kan utesluta att andra faktorer som vi inte har kännedom om och som förändrats i interventionsområdet från fas I till fas II, skulle bidragit till denna förändring, så bedömer vi det som mindre troligt då vi dessutom korrigerat för en rad faktorer som eventuellt skulle kunnat bidra till felaktiga slutsatser. Då Covid-19-pandemin inträffade mellan fas I och var kvar under fas II, kan vi inte utesluta att faktorer relaterade till pandemin skulle kunnat påverka resultaten. De analyser som vi utfört tyder dock på att pandemin haft likartad



påverkan på de båda populationerna med undantag för oro över den egna ekonomin som var något större i interventionspopulationen. Detta innebär att om en negativ påverkan finns så skulle den påverkan varit större inom interventionspopulationen, vilket innebär att vi sannolikt undervärderar den positiva hälsoeffekten av elektrifieringen av kollektivtrafiken.

## **Studiens betydelse**

Införandet av elektrifierad kollektivtrafik har potential att minska såväl buller som avgaser. Genom ökad vetenskaplig kunskap om hur människor påverkas av införandet av elektrifierad kollektivtrafik är det lättare att avgöra vilken nytta denna typ av åtgärd ger i relation till kostnaderna den medför. Denna studie bidrar både till ökade kunskaper om effekter av att exponeras för olika nivåer av buller i bostaden generellt, och specifikt vilken effekt införandet av elektrifierad kollektivtrafik har för de boende och för boendemiljön. Studien möjliggör således en tydligare kommunikation kring både hälsorisker av bullerexponering och nyttan av den aktuella åtgärden.

Värdet av att öka kunskapen om huruvida människors boendemiljö förbättras vid införande av elektrifierad busstrafik är mycket stort. Tidigare studier tyder på att särskilt lågfrekvent buller har stor störningspotential och därmed utgör en hälsorisk. Spridningen av lågfrekvent buller är dock svårt att dämpa med fasadisolering och bullerskärmar, varför elektrifiering av kollektivtrafiken kan ha en stor positiv inverkan på människors boendemiljö.

Studien har också potential att bidra med planeringsunderlag för framtida stadsbebyggelse och busslinjedragning, samt ger underlag för beräkningsmodeller av lågfrekvent buller, vilket helt saknas idag.

## Inledning

Längs busslinje 60 i Göteborg är området till delar mycket kuperat och många hus är belägna nära gatan som trafikeras av bussarna. I dessa områden har busstrafik varit en betydande orsak till lågfrekvent buller inomhus. Lågfrekvent buller omfattar frekvensområdet 20 till 200 Hz (Persson Waye, 1995). Folkhälsomyndigheten i Sverige har sedan 1996 haft rekommenderade värden för bedömning av störning och annan hälsopåverkan av lågfrekvent buller i den allmänna miljön (FoHMFS 2014:13). Tidigare enstaka mätningar som utförts av miljökontoret i Göteborg tyder på att lågfrekvent buller i lägenheter längs med busslinje 60 kan överskrida dessa rekommendationer, varför det finns risk för störning. Kunskapsläget om störning och hälsopåverkan av lågfrekvent buller har på uppdrag av nationella myndigheter (Folkhälsomyndigheten, Trafikverket, Naturvårdsverket och Boverket) uppdaterats och redovisas i Persson Waye et al. (2017). Genomgången visade att mer kunskap fordras av hälsopåverkan och hur man skall mäta och predicera lågfrekvent buller för varierande och transient buller som lågfrekventa fordonspassager. Såväl hälsopåverkan som mätmetod bör studeras ytterligare i syfte ta fram bättre underlag av samband mellan lågfrekvent buller och människors respons. Sådana samband kan även bidra till säkrare dos respons samband mellan störning och hälsopåverkan samt lågfrekventa ljud, vilket ur såväl samhälls- som forskningsperspektiv är mycket angeläget.

Eldrivna bussar har en betydligt lägre ljudnivå från motorsystemet och ger inte lika mycket lågfrekvent buller som diesel eller gasdrivna fordon. Fram till slutet av 2019 har kollektivtrafiken på linje 60 opererats med hybridbussar. De är eldrivna endast vid start och stopp samt de första tio metrarna efter start, efter vilket de drivs med vanlig motor. Inom Västra Götaland drivs projektet ElectricCity, som undersöker förutsättningar för en miljömässigt hållbar och attraktiv kollektivtrafik i samverkan mellan industri, forskning och samhälle. Som en del av detta projekt påbörjades i slutet av 2019 införandet av helelektrifierade bussar på linje 60. Denna förändring av kollektivtrafiken som skedde från hybridbussar till en helelektrifierad kollektivtrafiklinje gav oss en unik möjlighet att studera hur en elektrifierad kollektivtrafik kan påverka boendemiljön generellt med avseende på de boendes upplevelse av luftmiljön, trafiksäkerhet och vibrationer, samt specifikt hur bullerexponeringen påverkas och hur en förändrad bullerexponering påverkar störning och hälsa bland de boende. Vi förväntar oss att elektrifierade bussar ger upphov till lägre ljudnivåer framförallt i de låga frekvenserna samt att detta resulterar i minskad bullerstörning, bättre återhämtning genom sömn och på sikt bättre hälsa.

## Förstudie

En förstudie genomfördes mellan 2018-11-01 och 2019-02-30. Finansiärer var Västra Götalandsregionen (VGR), Dnr KTN 2018-00132-9. I förstudien undersöktes förutsättningarna för att genomföra en interventionsstudie som syftar till att utvärdera eventuell hälsopåverkan av införande av elektrifierad busstrafik, särskilt med avseende på hur buller och särskilt lågfrekvent buller från busstrafiken förväntades förändras.

Målsättningen med förstudien var att identifiera omfattningen av antalet mätplatser och den mättid som skulle krävas för att fastställa bullernivåerna i de olika byggnadstyper som förekommer. Vidare behövde mätplatserna undersökas i förhållande till topografi och busslinjens hållplatser. Förstudien ämnade också undersöka var mätningarna behövde utföras

(inomhus och utomhus), hur de skulle utföras (automatiserade eller övervakade), samt i vilken omfattning det skulle ske. Studien utgjorde också underlag för beslut om hur människors hälsopåverkan bäst skulle studeras i en större interventionsstudie. Ett möjligt alternativ som utvärderades var epidemiologiska undersökningar av en större population, där boende kring linje 60 skulle få besvara en enkät före och efter förändringen av busstrafiken, och jämföras med motsvarande grupp där ingen förändring sker. Vidare utvärderades möjligheten att komplettera den epidemiologiska undersökningen med panelundersökningar bland ett mindre antal boende längs med linje 60. Det senare alternativet bedömdes dock inte vara realistiskt ur ett kostnads- och tidsperspektiv.

Förstudien mynnade ut i en realistisk tidsplan, ansvarsplan och kostnadsplan, vilka legat till grund för ansökan till huvudstudien.

## Huvudstudie

### Syfte

Att studera hur införandet av elektrifierad kollektivtrafik påverkar de boende och boendemiljö, främst med avseende på bullerexponering och de boendes bullerstörning, sömn och hälsa.

### Studiedesign

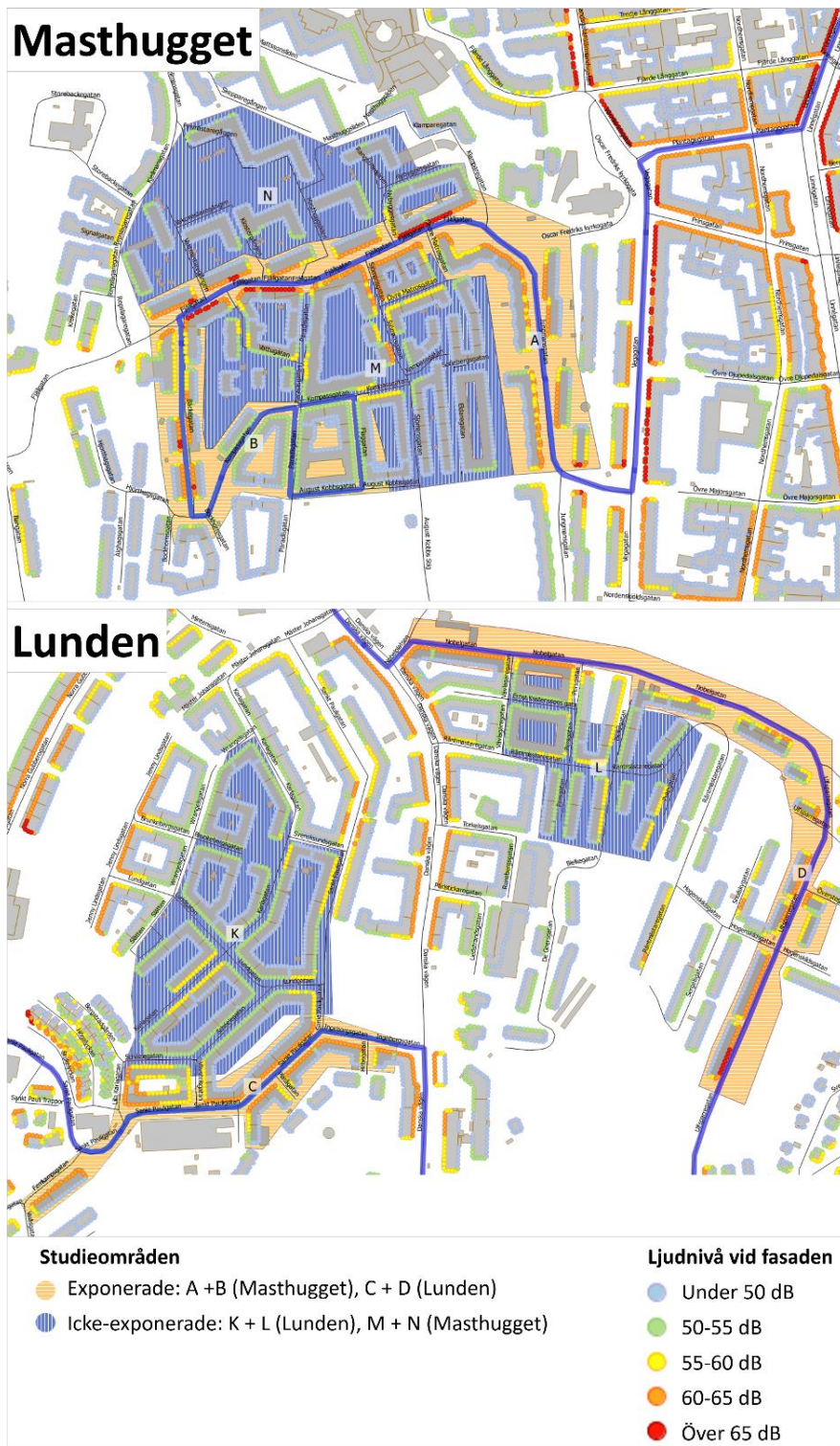
Studien genomförs som en interventionsstudie där en förändring görs av kollektivtrafikens fordonsflotta i interventionsområdet och motsvarande förändringar inte görs i referensområdet. Vi genomförde en enkätundersökning samt ljudnivåmätningar före (fas I) respektive efter (fas II) det att förändringen genomfördes. Beräkningar av bullernivåer har gjorts vid olika tidpunkter av trafiken.

### Studieområden

Med hjälp av förstudien bestämdes vilka områden som skulle inkluderas i huvudstudien. Dessa studieområden är Masthugget och Lunden. Valet av områden som ska studeras baserades på besök på plats och en beräkning av statistisk styrka (powerberäkning, se nästa avsnitt).

En karta över exponerade fastigheter och antalet hushåll togs fram i förstudien. Kartan visar att exponeringen för annan trafik kan komma att variera i de olika områdena, varför beräkningar av bullerbelastningen gör av enbart busstrafik samt busstrafik inklusive annan trafik.

I bostadsområden som anges som "exponerade zoner" i figur 1 (orange färg) är husens fasader i direkt anslutning till gatan som bussen kör på längs med linje 60. I figurerna anges även zonerna för referenspopulationerna, vilka betecknas som "icke-exponerade" i figur 1 (lila färg). I figur 1 visas även uppskattade bullernivåer för bostäderna i de "exponerade" zonerna och "icke-exponerade" zonerna. Nivåerna illustreras med färgmarkeringar utmed fasaderna på bostäderna i området, från lägsta nivå under 50 dB (blå) till högsta nivå över 65 dB (röd).



Figur 1. Undersökningsområden Lunden och Masthugget, med uppskattade ljudnivåer för de exponerade zonerna och "icke exponerade" zoner. Dessa zoner ligger till grund för urval av interventionspopulation och referenspopulation.

## Powerberäkning

För att beräkna hur många individer från interventions- respektive referenspopulationen (exponerade och "icke-exponerade") som måste inkluderas i studiepopulationen för att kunna dra statistiskt pålitliga slutsatser från enkätundersökningen gjordes en så kallad

powerberäkning. Beräkningen baserades på ljudnivåmätningar av C-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå inomhus och dos-responskurva utifrån Persson Waye, Smith, och Ögren (2017). Utifrån dos-responskurvan skattades en förväntad förändring av störning för en skattad C-vägd minskning av ljudnivån, varpå vi beräknade hur många personer som behövde ingå för att uppnå en sådan förändring som skulle vara statistiskt säkerställd. Dessutom gjordes en stratifierad design för powerberäkningen, uppdelat utifrån tre olika hustyper med olika fasad: trä, plåt och tegelfasad. Populationsstorlek beräknades för att detektera en effektskillnad i störningsgrad från 9,9 % (före) till 5,6 % (efter), och med en power på 80 % för att detektera denna effektskillnad. Beräkningen tar hänsyn till en förväntad svarsfrekvens i fas I på 40 %, och ett efterföljande bortfall på 15 % av de svarande till fas II. Utifrån powerberäkningen bjöds nära 4000 forskningspersoner in för att delta i enkätundersökningen.

## Studiepopulation

Forskningspersonerna i **interventionspopulationen** (exponerad grupp) var bosatta i områden som påverkades av introduceringen av elektrifierade bussar, och som enligt preliminära bullerberäkningar var utsatt för buller från busslinje 60. **Referenspopulationen** ("icke-exponerad" grupp) bodde i samma geografiska områden, men i bostäder som inte bedömdes påverkas av interventionen och förväntades således inte påverkas av eventuell förändring i bullerexponering (se avsnitt Studieområde, och figur 1).

För att undersöka störning, sömn och hälsa skickades enkäter till de båda studiepopulationerna. Deltagare identifierades genom ett utdrag från Navet (Skatteverket) baserat på postnummer och delades sedan in i de olika studiepopulationerna utifrån specifika gatuadresser. Utifrån hushållets samtliga medlemmar mellan 18–80 år har två boende per hushåll valts ut för att motta en enkät.

Av de som kontaktades i fas I och fas II uteslöts de bostädda på sin adress i mindre än 1 år samt de för vilka det saknades data på hur länge de bostädda på sin nuvarande adress.

## Enkät

En enkät med titeln "Att bo i en stad - Om bussar och annan trafik", utformades utifrån de aktuella frågeställningarna, samt utifrån tidigare erfarenheter av utformande av enkäter, såväl för lågfrekventa ljud (Persson Waye & Agge, 2004) som transportbuller (MacLachlan et al., 2018). I fas I var de aktuella frågeställningarna hur mycket de boende märkte buller och vibrationer från bussar och annan trafik, hur mycket de stördes av buller, vibrationer samt lågfrekvent buller från bussar respektive annan trafik, samt hur mycket de stördes av avgaser från bussar respektive annan trafik. Sömnstörning efterfrågades på motsvarande sätt vad gällde buller, lågfrekvent buller, vibrationer samt avgaser från bussar respektive av annan trafik. Vidare ställdes frågor om hälsa i övrigt. I fas II frågades samma frågor för att avgöra om förändring av busstrafiken påverkade hur man märkte, stördes eller sömnstördes samt om hälsan i övrigt påverkades. I fas II ställde vi dessutom frågor om förväntan på ljudmiljö, luftmiljö, vibrationer och trafiksäkerhet efter elektrifieringen av busslinjen, dessa frågor ställdes enbart till interventionspopulationen. Vidare ställde vi i fas II frågor om hur Covid-19 hade påverkat deltagarna vad gällde oro för ekonomi, egen och familjs hälsa och sömn, samt deltagarnas tilltro till att samhället skulle kunna bli mer klimatvänligt efter pandemin. Faktorer som kan vara av betydelse för hälsa, som socioekonomi, rökvanor, liksom exponeringsfaktorer utöver ljudnivå (boendetid, tillgång till tysta rum), samt ålder och kön,

efterfrågades också för att kunna ta hänsyn till dem i de statistiska analyserna (justering för så kallade störfaktorer).

Enkäten som skickades ut i fas I och tilläggsfrågor som ingick i fas II återges i sin helhet i bilaga 1.

### **Utskick**

Enkäten sändes ut i juni 2019 med brev, där det även gavs möjlighet för deltagare att besvara enkäten elektroniskt via en webblänk. Om inget svar registrerats efter två veckor skickades en påminnelse ut i slutet av augusti 2019 med en ny postal enkät och webblänk. Samtliga utskick innehöll ett frankerat svarskuvert för deltagare att återsända sina svar i. Ytterligare en påminnelse i form av ett vykort skickades ut i mitten av september 2019. För fas II tillämpades samma metodik, och utskick och påminnelser skedde under samma månader som i fas I.

## **Ljudnivåmätningar och bullerexponeringsberäkningar**

Beräkningar av trafikbullernivåer och mätningar av ljudnivåer inomhus har utförts av RISE. Ljudnivåmätningarna beskrivs utförligt i Dag Glebe et al. (2021) samt Parra och Glebe (2021). Beräkningar av bullernivåer har gjorts för varje adress, och det beräknade värdet motsvarar en skattning av ett årsmedeldygn. Oftast beräknas värdet i A-vägd ekvivalent nivå som tar mycket liten hänsyn till de låga frekvenserna i bullret. Vidare motsvarar beräkningarna vanligen den samlade trafiken, varför en förändring av enbart busstrafiken kommer ha en mycket liten inverkan på den A-vägd ekvivalenta nivån, särskilt eftersom vi förväntar oss en minskning av de låga frekvenserna. Vi har därför beräknat bullerexponeringen utifrån både kända och etablerade metoder som utgår från den samlade trafiken och dels utifrån en modell som ger särskild information om de låga frekvenserna. För att erhålla mer specifik kunskap om de boendes exponering inomhus har ljudnivåmätningar skett i ett antal lägenheter under fas I och fas II. Dessa mätningar ger en mycket god information om den lågfrekventa ljudexponeringen för de aktuella lägenheterna, men då flera faktorer kan påverka den resulterande ljudnivån inne i olika lägenheterna, som varierande ljudemission från bussarna (på grund av vägens lutning och acceleration), olika dämpning av lägenhetens fönster och fasad, samt varierande förstärkning av ljudet beroende på olika rumsvolym, får mätningarna ses som en indikation på inomhusnivåer och ljudspektra för olika fasadtyper i området.

### **Beräkningar av bullerexponering**

Bullerexponeringen beräknades med kända och validerade metoder (Jonasson & Storeheier, 2001; Naturvårdsverket, 1996). Översiktliga beräkningar av det totala trafikbullret i området beräknas av Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, och är baserade på den nordiska metoden reviderad 1996 (Naturvårdsverket, 1996). Beräkningarna utgår från trafikflöden, andel tunga fordon, väglutning och skärmning av terräng och byggnader för att beräkna den dygnsekvivalenta nivån vid fasaden. Förfinade beräkningar har genomförts i frekvensband med den nyare metoden Nord 2000 (Jonasson & Storeheier, 2001). Beräkningar utfördes med SoundPLAN version 8.2 (2021/07/01) - 64 bit. Som underlag för beräkningarna användes en digital modell och beräkningar av trafikflöden från Göteborgs stad (Krslak B. Miljöförvaltningen Göteborgs stad, 2021). Trafikdata baserades på Nordiska beräkningsmodellen reviderad 1996; (Naturvårdsverket, 1996) och inkluderade andelen tunga fordon, väglutning och skärmning av terräng och byggnader för att möjliggöra beräkningar av den dygnsekvivalenta nivån vid fasaden.

Modellen från Göteborgs stad inkluderade bussar inom linje 60 som en del av den tunga trafiken. Dess frekvensspektrum var beräknat utifrån den nordiska beräkningsmodellen (1996), och innehåller inte ljuddata under 500 Hz, och kunde därför inte användas som data för analysen av lågfrekvent buller från trafikällor.

## Särskilda beräkningar av busstrafikens bidrag för linje 60

Med syfte att utvärdera en eventuell lågfrekvent skillnad i ljudnivåer före och efter elektrifieringen av bussar, togs trafikmängden (antalet bussar per timme) bort från in-datan från Göteborg stad. Busslinjerna modellerades istället som en linjekälla och utvärderades med modell Nord 2000 (Johansson & Storeheier, 2001). Beräkningar gjordes av det lågfrekventa bidraget i tersbandsnivåer från 16 Hz till och med 500 Hz.

Ljudtrycksnivåer i frekvensbanden 16 Hz till 16 kHz som utgjorde indata till beräkningen erhöles från Volvo Bussar (Andmarsjö, M. Volvo Bus Corporation Volvo, 2021). Data från såväl hybridbuss som elektrifierade buss härrörde från uppmätta värden enligt standard ECE R51.03 (2016). Modellen för den uppmätta hybridbussen var Volvo 7900 S-Charge, 12 m lång, medan modellen för den elektrifierade bussen Volvo 7900 Electric, 12 m lång. Uppgift om det vanligen förekommande antalet bussar per timma under dygnet erhöles från Västrafik Göteborgs kollektivtrafik. I de fall då bussar trafikerar i gatans båda riktningar, uppskattades antalet passager för bussar på linje 60 till 12,8 per timma. Vid trafikering i en riktning uppskattades antalet till 6,4 per timma.

Den tillåtna hastigheten i de uppmätta områdena är 50 km/h. För att kompensera för trafik och stopp vid busshållplatser gjordes dock beräkningarna med spektra för hybrid- och elbussar vid en hastighet av 40 km/h. Ljudeffektnivån användes som indata till mjukvaran SoundPLAN för beräkning av de relevanta ljudtrycksnivåerna vid varje passage vid 40 km/h.

Två scenarier har modellerats. Båda innehåller samma höjdkurvor, huskroppar, samt linjekällan som representerar busslinje 60. Första modellen innehåller all trafikmängd (lätt- och tung trafik) med in-data från Göteborg stad, och har använts för att evaluera påverkan av elektrifiering av busslinjen i A-vägd årsmedeldygnsekvivalenta ljudnivåer mot fasaden  $L_{A,eq,24h}$ . Andra modellen innehåller endast linjekällorna som representerar busslinje 60. Det har använts för att detaljstudera A-vägd årsmedeldygnsljudtrycksnivå mot fasader inom det specifika frekvensområdet 16 Hz-16 kHz. Båda scenarier har beräknats med hybrid eller med helelektriska bussar.

## Inomhusmätningar av ljudnivåer

Inga existerande standardiserade mätmetoder är direkt applicerbara för den aktuella studien, där vi avser att studera inverkan av intermittent trafikbuller med huvudfokus på lågfrekvens buller. Därför har metoden i detta projekt använt valda delar av följande: Nordtest (2002b), SS-EN ISO 16283-3 (SIS, 2016), Folkhälsometoden (Larsson & Simmons, 2015) samt hörnpositionsmetoden (Møller & Persson Waye, 2008). Huvudsakligen följs Nordtestmetoden avseende val av mätförhållanden, trafikräkning, placering av utomhusmikrofon och bakgrunds nivå. Då huvudfokus för projektet är lågfrekvent buller kompletteras denna metod med mätningar i hörnpositioner enligt hörnmetoden (Møller & Persson Waye, 2008). Eftersom den intressanta ljudkällan är fordonspassager innebär det att den är tidsvarierande. För att kunna separera mellan variationen mellan enskilda fordonspassager och variationen i ljudtrycksnivå i rummet valdes en mångkanalig mätning, där rummets samtliga hörn mättes samtidigt, där detta var möjligt. Avståndet till hörnen valdes till ca 20 cm, som en kompromiss mellan metoderna. Hörnpositionen för rumsmedelvärdesbildningen valdes enligt lågfrekvensmetoden i SS-EN ISO 16283-3 (SIS, 2016), dvs. det högsta värdet i varje enskilt

tersband valdes ut. Det innebär att olika hörnpositioner har använts vid olika frekvenser. Ytterligare två mikrofonpositioner i rummets centrala delar på olika höjder mellan 1 – 1,5 m valdes för rumsmedelvärdesbildningen i enlighet med Larsson och Simmons (2015) och SS-EN ISO 16283–3 (SIS, 2016). Samma metod användes i samtliga rum som mättes oberoende av rummets volym.

### ***Utomhusmätning***

I samband med inomhusmätningarna monterades även en mikrofon på fasadens utsida genom att tejpa fast den på fönsterglasat, för att mäta utomhusnivåerna och kunna bestämma fasadisoleringen med trafiken som bullerkälla i enlighet med SS-EN ISO 16283–3 (SIS, 2016). Monteringens motsvarar ”+6dB” montering enligt NT ACOU 039 (Nordtest, 2002a).

Mätningarna genomfördes i tersband mellan 5 Hz och 10 000 Hz för att med säkerhet täcka in det intressanta frekvensområdet. Samtidigt spelades ljudsignalerna in för att kunna göra ytterligare analyser i efterhand vid behov. Mätningarna genomfördes för minst 10 busspassager utanför byggnaden vid varje mätplats. Samma totala mättid användes i de exponerade områdena och referensområdena. Ekvivalentnivåer för hela perioden både linjärt, A-vägt och C-vägt mättes för hela perioden, samt linjär, A-vägd och C-vägd ljudexponeringsnivå normaliserad till 1 sekund för samtliga enskilda passager. Ekvivalentnivån för enskilda passager ger en bättre skattning av fasadens ljudisolering då bullret från bussarna dominerar och analysen då blir mindre påverkad av bakgrunds-nivån. Samtidigt får man också en skattning av variationen mellan fordonspassagera. Ljudnivåer för enskilda passager bestämdes enbart för de exponerade fallen.

### ***Urval av mätplatser***

En hypotes om att inomhusnivåerna av lågfrekvent buller påverkades av fasadens konstruktion låg till grund för att tre olika kategorier av fasadkonstruktioner valdes ut i respektive delområde; lätta träkonstruktioner, plåtfasader samt tunga stenfaser. I den enkät som skickades ut till boende i inledningen av projektet kunde de svarande anmäla intresse för att tillåta mätningar i sina bostäder. Urvalet av mätplatser bland de som svarade gjordes utifrån fasadkonstruktion, tillgänglighet under mätperioden samt fördelning mellan interventionspopulation och referenspopulation. I vissa fall genomfördes mätningar i flera rum eller lägenheter på olika våningsplan på samma adress.

Mätningar för referenspopulation valdes bostäder inom samma boendeområde som de direkt exponerade för att få så lika förutsättningar som möjligt, men med den skillnaden att lägenheterna var placerade i skärmade lägen utan direkt siktlinje till vägen som trafikerades av bussarna.

I tabell 1 redovisas översiktligt urvalet av mätplatser. Sammantaget gjordes bland interventionspopulationen 10 mätningar i fas I och lika många i fas II. Bland referenspopulationen gjordes fyra mätningar i fas I och fem mätningar i fas II.



Tabell 1. Översikt över mätningar i referenspopulationen

Masthugget	Fasadtyp	Volym [m <sup>3</sup> ]	Fönstertyp	Våning	Mätningar
<b>Eldaregatan</b>	Lätt/trä	58,9	2-glas	-	Fas 1
<b>Eldaregatan</b>	Lätt/trä		2-glas	-	Fas 2
<b>Rangströmsliden</b>	Betong/tegel	26,7	2-glas	2	Fas 1 och 2
<b>Vaktmästargången</b>	Plåt	30,7	2-glas	-	Fas 1 och 2
Lunden					
<b>Karlagatan</b>	Lätt/trä	30,5	3-glas	-	Fas 1
<b>Karlagatan</b>	Lätt/trä	48,5	3-glas	-	Fas 2
<b>Scheelegatan</b>	Betong/tegel	26,7	2-glas	-	Fas 1 och 2

Tabell 2. Översikt över mätningar inom interventionspopulationen

Masthugget	Fasadtyp	Volym [m <sup>3</sup> ]	Fönstertyp	Våning	Mätning
<b>Bäckegatan</b>	Lätt/trä	33,5	2-glas	1	Fas I och II
<b>Bäckegatan</b>	Lätt/trä	40,9	2-glas	3	Fas I och II
<b>Jungmansgatan</b>	Betong/tegel	60,7	3-glas	8	Fas I
<b>Jungmansgatan</b>	Betong/tegel	80,5	3-glas	8	Fas II
<b>Klostergången</b>	Plåt	29,9	2-glas	-	Fas I och II
<b>Vaktmästargången</b>	Betong/tegel	25,6	2-glas	2	Fas I och II
Lunden					
<b>Nobelgatan</b>	Plåt	29,1	3-glas	-	Fas I
<b>Nobelgatan</b>	Plåt	41,3	3-glas	-	Fas II
<b>Nobelgatan</b>	Plåt	44,0	3-glas	3	Fas I och II
<b>Nobelgatan</b>	Betong/tegel	43,6	3-glas	1	Fas I
<b>Nobelgatan</b>	Betong/tegel	28,5	3-glas	-	Fas II
<b>Ulfsparrgatan</b>	Betong/tegel	25,3	3-glas	-	Fas I och II
<b>Ulfsparrgatan</b>	Betong/tegel	25,3	3-glas	5	Fas I och II

### **Etik och Dataskydd**

Projektet har genomgått etikprövning och godkänts (Dnr 2019-02460).

All hantering av personuppgifter görs i enlighet med Dataskyddsförordningen (GDPR) och etikansökan (Dnr 2019-02460).

### **Statistisk behandling av data**

Frågan om att märka ljud eller vibrationer besvarades på en 6-gradig skala där 1 = "aldrig/sällan", och 6 = "varje dag". För den statistiska analysen dikotomerades svaren, respondenter som svarade 5 eller 6 klassificerades som mycket ofta.

Frågan om störning var utformad som en 11-gradig skala där 0 = "störs inte alls" och 10 = "störs oerhört mycket", och det fanns också möjlighet att svara att de inte märkte. För den statistiska analysen dikotomerades svaren, respondenter som svarade 5 till 10 definierades som störda, och vidare definierades de som svarade 8, 9 eller 10 som mycket eller oerhört störda.

Frågan om sömnstörning var utformad som en 5-gradig skala där 1 = "inte alls" och 5 = "oerhört". För den statistiska analysen dikotomerades svaren, respondenter som svarade 3, 4 eller 5 definierades som störda, och vidare definierades de som svarade 4 eller 5 som mycket eller oerhört störda i sin sömn.

Frågan om sömnkvalitet var utformad som en 5-gradig skala där 1 = "aldrig/sällan", och 5 = "varje dag/varje natt". För den statistiska analysen dikotomerades svaren, respondenter som svarade 3, 4 eller 5 definierades som låg sömnkvalitet, och vidare definierades de som svarade 4 eller 5 som mycket låg sömnkvalitet.

Frågan om hälsostatus utformades som en 5-gradig skala där 1 = "aldrig/sällan", och 5 = "varje dag/varje natt". För den statistiska analysen dikotomerades svaren, respondenter som svarade 3, 4 eller 5 definierades som ofta, och vidare definierades de som svarade 4 eller 5 som mycket ofta. För hälsoutfallet "oregelbundna eller skenande hjärtslag" betecknades symptom förekommande en till två gånger i månaden som ofta varför 2, 3, 4, eller 5 definierades som mycket ofta.

Andelen personer som märkte, stördes och stördes i sin sömn beräknades för varje exponeringsgrupp och fas. Riskskillnaden, tillsammans med 95% konfidensintervall, mellan fas II och fas I för varje grupp modellerades med logistisk regression. Den ojusterade modellen justerades bara för ålder och kön, och den justerade modellen justerades för ålder, kön, rökstatus, ägande av bostad, boendetid, tillgång till tyst rum, tillgång till tyst vardagsrum, tillgång till tyst sovrum och hörsel.

Andelen människor med lägre sömnkvalitet eller hälsostatus analyserades med Generalized Estimating Equations. Oddsquoten och 95% konfidensintervall presenterades. Justeringar gjordes av samma variabler som beskrivits ovan.

Sambandet mellan utfallen och bullernivåer analyserades genom Generalized Estimating Equations. Oddsquoten och 95% konfidensintervall presenterades. Oddsquoten i det här fallet står för förändringen av utfallet, när ljudnivån ökar med 1 dB.

Dos-responssambandet mellan bullernivå och utfall av "Mycket och oerhört störda av buller från bussar" och "Mycket störda i sin sömn" illustrerades i grafer. För lågfrekvent energimedelvärde (31,5 Hz -100 Hz) grupperades ljudnivån först i 50 grupper med liknande antal personer i varje grupp och vi redovisar procent som rapporterade utfallet i varje grupp, tillsammans med den genomsnittliga ljudnivån för varje grupp. För årsmedeldygnekivalent ljudnivå LAeq och årsmedeldygnekivalent ljudnivå LAeq, för enbart bussar var detta inte möjligt då ÅMD beräknats som heltal. Antalet som rapporterade svar vid de olika bullernivåerna är således inte lika många inom varje grupp.

Ljudnivåmätningar presenteras i tredjedelsoktavband samt standardosäkerhet. Standardosäkerheten beräknades enligt nedan formel:

$$u_F(L_{\bar{W}}) = 10 \lg \left\{ 1 + \frac{u(\bar{W})}{\bar{W}} \right\}$$

där  $u(W)$  är standardavvikelsen för ljudenergin, vilket delas med det (aritmetiska) medelvärdet  $\bar{W}$  för energin (som  $(W_1+W_2+\dots+W_n)/n$ ) (Taraldsen et al., 2015).

## Resultat

Enkäten besvarades av 1326 deltagare i fas I och 1191 deltagare i fas II. I fas I och II skickades 42 respektive 37 enkäter tillbaka till avsändaren. Den korrigerade svarsfrekvensen var 33,8 i fas I och 36,6 i fas II (tabell 3). Svar där deltagaren flyttat eller var sjuk eller av annan anledning inte kunna svara, räknas som giltiga bortfall, och har tagits bort i analysen från bortfall-giltiga svar. Totalt 96 deltagare exkluderades för att de bott på sin adress mindre än 1 år (fas I = 70, fas II = 26), och 6 uteslöts från fas II för att de flyttat mellan fas I och II. I fas I var det slutgiltiga N-värdet 1256 och i fas II 1159 (tabell 4). Av de svarande var 919 boende i Lunden och 1496 boende i Masthugget.

Tabell 3. Svarsfrekvens fördelat på studiepopulation.

	Population	Skickat totalt	Bortfall från urval	Antal svar	Varav webbsvar	Ej korrigerad svarsfrekvens %	Korrigerad svarsfrekvens %
<b>Fas I</b>	Referens	2104	37	706	26	33,6	34,2
	Intervention	1896	42	620	32	32,7	33,4
	<b>Totalt</b>	<b>4000</b>	<b>79</b>	<b>1326</b>	<b>29</b>	<b>33,2</b>	<b>33,8</b>
<b>Fas II</b>	Referens	1768	36	647	184	36,6	37,4
	Intervention	1565	39	544	191	34,8	35,6
	<b>Totalt</b>	<b>3333</b>	<b>75</b>	<b>1191</b>	<b>375</b>	<b>35,7</b>	<b>36,6</b>

Tabell 4. Svar som exkluderats från urvalet

	Population	Antal svar	Kort boendetid	Flyttat	Totalt
<b>Fas I</b>	Referens	706	26		680
	Intervention	620	44		576
	<b>Totalt</b>	<b>1326</b>	<b>70</b>		<b>1256</b>
<b>Fas II</b>	Referens	647	15	2	630
	Intervention	544	11	4	529
	<b>Totalt</b>	<b>1191</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>1159</b>
<b>Fas I &amp; II</b>	<b>Totalt</b>	<b>2517</b>	<b>96</b>	<b>6</b>	<b>2415</b>

## Demografi

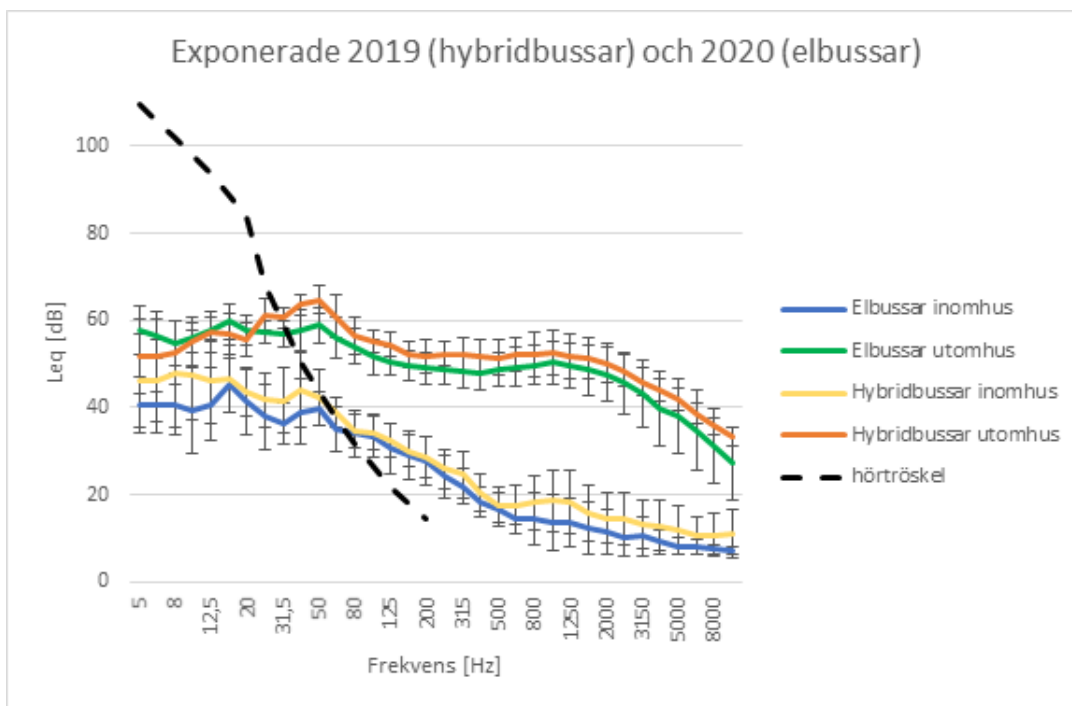
Demografiska uppgifter fördelat över referens- respektive interventionspopulationen summeras i tabell 5. Rapporterade variabler inkluderar genomsnittlig ålder, kön, utbildningsnivå, sysselsättning, hushållets totala månadsinkomst, rökning, tillgång till tyst rum, ägande av bostad, dålig hörsel och boendeår på nuvarande adress.

Tabell 5. Demografiska uppgifter, sammanlagt i fas I och fas II

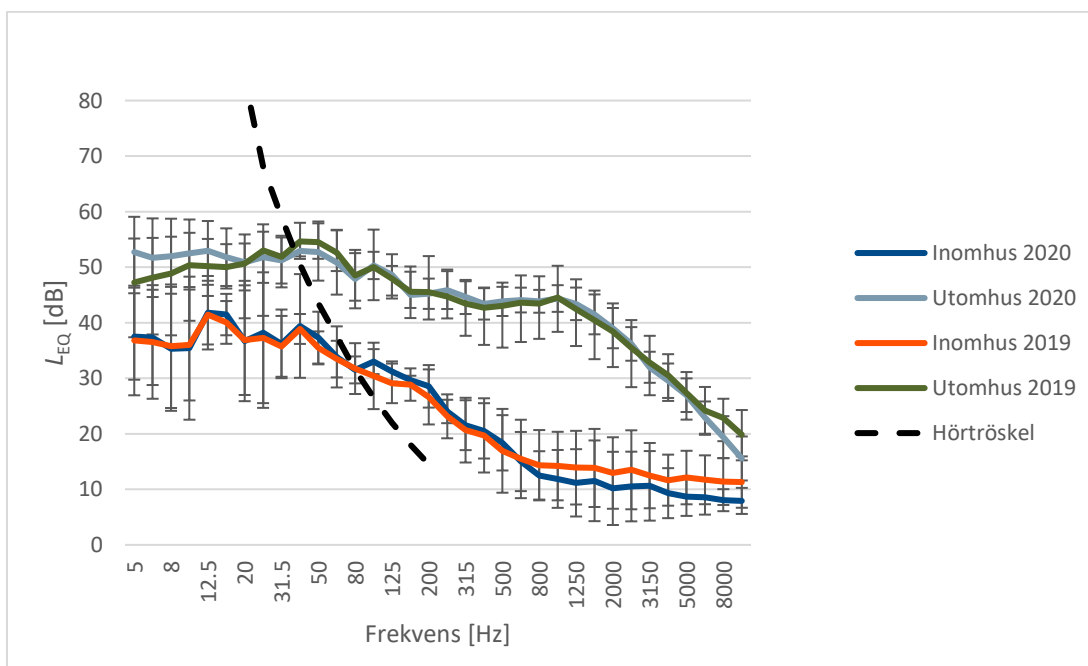
	Referenspopulation		Interventionspopulation	
	M	SD	M	SD
<b>Medel, Standarddeviation (M, SD)</b>				
<b>Ålder</b>	51	17	48	17
<b>Procent, antal (% , N)</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>
<b>Kön</b>				
<i>Kvinna</i>	56	735	58	639
<i>Man</i>	44	575	42	466
<b>Högsta avslutad utbildning</b>				
<i>Ej slutfört/saknar utbildning</i>	0	3	0	2
<i>Grundskola e. dyl.</i>	5	68	7	73
<i>Gymnasium</i>	23	296	21	234
<i>Universitet/högskola</i>	72	939	72	796
<b>Sysstättning</b>				
<i>I arbete</i>	59	745	60	649
<i>Pensionär</i>	26	334	22	240
<i>Sjukpensionerad eller sjukskriven (&gt;3 mån.)</i>	2	23	3	29
<i>Student</i>	5	62	6	64
<i>Föräldraledig/ tjänstledig</i>	3	41	2	23
<i>Arbetsökande</i>	2	26	3	33
<b>Inkomst</b>				
<i>0 – 14 999</i>	6	78	7	80
<i>15 000 – 29 999</i>	19	249	18	201
<i>30 000 – 44 999</i>	25	319	27	293
<i>45 000 – 59 999</i>	17	224	16	177
<i>60 000 =&lt;</i>	27	354	26	288
<b>Rökvanor</b>				
<i>Aldrig rökt</i>	68	889	73	803
<i>Har rökt</i>	14	179	11	120
<i>Röker idag</i>	18	235	16	178
<b>Tillgång till tyst rum</b>				
<i>Har tillgång till något rum</i>	57	753	51	560
<i>Tyst sovrum</i>	35	464	29	317
<i>Tyst vardagsrum</i>	28	368	16	178
<b>Äger bostad</b>	61	793	45	501
<b>Dålig hörsel</b>	7	90	4	42
<b>Boendeår (M, SD)</b>	14	12	11	11

## Mätningar av ljudnivåer inomhus och utomhus

Ljudnivåerna uppmätta i lägenheterna i referens- och interventionsområdena finns i tabell 6a-b. Det framgår att A-vägda ljudnivåer i genomsnitt var ca 2dB lägre i referensområdet, och ca 4 dB lägre i interventionsområdet i fas II eller efter interventionen. C-Vägda nivåer var 4 dB lägre i interventionsområdet medan de var 3 dB högre i referensområdet. Här bör beaktas att antalet uppmätta lägenheter var relativt få i referensområdet vilket gör siffrorna mer osäkra. Av stort intresse var att studera hur ljudtrycksnivåer i frekvensband skiljer sig mellan populationerna. I figur 2a och b nedan redovisas medelvärde och standardosäkerheter av mätningar gjorda under en timmas tid och redovisas i tersbandsnivåer för interventionspopulationen och referenspopulationen i fas I och fas II.

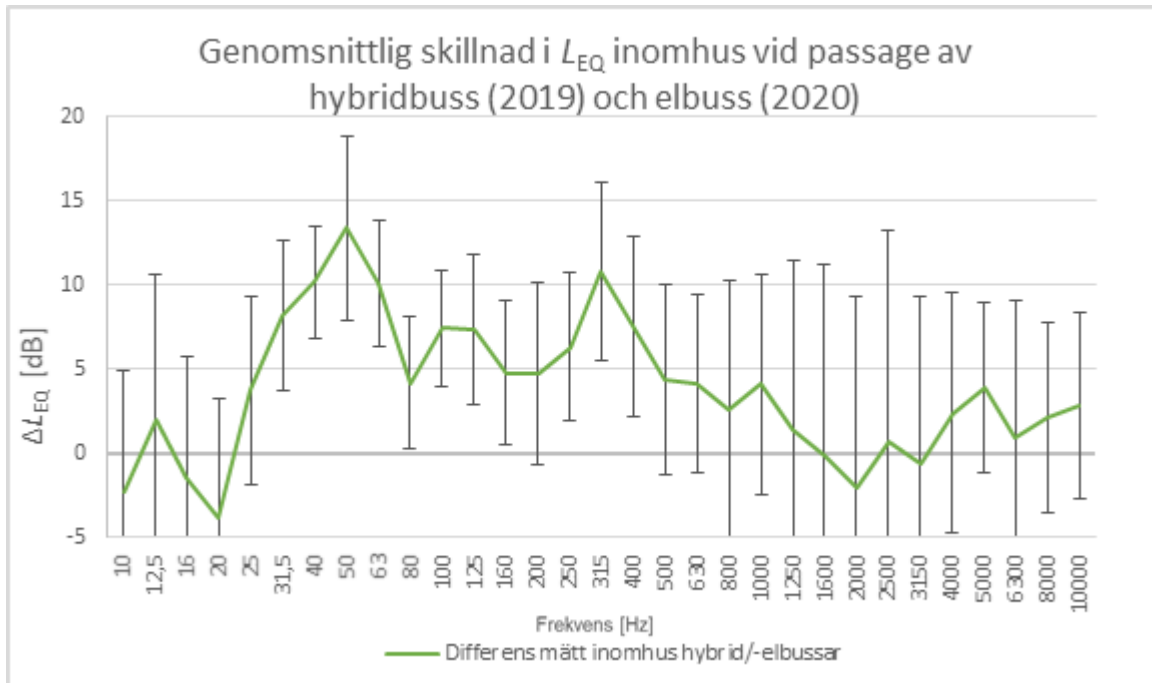


Figur 2a. Medelvärde av ekvivalentnivåer och standardosäkerheter för interventionspopulationen vid mätningar 2019 (motsvarande passager av hybridbussar) och 2020 (motsvarande passager av elbussar). Hörtröskelnivån är inlagd som en streckad linje. (Figur från RISE rapport 2021:75).



Figur 2b. Medelvärde av ekvivalentnivåer och standardosäkerheter för referenspopulationen vid mätningar 2019 (motsvarande passager av hybridbussar) och 2020 (motsvarande passager av elbussar). Hörtröskelnivån är inlagd som en streckad linje. (Figur från RISE rapport 2021:75).

Nedan figur visar ett genomsnittligt frekvensspektrum av inomhusbuller för interventionspopulationen och referenspopulationen. Som framgår återfinns skillnader från 31,5 Hz till 400 Hz, med relativt större skillnader inom frekvensområdet 31,5 Hz till 160 Hz och mellan 200 och 500 Hz.



Figur 3. Genomsnittlig reducering av  $L_{EQ}$  (tersbandsnivåer) samt standardosäkerhet inomhus vid busspassager efter omställning från hybrid- till eldrift, över alla uppmätta lägenheter i interventionspopulationen (Figur från RISE rapport 2021:75).

Tabell 6a. A-vägda och C-vägda ekvivalentnivåer för referensområdet

Masthugget	2019 $L_{Aeq}$ [dB]	2020 $L_{Aeq}$ [dB]	2019 $L_{CEq}$ [dB]	2020 $L_{CEq}$ [dB]
<b>Eldaregatan (1)</b>	23	*	41	*
<b>Eldaregatan (2)</b>	*	25	*	42
<b>Rangströmsliden</b>	25	26	41	45
<b>Vaktmästargången (2)</b>	29	25	45	44
Lunden				
<b>Karlagatan (1)</b>	36	*	52	*
<b>Karlagatan (2)</b>	*	30	*	58
<b>Scheelegatan</b>	31	33	49	48
<b>Energimedel</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>48</b>	<b>52</b>

Tabell 6b. A-vägda och C-vägda ekvivalentnivåer för interventionsområde

Masthugget	2019 $L_{AEQ}$ [dB]	2020 $L_{AEQ}$ [dB]	2019 $L_{CEQ}$ [dB]	2020 $L_{CEQ}$ [dB]
Bäckegatan (1)	32	24	54	42
Bäckegatan (2)	35	32	55	51
Jungmansgatan (1)	31	*	59	*
Jungmansgatan (2)	*	32	*	53
Klostergången	32	26	53	50
Vaktmästargången (1)	30	29	53	53
Lunden				
Nobelgatan (1)	32	*	51	*
Nobelgatan (2)	*	29	*	47
Nobelgatan (3)	32	32	51	49
Nobelgatan (4)	29	*	45	*
Nobelgatan (5)	*	28	*	44
Ulfspärregatan (1)	21	24	41	40
Ulfspärregatan (2)	38	21	45	40
Energimedelvärde	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>53</b>	<b>49</b>

Närmare analyser av ljudtrycksnivåer inomhus av de lågfrekventa tersbanden 40 till och med 80 Hz under busspassager för de olika fasadtyperna redovisas i tabell 6c. Som framgår sjunker den ovägda ekvivalenta ljudnivån ( $L_{eq}$ ) i dessa tersband med mellan 8 och 13 dB, med den största minskningen i hus med träfasad. Motsvarande minskning av den A-vägda ljudnivån blir betydligt mindre, eller mellan 1 dB till 7,7 dB, detta beror på att A-vägd ljudnivå försöker efterlikna örats känslighet för olika frekvenser och därför ”väger ner” de låga frekvenserna. Av tabellen framgår att om vi dock kompenserar för hörtröskelnivån, och redovisar de nivåer som kan uppfattas av en normalhörande person, blir skillnaden mellan 6,6 och 7,5 dB.

Tabell 6c. Ekvivalentnivå  $L_{eq}$  (dB) i tersbanden 40 – 80 Hz vid busspassage

Fasadtyp	Ekvivalentnivå $L_{eq}$ (dB) i tersbanden 40 – 80 Hz vid busspassage				$\Delta L_{Aeq}$ (dB)
	2019	2020	$\Delta L_{eq}$ (dB), 2019–2020		
			Kompenserad för hörtröskel		
Landshövding/trä	61,2	47,7	13,4	7,5	7,7
Betong/tegel	56,1	47,7	8,4	6,6	5,8
Plåt	53,6	44,5	9,1	6,7	1,0
Alla	<b>57,9</b>	<b>47,0</b>	<b>11,0</b>	<b>7,2</b>	<b>4,3</b>

En utvärdering och skattning av fasadisoleringen hos de mätta objekten visade att hybridbusspassager innebar en generellt större lågfrekvent bullerbelastning för hus med träfasader. Dessa fasader tycktes ha en sämre dämpning inom området 40–50 Hz. I övrigt är det svårt att dra långtgående slutsatser om fasad typ på grund av det låga antalet mätningar för respektive fasadtyp.

## De boendes boendemiljö.

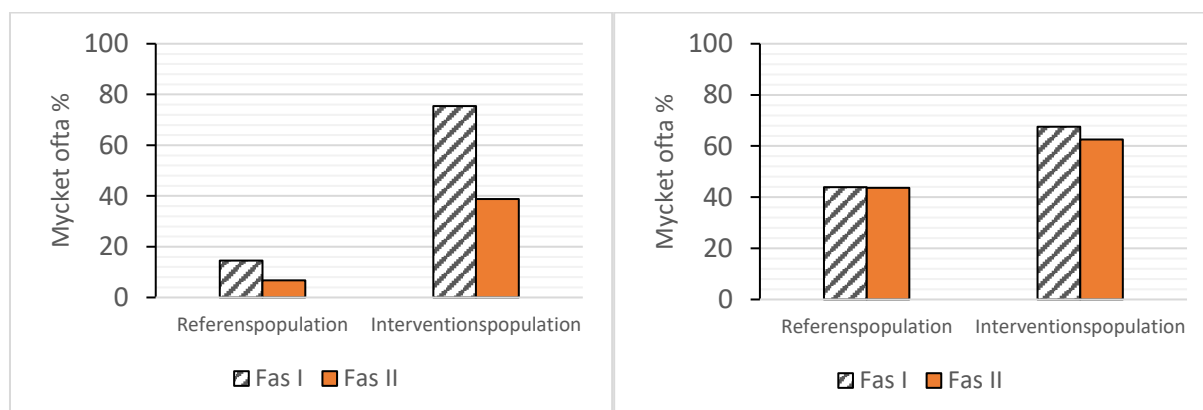
De boende i de undersökta stadsdelarna var överlag nöjda eller mycket nöjda med sin boendemiljö och endast ett fåtal eller 2 till 6 procent var inte särskilt nöjda eller inte nöjda. Vi ser ingen påverkan mellan fas I och fas II. På frågan om vad man värdesätter mest i sin boendemiljö anger många eller 84–89 % närhet till centrum, och nästan lika många nära till grönområden. Det var inga skillnader mellan Interventionspopulation och referenspopulation. Mer än två tredjedelar anger att man känner sig trygg i Lunden och i Masthugget.

Tabell 7. Vad de boende värdesätter i sin boendemiljö

Värdesätter		Fas I (%)	Fas II (%)
		Referens/Intervention	Referens/Intervention
Nära till centrum	Masthugget	89/86	89/89
	Lunden	83/85	86/83
Nära till grönområden	Masthugget	87/87	90/89
	Lunden	75/72	75/81
Känner mig trygg	Masthugget	71/63	69/68
	Lunden	78/65	75/74
Social samvaro	Masthugget	25/28	27/29
	Lunden	15/16	20/13
Tyst inomhus	Masthugget	49/34	48/35
	Lunden	42/42	43/50
Tyst utomhus	Masthugget	37/20	33/18
	Lunden	30/18	29/22
Lägenhetens standard	Masthugget	41/37	43/39
	Lunden	32/42	27/39

## Buller och vibrationer från bussar och vägtrafik

Initialt ställdes frågor om man märkte buller och vibrationer från bussar och annan trafik när man är hemma. Svartsalternativen var aldrig/sällan, minst en gång om året, minst en gång i månaden, minst en gång i veckan, två till tre gånger i veckan eller varje dag. I figur 4 visas andelen som märkte ”två till tre gånger i veckan eller varje dag”, denna andel betraktar vi som mycket ofta.



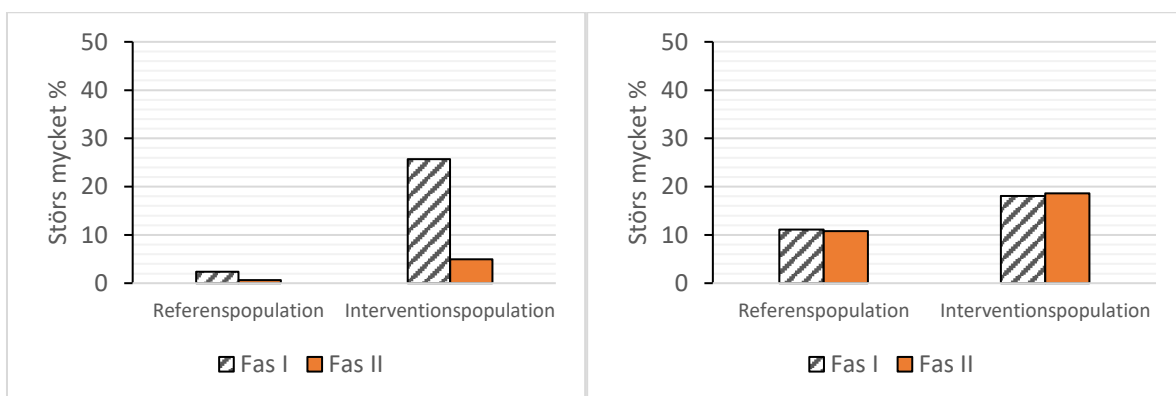
Figur 4. Andel som angett att de **mycket ofta märker** buller från bussar (t.v.) respektive annan trafik (t.h.), fördelat över referens- och interventionspopulation samt fas I och II.



Andelen som märkte buller från bussar mycket ofta, var hög i interventionspopulationen i fas I, men sänktes kraftigt eller med 36 procentenheter från 75% till 39 %. I referenspopulationen var andelen som märkte ofta låg i fas I och sänktes något med 8 procentenheter från 15% till 7 %. Ur metodaspäkt är det intressant att notera att andelen som ofta märkte annan trafik var relativt oförändrad i fas I och fas II för både referenspopulationen och interventionspopulationen.

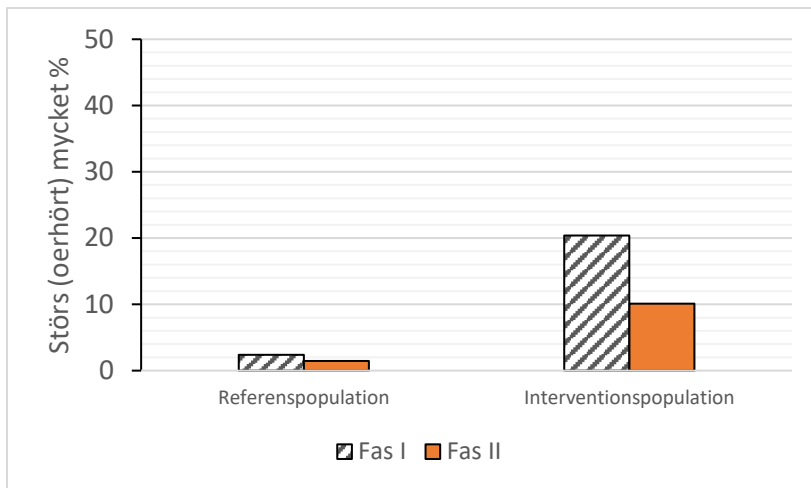
Störning utvärderades med en 11 gradig skala från störs inte alls till (0) till störs oerhört mycket (10). I det följande analyseras andelen störda som avser de som svarat 5 till 10 på skalan och andelen mycket och oerhört mycket störda vilka avser de som svarat 8,9, eller 10 på skalan. Denna uppdelning följer internationella rekommendationer av hur störning skall utvärderas (Fields et al., 2001).

Andelen som stördes mycket och oerhört mycket av buller från bussar var 26 % i Interventionspopulation i fas I och sänktes till 5 % i fas II vilket innebär en sänkning med 21 procentenheter. Som väntat var motsvarande störning låg i referenspopulation och sänktes från 1,5 % till 0,6 %. På motsvarande sätt som för märker ser vi att störning av buller från annan trafik, inte förändras från fas I till fas II.



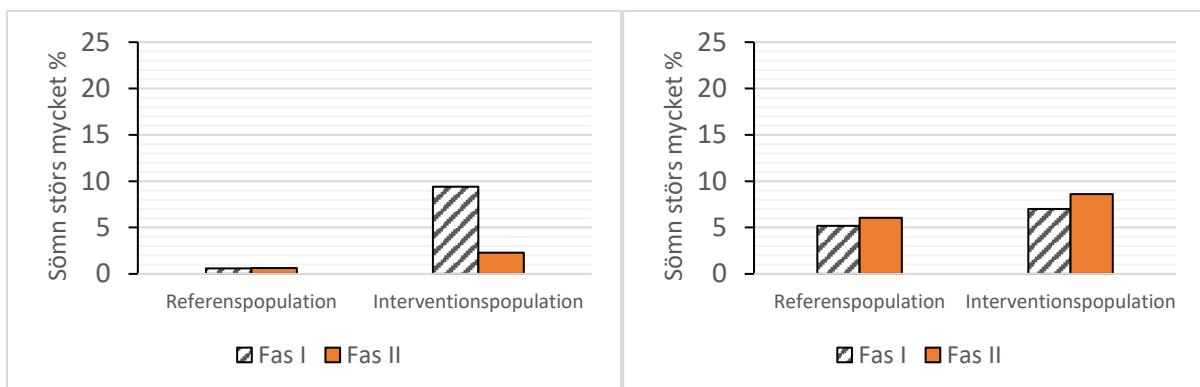
Figur 5. Procent som angett att de **störs mycket av buller från bussar (t.v.)** respektive **annan trafik (t.h.)**, fördelat över referens- och interventionspopulation samt fas I och II

I figur 6 visas motsvarande andel som stördes mycket och oerhört mycket av lågfrekvent buller från bussar. Det framgår att andelen var 20 % i Interventionspopulation fas I och sänktes till 5 % i fas II, vilket innebär en sänkning med 15 procentenheter. Motsvarande störning var låg i referenspopulation och sänktes från 2 % till 0 %.



Figur 6. Andel som angett att de **störs mycket och oerhört mycket** av lågfrekvent buller från bussar, fördelat över studiepopulation och fas I och II

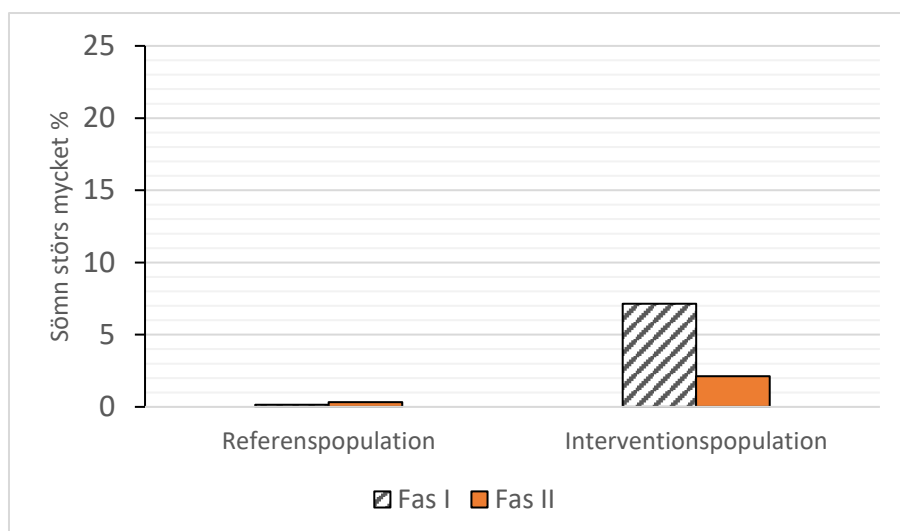
Frågan om störd sömn var ställd på motsvarande sätt som störning, men istället för att ge svarsalternativ från 1–10 använde vi en verbal svarsskala. Detta val motiveras mot bakgrund av resultat i Croy et al. (2017) där det framkom att en verbal svarsskala är att föredra för att utvärdera sömnstörning i epidemiologiska studier. På frågan: ”Om du tänker på de senaste 6 månaderna när du är hemma (med fönster och dörrar stängda) hur mycket störs din sömn av följande ljud?” var svarsalternativen: inte alls, något, ganska mycket, mycket och oerhört. Vi redovisar andelen som störs i sin sömn **mycket och oerhört mycket**, vilket i grafens y-axel redovisas som mycket.



Figur 7. Andel som angett att deras **sömn störs mycket och oerhört mycket** av buller från bussar (t.v.) respektive annan trafik (t.h.), fördelat över studiepopulation och fas I och II

I interventionspopulationen angav i fas I drygt 9 % hög sömnstörning av buller från bussar, och denna andel sänktes med 7 procentenheter till drygt 2 %. I referenspopulationen var andelen sömnstörda av buller som förväntat mycket låg <1 %. Motsvarande sömnstörning för annan trafik påverkades inte mellan fas I och II för någon studiepopulation.

Andelen som stördes av lågfrekvent buller i sin sömn var relativt lika som för allmänt buller eller 7 % och sänktes till 2 % i fas II. I referenspopulationen var andelen mycket låg <1 %.



Figur 8. Andel som angett att deras *sömn störs mycket av lågfrekvent buller från bussar*, fördelat över referens- och interventionspopulationen samt fas I och II

I tabell 8 nedan redovisas den statistiska analysen. De redovisade utfallen baseras på utfall där antalet svarande i varje grupp och fas överstiger 10. Tabell 8 visar att andelen som *märkte buller och vibrationer från bussar* från fas I till fas II var påtagligt och signifikant sänkt i interventionspopulationen, buller från bussar märktes av 35 procentenheter färre och vibrationer märktes av 15 procentenheter färre i fas II. Vidare var andelen som var *mycket eller oerhört störda av buller och lågfrekvent buller från bussar* signifikant sänkta i interventionspopulationen, med 17 respektive 24 procentenheter. Interventionspopulationen var även *mindre störda av avgaser från bussar* samt *vibrationer från bussar*.

Allvarlig sömnstörning av buller från bussar sänktes signifikant i interventionspopulationen, med 6 procentenheter. Vidare var andelen som uppgav störd sömn av vibrationer även signifikant sänkt i fas II.

Även referenspopulationen påverkades positivt om än i mindre omfattning, med en signifikant sänkning av andelen som märkte buller från bussar med 8 procentenheter, och en mindre sänkning av andelen som stördes av buller och lågfrekvent buller från bussar, samt avgaser från bussar om 4 respektive 3 procentenheter vardera för lågfrekvent buller och avgaser. Som förväntat var inget av de utfall som mätte påverkan av övrig trafik som märker, störning eller sömnstörning, signifikant påverkade av intervention i interventionspopulationen eller referenspopulationen.

Tabell 8. Riskskillnad för märker, störning samt sömnstörning för olika miljöfaktorer i relation till population och fas

Utfall	Miljöfaktor	Popula- tion	Fas I %	Fas II %	*Ojusterad riskskillnad Fas I och Fas II %	# Justerad riskskillnad Fas I och Fas II %
Märker ofta	Buller buss	Ref	15	7	-7 (-11, -4)	-8 (-11, -4)
		Interv	75	39	<b>-36 (-42, -31)</b>	<b>-35 (-41 -29)</b>
Märker ofta	Buller övrig trafik	Ref	44	44	1 (-4, 6)	-2 (-7, 4)
		Interv	68	63	-4 (-10, 1)	-5 (-10, 1)
Märker ofta	Vibration buss	Ref	3	1	-1 (-3, 0)	-2 (-3, 0)
		Interv	37	19	<b>-17 (-22, -12)</b>	<b>-15 (-20, -9)</b>
Störd	Buller buss	Ref	5	2	-3 (-5, -1)	-4 (-6, -1)
		Interv	50	17	<b>-32 (-37, -27)</b>	<b>-31 (-36, -26)</b>
Mycket /oerhört störd	Buller buss	Ref	2	1	-2 (-3, 0)	-2 (-3, 0)
		Interv	26	5	<b>-20 (-24, -16)</b>	<b>-17 (-21, -13)</b>
Störd	Lågfrekvent buller buss	Ref	4	2	-2 (-4, -1)	-3 (-5, -1)
		Interv	40	15	<b>-25 (-30, -20)</b>	<b>-24 (-29, -19)</b>
Mycket /oerhört störd	Lågfrekvent buller buss	Ref	2	0	-2 (-3, 0)	-2 (-3, -0)
		Interv	20	5	<b>-15 (-18, -11)</b>	<b>-13 (-16, -9)</b>
Störd	Buller övrig trafik	Ref	28	29	2 (-3, 7)	0 (-5, 5)
		Interv	45	42	-3 (-9, 3)	-3 (-9, 3)
Mycket /oerhört störd	Buller övrig trafik	Ref	11	11	0 (-4, 3)	-1 (-5, 3)
		Interv	18	19	1 (-4, 5)	1 (-4, 5)
Störd	Vibration buss	Ref	1	1	0 (-2, 1)	-1 (-2, 1)
		Interv	28	11	<b>-16 (-20, -11)</b>	<b>-16 (-21, -11)</b>
Störd	Avgaser buss	Ref	4	1	-3 (-4, -1)	-3 (-5, -1)
		Interv	20	5	<b>-15 (-18, -11)</b>	<b>-14 (-19, -10)</b>
Störd	Avgaser övrig trafik	Ref	14	16	2 (-2, 6)	1 (-3, 5)
		Interv	25	26	1 (-4, 6)	1 (-4, 6)
Mycket/ oerhört störd sömn	Buller buss	Ref	1	1	0 (-1, 1)	0 (-1, 1)
		Interv	9	2	<b>-7 (-10, -4)</b>	<b>-6 (-9, -3)</b>
Mycket/ oerhört störd sömn	Buller övrig trafik	Ref	5	6	1 (-1, 4)	1 (-2, 4)
		Interv	7	9	2 (-1, 5)	2 (-1, 5)
Störd sömn	Vibration buss	Ref	0	0	0 (-1, 1)	0 (-1, 1)
		Interv	14	5	<b>-8 (-12, -5)</b>	<b>-7 (-10, -4)</b>

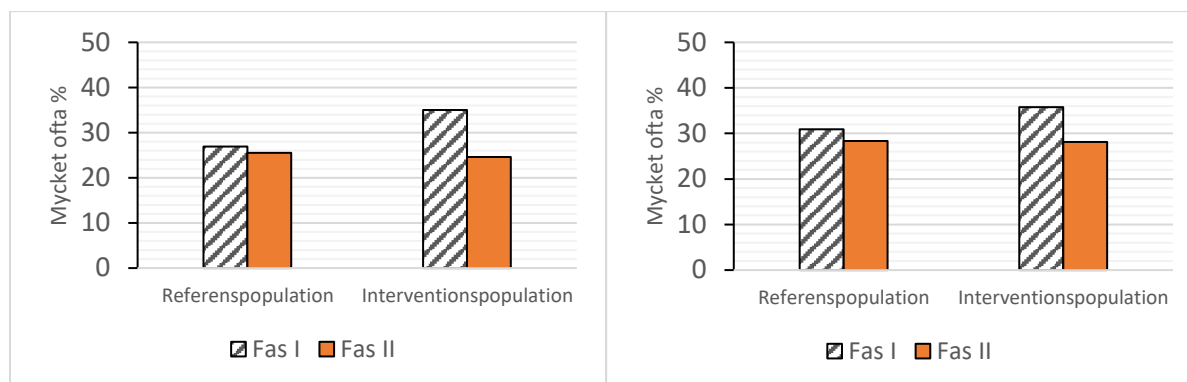
Ref= referens, Interv= intervention. OR = oddsratio eller oddskvot, CI= konfidensintervall

#Riskskillnad justerad för: ålder, kön, antal år bosatt i bostaden, hörsel, ägande av bostad, rökning, tillgång till: något tyst rum, till tyst vardagsrum, till tyst sovrum, \*Ojusterad risk endast justerad för ålder och kön.

Fetstil anger att riskskillnad skiljer sig signifikant mellan intervention och referenspopulation.

## Sömnens återhämtande förmåga

Vi frågade även om sömnens återhämtande förmåga utan att referera till någon yttre störning som buller eller vibrationer. Detta kan ge en mera objektiv bild av hur miljöfaktorer påverkar sömnen.



Figur 9. Andel som var **mycket ofta sömniga under dagtid** (t.v.) och **trötta på morgonen** (t.h.), fördelat över studiepopulation och fas I och II.

I interventionspopulationen var andelen som var mycket ofta (flera gånger per vecka eller varje dag) sömniga dagtid i fas I 35 % och denna andel sänktes till 24 % i fas II. Andelen sömniga dagtid var således i fas II jämförbar med referenspopulationen vars dagsömnighet uppgick till 26–27 % under fas I och fas II. Samma mönster sågs för mycket ofta ”mycket trött på morgonen” där andelen var 36 % i Interventionspopulationen i fas I och sänktes till 28 % i fas II. Referenspopulationen och interventionspopulationen stannar således på samma andel i fas II. I tabell 9 visas utfallet av de statistiska analyserna.

Tabell 9. Analys av sömnutfall i relation till population och fas.

Utfall		Population och Fas	Procent %	#OR	95 % CI	p-värde för interaktion
Ganska dålig/mycket dålig	Sömnkvalitet	Intervention - Fas II	43	0,86	(0,579–1,267)	0,253
		Intervention - Fas I	59	1,11	(0,782–1,585)	
		Referens - Fas II	60	0,96	(0,724–1,287)	
		Referens - Fas I	67	1		
Mycket ofta	Sömnig under dagen	Intervention - Fas II	25	0,79	(0,604–1,043)	0,004
		Intervention - Fas I	35	1,27	(0,987–1,620)	
		Referens - Fas II	26	0,96	(0,781–1,181)	
		Referens - Fas I	27	1		
Mycket ofta	Mycket trött på morgonen	Intervention - Fas II	28	0,77	(0,587–0,996)	0,221
		Intervention - Fas I	36	1,03	(0,808–1,320)	
		Referens - Fas II	28	0,89	(0,721–1,090)	
		Referens - Fas I	31	1		

OR = oddsratio eller oddskvot, CI= konfidensintervall.

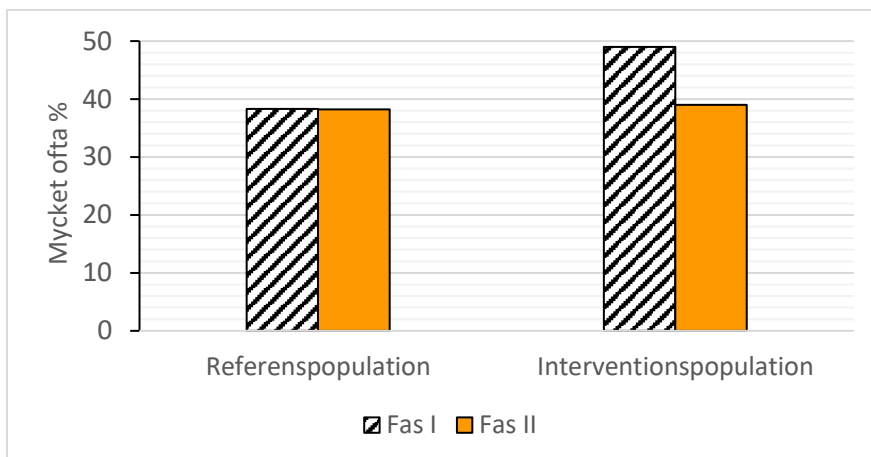
# Justerad för: ålder, kön, antal år bosatt i bostaden, hörsel, ägande av bostad, rökning, tillgång till: något tyst rum, till tyst vardagsrum, till tyst sovrum, \*Ojusterad risk endast justerad för ålder och kön.

Av tabellen ses att oddskvot i interventionspopulationen i fas I, var högre i förhållande till referenspopulationen fas I, och sjönk till lägre värden i fas II. Interaktionen mellan fas och population som visar om förändring mellan fas I och fas II är olika mellan

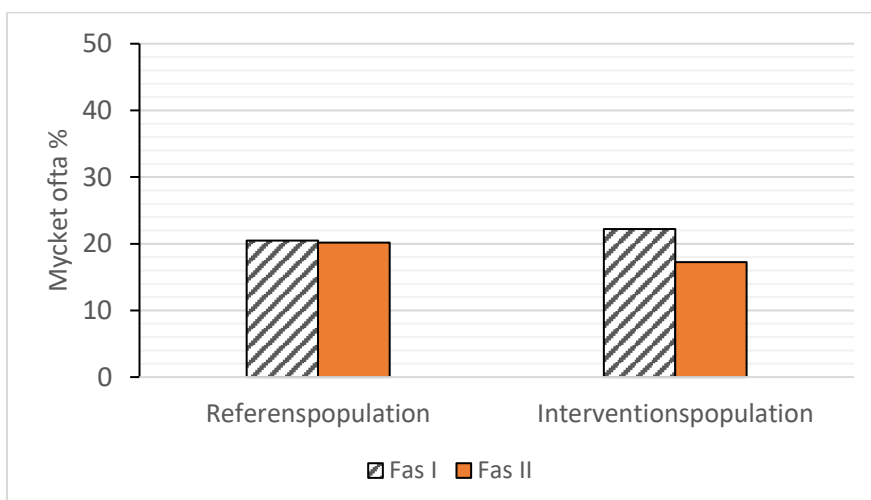
interventionspopulationen och referenspopulationen var dock endast signifikant för utfallet: mycket ofta sömning under dagen. Oddskvoten sänktes från 1,27 till 0,79 för interventionspopulationen (eller från 35 % till 25 % procentenheter).

## Andra hälsoutfall

Av intresse var att utvärdera om något annat hälsoutfall påverkades av interventionen. Hypotesen var att störd sömn och eller långvarig stress orsakad av störning av buller eller vibrationer kunde bidra till symptom som uttröttning (trött och sliten), huvudvärk, obehagskänslor i magen, nedstämdhet samt oregelbunden hjärtrytm, eller skenande hjärtslag. Frågor ställdes med hänvisning till de senaste 6 månaderna och hur ofta man haft något eller några av dessa symptom. Svartalernativ var aldrig /sällan, en till två gånger i månaden, en till två gånger i veckan, tre till fem gånger i veckan, nästan varje dag eller natt. Symptom ”en till två gånger i veckan” eller mera ofta, betecknades som mycket ofta. Vi valde dock att definiera oregelbunden hjärtrytm, eller skenande hjärtslag som mycket ofta om de förekom en till två gånger i månaden eller oftare. I Figur 10. visas andelen som kände sig mycket ofta trötta/utslitna för de olika studiepopulationerna och faserna. Andelen som varit mycket ofta nedstämda visas i Figur 11.



Figur 10. Andel som **mycket ofta känt sig trötta/utslitna**, fördelat över referens- respektive interventionspopulationen samt fas I och II



Figur 11. Andel som varit **nedstämda mycket ofta**, fördelat över referens- respektive interventionspopulationen samt fas I och II

Tabell 10. Översikt över hälsoutfall i relation till population och fas

Symptom (Mycket ofta)	Population och Fas	Procent %	OR #	95 % CI	p-värde för interaktion
Trött /utsliten	Intervention - Fas II	39	0,92	(0,714–1,18)	<b>0,001</b>
	Intervention - Fas I	49	1,37	(1,08–1,73)	
	Referens - Fas II	38	1,06	(0,861–1,31)	
	Referens - Fas I	38	1		
Huvudvärk	Intervention - Fas II	16	1,04	(0,735–1,477)	0,285
	Intervention - Fas I	18,5	1,27	(0,932–1,743)	
	Referens - Fas II	13	1,01	(0,753–1,341)	
	Referens - Fas I	14			
Nedstämd	Intervention - Fas II	17	0,75	(0,550–1,021)	<b>0,048</b>
	Intervention - Fas I	22	0,99	(0,755–1,323)	
	Referens - Fas II	20	0,72	(0,821–1,331)	
	Referens - Fas I	20,5	1		
Obehagskänslor i mage	Intervention - Fas II	16	0,90	(0,643–1,253)	0,231
	Intervention - Fas I	19	0,99	(0,735–1,345)	
	Referens - Fas II	16,5	1,14	(0,857–1,523)	
	Referens - Fas I	17	1		
Oregelbundna eller skenande hjärtslag	Intervention - Fas II	23	1,07	(0,803–1,428)	0,439
	Intervention - Fas I	26	1,18	(0,907–1,541)	
	Referens - Fas II	22	1,02	(0,798–1,29)	
	Referens - Fas I	23	1		

\*Mycket ofta utgörs av en till 1–2 gånger i veckan, 3–5 gånger i veckan eller nästan varje dag eller natt, för samtliga variabler förutom oregelbundna och skenande hjärtslag där mycket ofta även inkluderar 1-2 gånger i månaden. OR = oddsratio eller oddskvot, CI= konfidensintervall.

# justerat för kön, ålder, rökning, hörsel, ägande till bostad, antal år bosatt i bostaden, tillgång till något tyst rum i bostaden, tillgång till tyst vardagsrum, tillgång till tyst sovrum. Effekten av interventionen utvärderas med interaktionen där p-värde anges. Fetstil anger statistisk signifikans

Av tabell 10 framgår att symptomen trött och utsliten samt nedstämd var signifikant påverkade efter interventionen. Oddskvot för trött/utsliten sänktes i större omfattning från fas I till fas II i interventionspopulationen, jämför med motsvarande period för referenspopulationen. På motsvarande sätt ses att oddskvot för nedstämd sänktes i större omfattning från fas I till fas II i interventionspopulationen, jämför med motsvarande period för referenspopulationen, även om denna förändring var mer modest. Övriga symptom kunde inte påvisas påverkas av interventionen.

## Analys av eventuell inverkan av Covid-19-pandemin

Då Covid-19-pandemin inträffade våren 2020, dvs. tidigt inom interventionsperioden, och före vår mätning i fas II, inkluderade vi ett antal frågor som syftade till att utvärdera hur pandemin påverkade de boendes oro för egen ekonomi, oro för egen eller familjs hälsa, de boendes sömn, samt om de trodde att pandemin kunde leda till ett mera klimatvänligt

samhälle. Vidare inkluderade vi en fråga om huvudsaklig sysselsättning vid tidpunkten för svar i fas II och huvudsaklig sysselsättning i januari 2020, dvs. före pandemin fick sitt utbrott i Sverige. Under pandemin fick en hel del verksamheter ekonomiska problem vilket resulterade i permissioner eller arbetslöshet, vilket skulle kunna påverka utfallen.

Vi kunde inte se någon skillnad mellan interventionspopulationen och referenspopulationen i andelen som var permissionerade eller var arbetssökande. Vidare sågs inga skillnader i oro över egen eller familjs hälsa, eller sömn eller på hur man såg på det framtida samhället. Däremot fanns en något större oro över den egna ekonomin i interventionspopulationen (Chi Square test för trend,  $p=0,05$ ). Den större oron över ekonomin visade sig i efterföljande analyser ha negativ betydelse även för flera hälsoutfall. Tolkningen av detta är att vi sannolikt underskattar den positiva förändringen av hälsoutfall efter interventionen i interventionspopulationen, eftersom oron för ekonomin orsakad av pandemin haft en negativ påverkan på flera hälsoutfall inklusive uttrötning och nedstämdhet. För uttrötning var påverkan negativ för båda populationerna medan nedstämdhet påverkades signifikant enbart för interventionspopulationen.

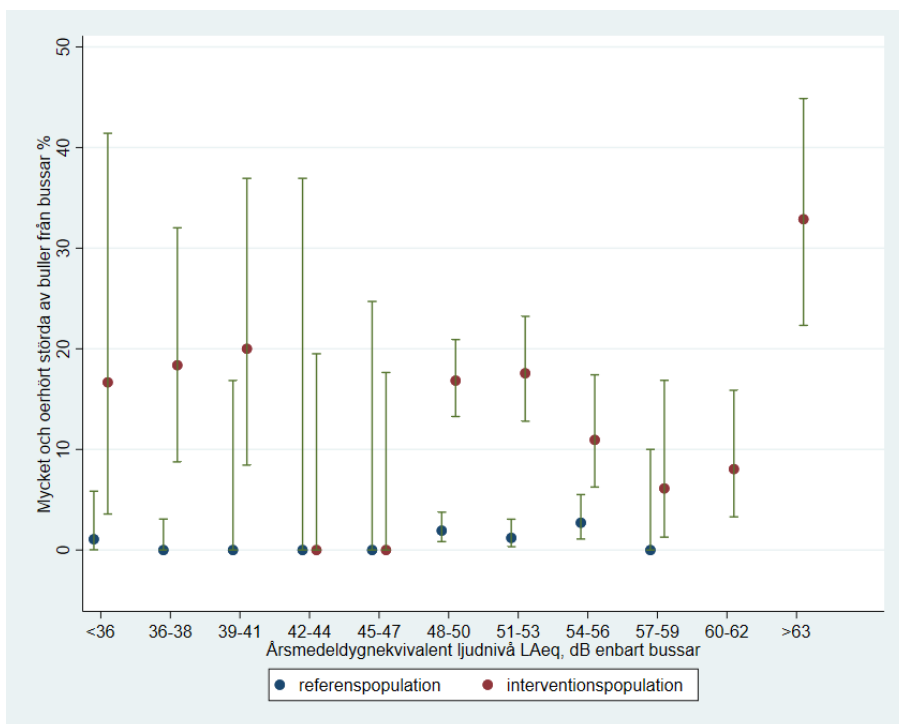
## Dos-respons samband

Samband mellan andelen mycket störda och sömnstörda och beräknade bullernivåer analyserades för årsmedelvärdesdygn med all trafik och för enbart busstrafik samt med en beräkning som tog specifikt fasta på innehållet av de låga frekvenserna i bullret som vi förväntade oss skulle minska i samband med elektrifieringen. Det lågfrekventa bidraget beräknades som ett energimedelvärde av ljudtrycksnivåerna inom frekvensområdet 31,5 Hz och 100 Hz. Frekvensområdet valdes utifrån analyser av skillnader mellan frekvensspektrum från hybridbussar och elektrifierade bussar (Glebe et al., RISE rapport 2021:75).

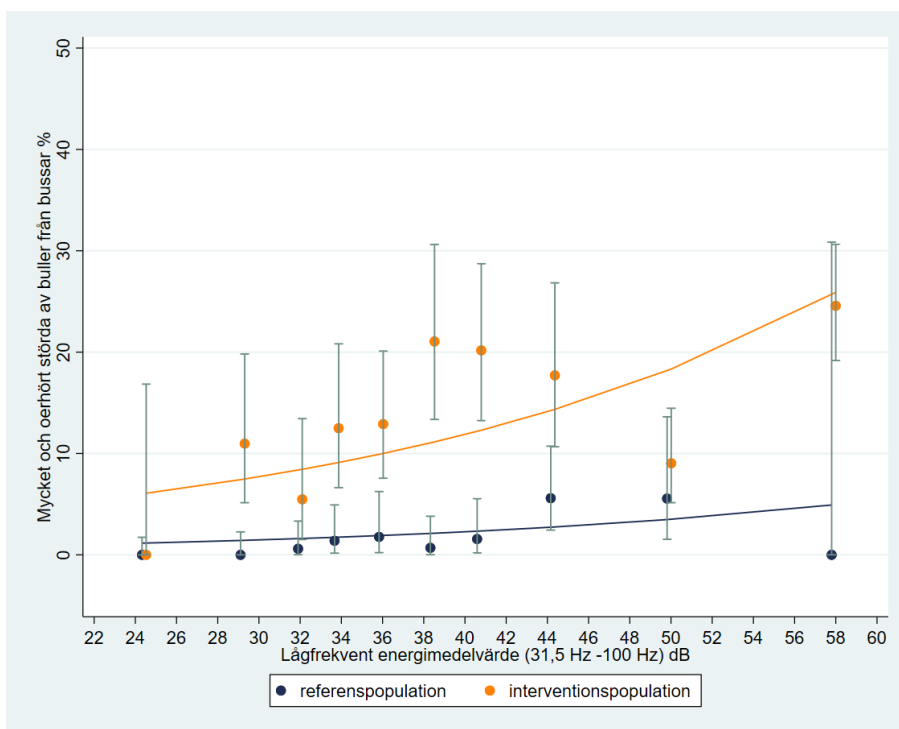
I Appendix 2. visas dos respons samband för störning och sömnstörning med ÅMD all trafik och i figur 12 och 13 visas samband mellan ÅMD enbart bussar samt ÅMD LF (31,5-100Hz) för mycket störda och i figur 14 och 15 för andelen mycket sömnstörda.

Dos-respons sambanden mellan störning och beräknad ljudnivå är tydligast för bullerexponering beräknad som LF 31,5Hz - 100 Hz, och lite sämre för den ekvivalenta ljudnivån endast beräknad på bussar samt sämst för LAeq all trafik (Appendix 2.). Vi ser motsvarande samband för mycket sömnstörda där LF 31,5–100 Hz uppvisar ett något bättre samband.

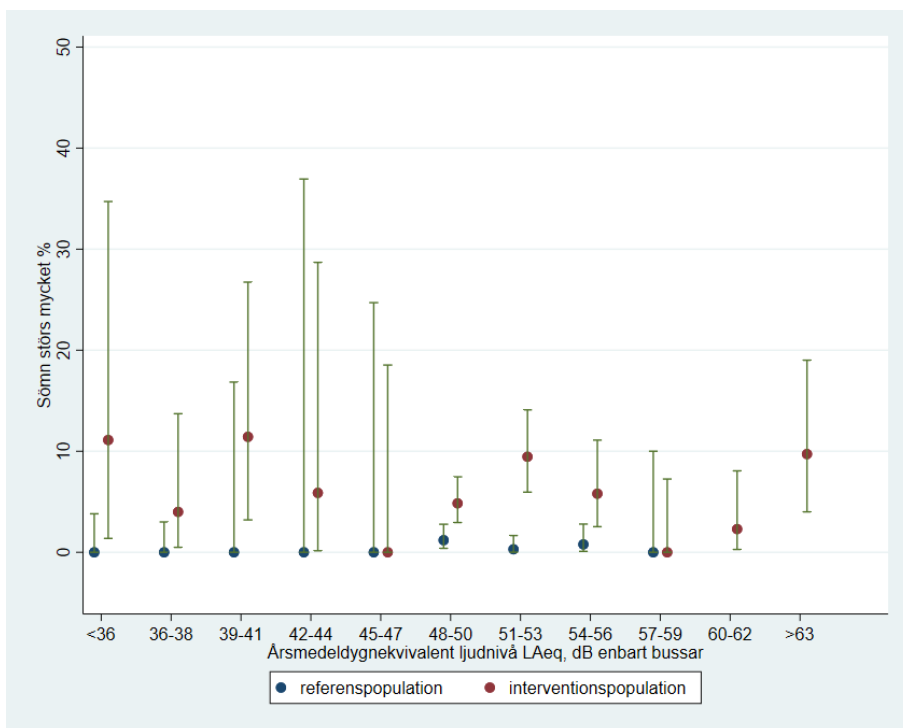




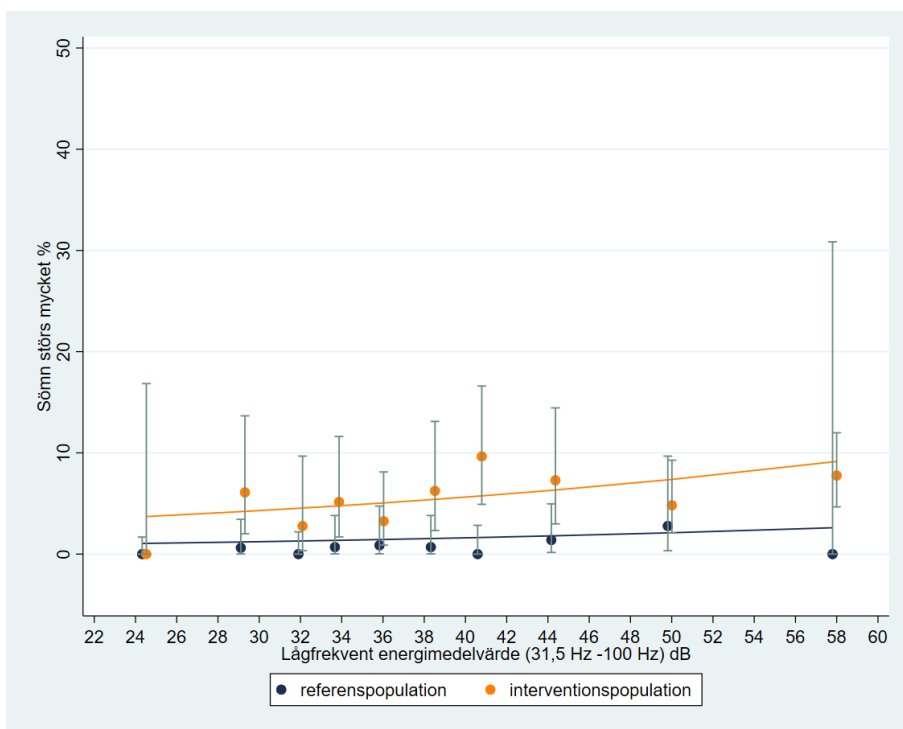
Figur 12. Andelen mycket störda och 95% konfidensintervall i relation till årsmedeldygnekvivalent ljudnivå, med beräknad ljudnivå endast från busstrafiken



Figur 13. Andelen mycket störda och 95% konfidensintervall i relation till årsmedeldygnekvivalent ljudnivå beräknat utifrån ett energimedelvärde av tredjedelsoktavbanden 31,5 till och med 100 Hz.



Figur 14. Andelen mycket sömnstörda och 95% konfidensintervall i relation till årsmiddeldygnsekvivalent ljudnivå, endast med beräknad ljudnivå från busstrafiken



Figur 15. Andelen mycket sömnstörda och 95% konfidensintervall i relation till årsmiddeldygnsekvivalent ljudnivå beräknat utifrån ett energimedelvärde av tredjedelsoktavbanden 31,5 till och med 100 Hz

Tabell 11. Utfall i relation till beräknade bullernivåer

Utfall	OR# LF (31,5- 100Hz)	95 % CI	p- värde	OR# LAeq ÅMD bussar	95 % CI	p- värde	OR# LAeq ÅMD	95 % CI	p- värde
<b>Märker</b>									
Märker ofta buller från bussar	1,10	(1,08–1,11)	<0,001	1,05	(1,04–1,06)	<0,001	1,05	(1,03–1,06)	<0,001
Märker ofta buller från övrig trafik	1,01	(1,00–1,02)	0,008	1,01	(1,00–1,02)	0,018	1,00	(0,99–1,02)	0,976
<b>Störning</b>									
Mycket eller oerhört störda av buller från bussar	1,07	(1,05–1,09)	<0,001	1,04	(1,02–1,05)	<0,001	1,03	1,01–1,06	0,013
Mycket eller oerhört störda av lågfrekvent buller från bussar	1,07	(1,05–1,09)	<0,001	1,04	(1,03–1,05)	<0,001	1,04	1,01–1,07	0,008
Mycket eller oerhört störda av annan trafik	1,00	(0,99–1,02)	0,774	1,00	(0,99–1,01)	0,629	0,99	0,97–1,01	0,423
<b>Sömnstörning</b>									
Mycket eller oerhört störd sömn av bussbuller	1,06	(1,03–1,08)	<0,001	1,03	(1,01–1,05)	0,007	1,01	0,98–1,05	0,439
Mycket eller oerhört störd sömn av lågfrekvent bussbuller	1,06	(1,03–1,09)	<0,001	1,03	(1,01–1,06)	0,003	1,04	1,00–1,09	0,083
Mycket eller oerhört störd sömn, annat trafikbuller	0,98	(0,96–1,00)	0,064	0,99	(0,97–1,00)	0,092	0,98	0,96–1,00	0,097
<b>Sömn</b>									
Sömnkvalitet (ganska dålig/mycket dålig)	1,00	(0,99–1,01)	0,990	1,00	(0,99–1,01)	0,532	0,98	0,96–1,00	0,072
Sömnig under dagen (mycket ofta)	1,01	(1,00–1,02)	0,139	1,00	(0,99–1,01)	0,821	1,01	0,99–1,02	0,459
Mycket trött morgon (mycket ofta)	1,00	(0,99–1,01)	0,522	1,00	(0,99–1,01)	0,809	1,00	0,98–1,01	0,791
<b>Symptom</b>									
Nedstämd	1,00	(0,99–1,01)	0,763	1,00	(0,99–1,01)	0,871	0,99	0,97–1,01	0,314
Trött/utsliten	1,00	(0,99–1,01)	0,622	1,00	(0,99–1,01)	0,516	1,01	0,99–1,02	0,466

OR = oddsratio eller oddskvot, CI= konfidensintervall. LF (31,5-100Hz) =genomsnittlig ljudenergi inom frekvensområdet 31,5-100 Hz, LAeq ÅMD busstrafik= Ekvivalent ljudnivå enbart från bussar beräknat som årsmedeldygn. # justerat för kön, ålder, rökning, hörsel, ägande till bostad, antal år bosatt i bostaden, tillgång till något tyst rum i bostaden, tillgång till tyst vardagsrum, tillgång till tyst sovrum. Fetstil indikerar signifikanta samband.

I tabell 11 ovan visas analyser av hur de viktigaste utfallen relaterar till beräknade bullernivåer. Samtliga analyser är justerade för kön, ålder, rökning, hörsel, ägande till bostad, antal år bosatt i bostaden, tillgång till något tyst rum i bostaden, tillgång till tyst vardagsrum, tillgång till tyst sovrum. Vid signifikanta samband betyder modellen att en förändring med en procentenhet motsvara en förändring med en dB.

## Sammanfattande slutsatser

Ersättning av hybridbussar med elektrifierade bussar har minskat bullerexponeringen generellt men särskilt med avseende på det lågfrekventa bidraget inomhus. Minskningen kan tyckas marginell men här bör tas i beaktande att den förändring av ljudtrycksnivåerna i det lågfrekventa frekvensområdet som krävs för att uppnå en halverad ljudstyrka är ca 5–7 dB, vilket kan jämföras med de 10 dB som krävs vid 1000 Hz.

Erfarenheter från tidigare interventionsstudier är att effekten blir större än vad som kan förväntas från existerande dos-responssamband (Brown & van Kamp 2017). Detta kan bero på att förväntningar om positiva resultat också påverkar hur man rapporterar, samt eventuellt påverka vilka som svarar. Av stort intresse vore att följa upp populationen efter en längre tid för att studera om den positiva trenden i hälsa kvarstår, förstärks eller försvagas. De resultat som erhålls i denna studie är tydliga med en minskning av hur ofta man märker buller och vibrationer från bussar, hur ofta man störs av buller, lågfrekvent buller och vibrationer samt av hur ofta man störs i sin sömn av desamma inom interventionspopulationen. Symptomen sömnig/trött under dagen, trött och utsliten samt nedstämd tyder på otillräcklig eller störd sömn och/eller bristfällig återhämtning i sin boendemiljö. Detta stöds av såväl rapporterad bullerstörning som bullerstörd sömn i fas I. Att dessa symptom minskat i samband med införandet av elektrifierade bussar och minskat buller, samt minskad upplevelse av buller, vibrationer talar för att ett samband finns mellan minskad bullerbelastning och förbättrad hälsa. Samtliga analyser har korrigerat för en rad kända faktorer som eventuellt skulle kunnat bidra till felaktiga slutsatser. Vi kan trots detta inte utesluta att andra faktorer som vi inte har kännedom skulle kunnat förändras i interventionsområdet från fas I till fas II och bidragit till denna förändring. Vi bedömer dock detta som mindre troligt.

### **Begränsningar**

Felkällor i vår studie kan finnas i urvals och studiepopulationen, i dess rapportering, samt i exponeringsberäkningar. Det är en svaghet att vi endast har självrapporterade besvär och symptom. Vår studie är dock genomförd med en enkät som till stora delar bygger på frågor som använts tidigare och där frågor som vad gäller sömn och störning är validerade. I huvudsak utgår exponeringsbestämningen utifrån beräknade värden. Exponeringsberäkningar har dock genomförts med validerad metodik som även modifierats för att passa estimering av en förändring av låga frekvenser. Precisionen med beräkningar är dock fortfarande en källa till osäkerhet. Vi har dock till delar kompletterat beräkningar med ljudmätningar som utförts med mycket god precision i ett antal lägenheter inom båda områdena och i båda faser. En annan till osäkerhet är den låga svarsfrekvensen med endast ungefär en tredjedel som svarade. Svarsfrekvensen var dock lika mellan områdena. En bortfallsanalys har utförts. En bortfallsanalys bland 730 personer som alla bott i området minst ett år visade att de som inte svarade hade signifikant lägre utbildning samt hade en tendens till att inte äga sin bostad. I övrigt såg vi inga signifikanta skillnader i störning eller sömnstörning.

Endast bullerexponering har beräknats och mätts inom undersökta områden, eftersom bulleremission var den huvudsakliga tänkta förändringen av införandet av elektrifierad kollektivtrafik. Vi ser att även störning av vibrationer och avgaser tycks minska och det är inte omöjligt att även dessa miljöfaktorer kan påverka utfallen. En generell kommentar är att samtidiga exponeringar kan påverka utfallen, även om det är mindre troligt att avgaser påverkar sömn och återhämtning.

## Tack till

Krister Larsson samt Johan Pettersson vid RISE som var involverade i fas I av undersökningen.

Mikael Ögren och Sofie Fredriksson samt Sofia Edgren som på olika sätt bidragit till studien.

Finansiering och stöd genom projektet har givits av: Västra götalandsregionen (VGR), Kollektivtrafiknämnden, Regionalutvecklingsnämnden, Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen, samt Trafikkontoret. Stöd genom information och diskussioner har även givits av ElectriCitys projekt och styrgrupp.

## Referenser

- Brown, AL, & Van Kamp, I (2017) WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review of Transport Noise Interventions and Their Impacts on Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14, 873.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph14080873>
- Croy I, Smith MG, Gidlöf-Gunnarsson A, & Persson Waye K. (2017). Optimal questions for sleep in epidemiological studies: Comparisons of subjective and objective measures in laboratory and field studies. *Behavioral Sleep Medicine*, 15:466-482. DOI: 10.1080/15402002.2016.1163700.
- Fields JM, De Jong RG, Gjestland T, Flindell IH, Job, RFS, Kurra S, et al. (2001). Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242:641-679.  
<https://doi.org/10.1006/jsvi.2000.3384>.
- Folkhälsomyndigheten (2014). FoHMFS 2014:13 Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus. Stockholm, Sweden.
- Glebe, D, Larsson, K, Parra, J, & Persson Waye, K. (2021). *ElectriCity - Mätning av lågfrekvent buller från bussar med el- eller dieseldrift* (Manuskript).
- Jonasson, H. G., & Storeheier, S. (2001). *Nord 2000. New Nordic prediction method for road traffic noise* (SP rapport).
- Larsson, K., & Simmons, C. (2015). *Vägledning för mätning av ljudnivå i rum med stöd av SS-EN ISO 10052/16032*.
- Møller, H, & Persson Waye, K. (2008). Measuring low-frequency noise indoors. *The Journal of the Acoustical Society of America*. DOI: 10.1121/1.2933114.
- Naturvårdsverket. (1996). *Vägtrafikbuller, Nordisk beräkningsmodell*. (Rapport 4653). Stockholm och Borlänge: Naturvårdsverket och Vägverket.
- Nordtest. (2002a). *Nt Acou 039 Road Traffic: Measurement of Noise Immission – Engineering Method* (1459-2754). Finland: Nordtest.
- Nordtest. (2002b). *Nt Acou 056 Road Traffic: Measurement of Noise Immission – Survey Method* (1459-2754). Finland: Nordtest.
- Parra, J, & Glebe, D. (2021). *Calculation of sound against façade from the electrification of bus line 60, Gothenburg, Sweden*. (Manuskript).
- Persson Waye K. (1995). *On the effects of environmental low frequency noise* [Doktorsavhandling, Göteborgs universitet].
- Persson Waye, K, Smith, M, & Ögren, M. (2017). *Hälsopåverkan av lågfrekvent buller inomhus* (AMM 3:2017). Göteborg: Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet.
- Persson Waye, K, & Agge A. (2004). Annoyance among an urban population exposed to installation- and traffic noise. In *The 18th International Congress on Acoustics*, 4-9 April 2004, Kyoto, Japan. pp IV2637-2638. (Invited paper).
- Standard: ECE R51.03 United Nations, *Agreement Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions, Addendum 50 – Regulation No.51, Revision 3*, 2016.
- Svenska Institutet för Standarder. (2016). ISO, SS-EN 16283-3:2016 Svensk Standard. 2017–2028.
- Taraldsen G, Berge T, Haukland F, Lindqvist B H, & Jonasson H. (2015). Uncertainty of decibel levels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3). doi: 10.1121/1.4929619).

**Personlig kommunikation:**

Andmarsjö, M. Feature Responsible Interior & Exterior Noise, Volvo Bus Corporation Volvo, 2021.

Krslak, B. Miljöförvaltningen Göteborgs stad, 2021.

## Appendix 1.



**Frågeformulär**  
**”Att bo i en stad”**  
**Om bussar och annan trafik**

Vi ber dig att besvara samtliga frågor i formuläret  
och så snart som möjligt skicka det till oss i det portofria svarskuvertet.



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Sahlgrenska akademien

*Avdelningen för samhällsmedicin och folkhälsa/Arbets- och miljömedicin*

### **Skriftligt samtycke för forskningsprojekt "Att bo i en stad".**

Jag har skriftligen informerats om forskningsprojektet "Att bo i en stad". Jag har fått tillfälle att i lugn och ro läsa igenom informationen och jag har fått tillfälle att ställa frågor muntligt och/eller skriftligt och jag har fått mina frågor besvarade.

Jag ger härmed mitt samtycke till att personuppgifter, samt data som samlas in i samband med detta projekt får lov att användas och sparas för att studera hälsoeffekter av bussar och annan trafik. Undersökningen kommer att följas upp efter ca ett år för att studera eventuell påverkan av en trafikomläggning. Jag förstår att data som samlas in kommer att sparas i 10 år för att möjliggöra granskning. All data hanteras och förvaras med personliga uppgifter skilda från identifieringskod.

Jag är medveten om att deltagande är frivilligt, samt att jag när som helst kan avbryta mitt deltagande, utan att behöva ange någon förklaring. Jag kan även välja att få all data och/eller personuppgifter raderade.

**Jag ger härmed mitt samtycke till att delta i projektet i enlighet med ovan information.**

Namn.....

Underskrift.....

Datum.....

**Om du vill delta, sänd in samtyckesblanketten och ditt ifyllda frågeformulär i det portofria kuvertet.**

Kerstin Persson Waye  
Professor, projektansvarig  
Tel: 031-786 3604

Mikael Ögren  
Seniorforskare,  
Tel: 031-786 3629

### **Så här fyller du i frågeformuläret:**

Vi vet att det ibland kan vara svårt att hitta ett svarsalternativ som fullt ut speglar den egna upplevelsen. Välj därför det alternativ som stämmer *bäst* in på just dig.

Kryssa endast i någon av svarsrutorna, inte mellan två rutor. Rätt:  Fel:

Det tar **ca 15 minuter** att fylla i frågeformuläret.

# FRÅGORNA I FORMULÄRET HANDLAR OM DIN BOENDEMILJÖ, HÄLSA OCH HUR DU UPPLEVER ATT STADSTRAFIKEN PÅVERKAR DIG FÖRST NÅGRA FRÅGOR OM DIN BOSTAD

1. Äger du eller din familj er lägenhet?

- Ja
- Nej

2. På vilket våningsplan bor du?

..... våning (1 = bottenvåning)

3. Hur många år har du bott i din nuvarande bostad?

- Ca ..... år

4. Hur lång tid per dygn vistas du normalt en vardag i din bostad?

..... timmar per dygn

5. Vad värdesätter du mest med din boendemiljö?

Du kan ange ett eller flera alternativ

- Nära till centrum
- Nära till grönområden
- Jag känner mig trygg
- Social samvaro
- Tyst inomhus
- Tyst utomhus
- Lägenhetens standard
- Annat

Kommentarer:

.....  
.....  
.....  
.....

6. Hur nöjd är du med din boendemiljö?

- Mycket nöjd
- Ganska nöjd



Vad är du nöjd med?

.....  
.....  
.....

- Inte särskilt nöjd
- Inte alls nöjd



Vad är du inte nöjd med?

.....  
.....  
.....

## Frågor om vägtrafik

Markera med ett kryss i en av rutorna på varje rad

### 7. Om du tänker på de senaste 12 månaderna när du är hemma hur ofta märker du?

	1. Aldrig/ Sällan	2. Minst en gång om året	3. Minst en gång i månaden	4. Minst en gång i veckan	5. Två-tre gångar varje vecka	6. Varje dag
Buller från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vibrationer från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buller från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vibrationer från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 8. Om du tänker på de senaste 12 månaderna, när du är hemma, hur mycket störs du av följande källor?

Om du inte märker av buller, vibrationer eller avgaser hemma så markerar du kolumnen ”Märker inte”.

	Märker inte	Störs inte alls										Störs oerhört mycket	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Buller från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lågfrekvent (dovt, mullrande) buller från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vibrationer från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avgaser från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buller från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vibrationer från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avgaser från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 9a. Har Du tillgång till tysta rum/utrymmen i bostaden där Du inte märker buller från buss eller annan vägtrafik?

- 1  nej  
2  ja

**9b. Om ja vilket, vilka rum?** 1  Vardagsrum, 2  Ditt sovrum 3  Kök  
4  balkong/uteplats, 5  **Annat?** .....

**10. Vetter ditt sovrumsfönster mot trafikerad gata?**

- 1  nej  
2  ja, vilken gata? .....

## FRÅGOR OM DIN SÖMN

**11. Brukar du sova med öppet fönster?**

	1. Nej	2. Ja
11a. Året runt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11b. Enbart under sommaren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**12. Hur tycker du att du sover på det hela taget?**

Mycket bra	Ganska bra	Varken bra eller dåligt	Ganska dåligt	Mycket dåligt
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**13. Hur ofta har du under de senaste 6 månaderna...**

	Aldrig/ Sällan	Några ggr varje månad	Någon gång varje vecka	Flera ggr varje vecka	Varje dag/varje natt
Haft svårt att somna på kvällen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Känt dig sömnig under dagen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Varit mycket trött på morgonen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**14. Om du tänker på de senaste 6 månaderna när du är hemma (med fönster och dörrar stängda) hur mycket störs din sömn av följande ljud?**

	Inte alls	Något	Ganska mycket	Mycket	Oerhört
Buller från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lågfrekvent (dovt, mullrande) buller från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vibrationer från bussar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buller från annan trafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
....					

**15. Om du tänker på de senaste 6 månaderna hur ofta har du tagit hjälp av öronproppar när du ska sova?**

- Aldrig                      Sällan                      Ibland                      Ofta                      (Nästan) varje dag
- 

## FRÅGOR OM DIN HÄLSA

**16. Hur har du upplevt din hälsa under de senaste 6 månaderna?**

- Mycket bra                      Bra                      Varken bra eller dålig                      Dålig                      Mycket dålig
- 

**17. Hur känslig skulle du säga att du är för buller i allmänhet?**

- 1  Inte alls känslig  
 2  Lite känslig  
 3  Ganska känslig  
 4  Mycket känslig  
 5  Oerhört känslig

**18. Hur upplever du att din hörsel är?**

- Mycket bra                      Bra                      Varken bra eller dålig                      Dålig                      Mycket dålig
- 

Kommentar:

.....  
 .....

**19. Under de senaste 6 månaderna hur ofta har du:**

	Aldrig/ sällan	En till två ggr i månaden	En till två ggr i veckan	Tre till fem ggr i veckan	Nästan varje dag eller natt
Känt dig trött/utsliten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besvärats av huvudvärk?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haft allmänna obehagskänslor i magen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Varit nedstämd?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haft ont i nacken, ryggen eller axeln?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oregelbundna eller skenande hjärtslag?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**20. Har du någonsin rökt dagligen under minst ett års tid?**

Nej (gå vidare till nästa fråga)

Ja →

Om du rökt/röker, hur gammal var du när du började röka regelbundet?

\_\_\_\_\_ år

Under de år som du rökt hur många cigaretter rökt/röker du per dag?

\_\_\_\_\_ antal

21. Har du någonsin använt andra produkter innehållande nikotin dagligen under minst en månad?

Nej

Ja →

Om ja, hur gammal var du när du började använda dem dagligen?

\_\_\_\_\_ år

Om du har slutat ja, hur mycket använder/ använde du dem i genomsnitt?

Antal nikotintuggummin eller plåster per dag: \_\_\_\_\_

Antal patroner "E-cigarett" per vecka: \_\_\_\_\_

Antal snusdosor per vecka: \_\_\_\_\_

## SLUTLIGEN NÅGRA FRÅGOR OM DIG

Följande frågor ställs för att vi skall kunna ha en uppfattning om hur de som deltar i denna undersökning motsvarar samhället i stort.

22. Är du kvinna eller man?  Kvinna  Man  Vill inte uppge

23. Hur många är ni i hushållet inklusive dig själv?  Vuxna  Barn under 18 år

24. Vad är din högsta avslutade utbildningsnivå? Ange ett alternativ.

- Har inte slutfört någon/saknar utbildning
- Grundskola/folkskola/realskola eller liknande
- Gymnasium
- Universitet

25. Vilken är din huvudsakliga sysselsättning?

- I arbete, ange ..... % av heltid
- Pensionär
- Sjukpensionerad eller långtidssjukskriven (mer än tre månader)
- Student
- Föräldraledig eller tjänstledig
- Arbetsökande och/eller arbetsmarknadsåtgärd
- Annat

**26. Hur stor är hushållets ungefärliga sammanlagda månadsinkomst före skatt?**

*Räkna den sammanlagda inkomsten för alla i hushållet. Arbete någon i hushållet deltid, räkna deltidslönen före skatt. Med inkomst avses lön, arbetslöshetsersättning, ersättning från försäkringskassa, rörelseinkomster, pension m.m. samt olika bidrag som t.ex. barn-, studie- och underhållsbidrag.*

- 0 – 14 999 kronor per månad
- 15 000 – 29 999 kronor per månad
- 30 000 – 44 999 kronor per månad
- 45 000 – 59 999 kronor per månad
- 60 000 kronor eller mer per månad

**Om vi skulle behöva mäta exponering för vägtrafik inne i några lägenheter, skulle vi kunna få kontakta dig för en sådan mätning?**

Telefonnummer (frivilligt): \_\_\_\_\_

E-postadress (frivilligt): \_\_\_\_\_

Övriga kommentarer som du vill ange: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Eftersom det är lätt att glömma någon enskild fråga ber vi dig titta igenom frågeformuläret en extra gång för att kontrollera att du besvarat alla frågorna.**

**TACK!**



*Dessa frågor ställdes endast i fas II, till både referens- och interventionspopulation*

**Vilken var din huvudsakliga sysselsättning januari 2020?**

- I arbete, ange .....% av heltid
- Pensionär
- Sjukpensionerad eller långtidssjukskriven (mer än tre månader)
- Student
- Föräldraledig eller tjänstledig
- Arbetsökande och/eller arbetsmarknadsåtgärd

**Vad är din huvudsakliga sysselsättning just nu?**

- I arbete, ange .....% av heltid
- Pensionär
- Sjukpensionerad eller långtidssjukskriven (mer än tre månader)
- Student
- Föräldraledig eller tjänstledig
- Arbetsökande och/eller arbetsmarknadsåtgärd
- Permitterad, ange permitteringsgrad .....%

## FRÅGOR OM RÅDANDE LÄGE

Den pågående coronaviruspandemin kan påverka oss på flera sätt. Hur har den påverkat dig? Ange nedan hur väl följande påståenden stämmer för dig.

Jag är orolig över min ekonomi	<b>Inte alls</b>	<b>Delvis</b>	<b>Helt</b>
Jag är orolig för min egen eller min familjs hälsa	<b>Inte alls</b>	<b>Delvis</b>	<b>Helt</b>
Jag sover sämre	<b>Inte alls</b>	<b>Delvis</b>	<b>Helt</b>
Jag tror att pandemin kan leda till ett mer klimatvänligt samhälle	<b>Inte alls</b>	<b>Delvis</b>	<b>Helt</b>

Annat, ange:

---

---

---

---

*Denna fråga ställdes endast i fas II, och enbart till interventionspopulationen*

**Motsvarar elektrifieringen av bussarna på linje 60 de förändringar som du förväntade dig, om du tänker på dess påverkan på din boendemiljö?**

Gällande **ljudmiljön:**

- Blev lika bra som jag förväntade mig
- Blev bättre än vad jag förväntade mig
- Blev lika dåligt som jag förväntade mig
- Blev sämre än vad jag förväntade mig
- Hade inga förväntningar

Gällande **luftmiljön:**

- Blev lika bra som jag förväntade mig
- Blev bättre än vad jag förväntade mig
- Blev lika dåligt som jag förväntade mig
- Blev sämre än vad jag förväntade mig
- Hade inga förväntningar

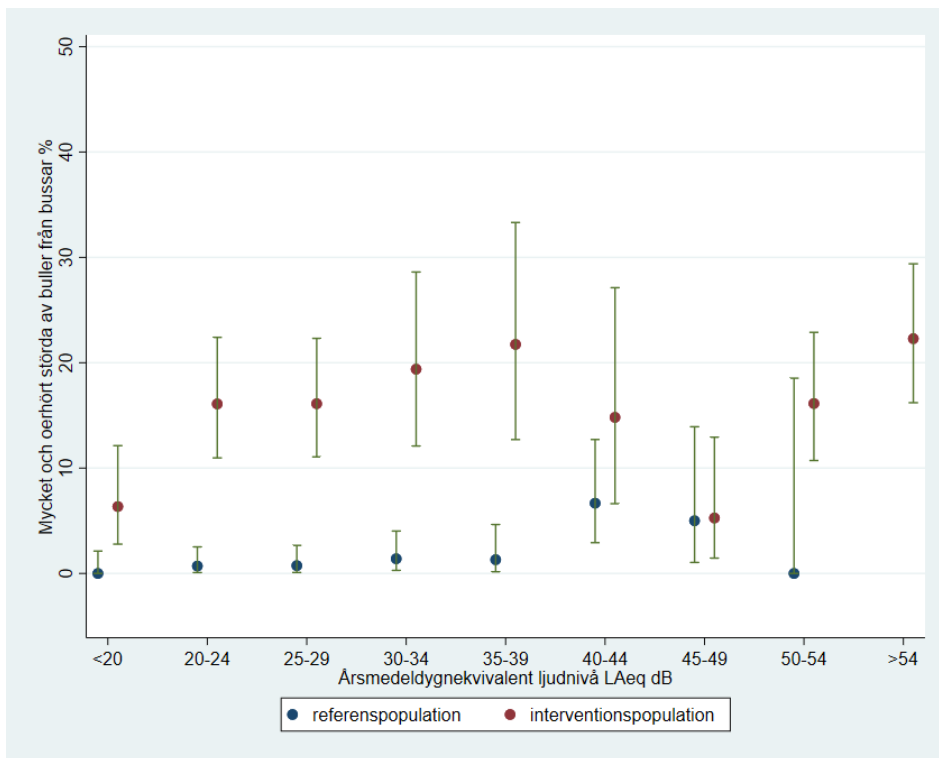
Gällande **vibrationer:**

- Blev lika bra som jag förväntade mig
- Blev bättre än vad jag förväntade mig
- Blev lika dåligt som jag förväntade mig
- Blev sämre än vad jag förväntade mig
- Hade inga förväntningar

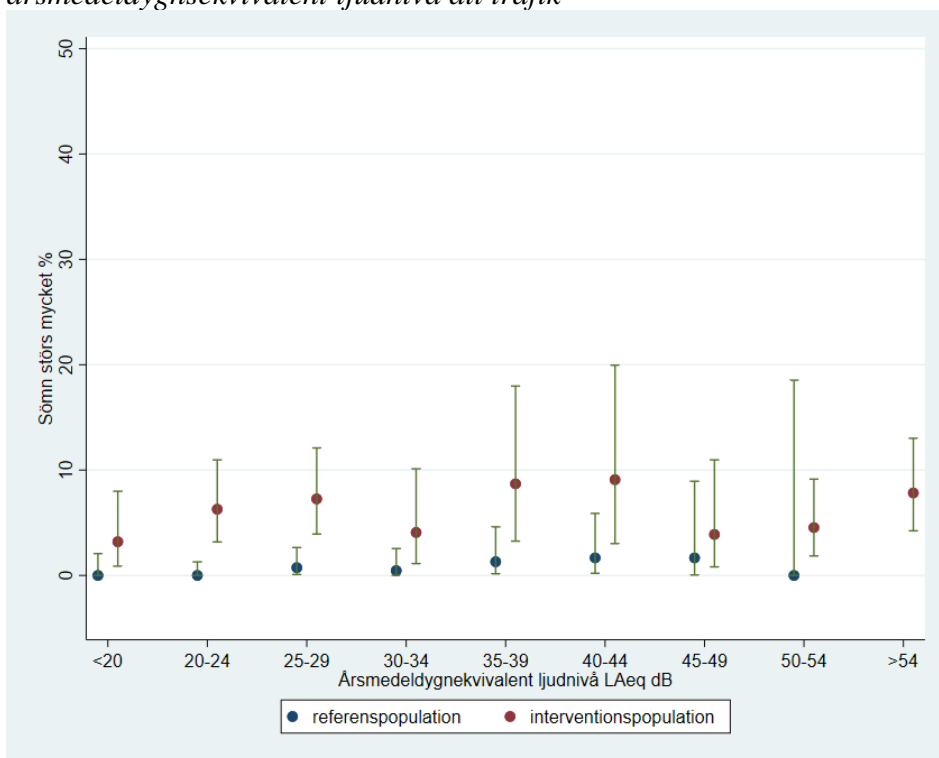
Gällande **trafiksäkerheten:**

- Blev lika bra som jag förväntade mig
- Blev bättre än vad jag förväntade mig
- Blev lika dåligt som jag förväntade mig
- Blev sämre än vad jag förväntade mig
- Hade inga förväntningar

## Appendix 2.



A 1. *Andelen mycket störda och 95% konfidensintervall i relation till årsmedelvägsekvivalent ljudnivå all trafik*



*Andelen mycket sömnstörda och 95% konfidensintervall i relation till årsmedelvägsekvivalent ljudnivå all trafik*

Utgiven av Avdelningen samhällsmedicin och folkhälsa, Göteborgs universitet

2021-11-24

ISBN 978-91-86863-27-2

© Göteborgs universitet & Författarna

[amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)

031-342 30 40

GU rapporter, Box 414, 405 30 Göteborg

Hemsidor: [www.amm.se](http://www.amm.se) och [gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412](http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412)