

PM01rev01-272690

# SAMMANFATTNING AV BULLERUTREDNINGAR GRÖNA LUND



AV: DANIEL WÄRNEID

2022-01-28

## 1 INLEDNING/UPPDRAGET

Gröna Lund har givit Tyréns AB uppdraget att i förevarande rapport beskriva det arbete som bolaget, genom Tyréns AB, utfört under senare år i syfte att säkerställa att Gröna Lunds bullerpåverkan är acceptabel. I uppdraget har därvid ingått att lämna en sammanställning och sammanfattning av de större bullerutredningar som genomförts samt att, mot bakgrund av dessa utredningar, dra en slutsats angående hur den framtida bullersituationen kan komma att se ut för det fall detaljplanen för Skeppsholmsviken 6 vinner laga kraft och nya attraktioner uppförs i området.

Utredningsarbetet beskrivs i detalj i respektive rapport. Ingen ny information eller nya slutsatser redovisas i denna PM.

Rapporten kommer att beskriva Gröna Lund ljudpåverkan utifrån nedan uppräknade bullerkällor samt presentera vilka skyddsåtgärder som har, respektive kommer vidtas för att begränsa ljudet från bullerkällorna nedan.

- Buller från attraktioner och nöjesfältet i övrigt
- Industribuller
- Konsertverksamhet

## 2 UNDERLAG

- Bullerutredning avseende detaljplan Skeppsholmsviken, Bilaga 1.
  - SBK 20190902 R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken.pdf
- Bullerutredning avseende ny berg och dalbana Blue Harvest, Bilaga 2.
  - R01-264988\_Bullerutredning Gröna Lund.pdf
  - Sammanfattad beskrivning av utförd bullerutredning av Blue Harvest.pdf
- Bullerutredning avseende åkattraktion Ikaros, Bilaga 3.
  - R01-274155\_Bullerutredning, Ikaros.pdf
  - R03-274155\_Bullermätning, Ikaros.pdf
- Bullerutredning avseende åkattraktion Snake, Bilaga 4.
  - R01-291948 Bullerutredning Gröna Lund - SNAKE.pdf
- Utredningar och mätningar avseende Tyrol, showen Mamma Mia och konserter på stora scenen, Bilaga 5.
  - R01 - 296236\_Kontrollmätning, Mamma Mia.pdf
  - R01 - 298291 - Ljudmätning över helg i lägenhet.pdf
  - R01-268235\_Kontrollmätning 1, Mamma Mia.pdf
  - R02-268235\_Kontrollmätning 2, Mamma Mia.pdf
  - 298291A-R01-Stadsholmen\_föreläggande.pdf
- Ljudmätning från Berg- och dalbanan Monster tidigare refererad till som Blue Harvest. Bilaga 6.
  - PM02-314308 SAMMANFATTNING MÄTNING EFTER ÅTGÄRDER.pdf
  - PM-314308 SAMMANFATTNING MÄTNING OCH ÅTGÄRDER.pdf

### 3 VAD ÄR LJUD

I detta avsnitt följer en enklare och översiktlig beskrivning av vad ljud är och hur ljud beskrivs. Dessa grundläggande begrepp är viktiga för att förstå Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus. För mer information och stöd rekommenderas Folkhälsomyndighetens egen beskrivning om ljud och buller<sup>1</sup>.

Med ljudtryck menas de små variationerna runt det statiska lufttrycket som vi uppfattar som ljud och som ger upphov till hörselupplevelse.

Enhet är pascal [ $Pa = N/m^2$ ]. Men vi använder av praktiska skäl dB som är logaritmen av ett förhållande mot ett referensljudtryck av  $2 \times 10^{-5}$  Pa. Med hjälp av detta kan vi någorlunda behändigt referera till ljudtrycksnivåer mellan 0 och 120 decibel i stället för 0,00002 till 20 Pascal.

#### Ljudtryck [Pa]

Linjär enhet

Hörbart område  $2 \times 10^{-5} \rightarrow 20$  Pa

#### Ljudtrycksnivå [dB]

Logaritmisk enhet

Hörbart område  $0 \rightarrow 120$  dB

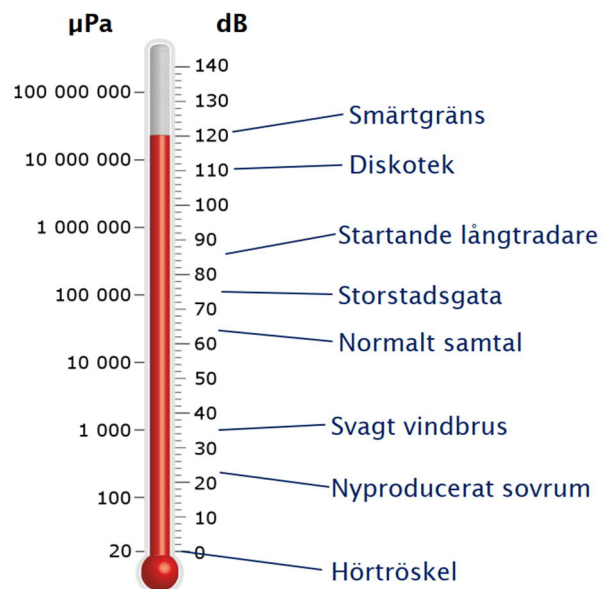
#### Addition av 2 lika starka ljudkällor:

Två okorrelerade ljudsignaler på vardera 40 dB ger en fördubbling av energin vilket resulterar i att ljudnivån sammantaget blir 43 dB, alltså fördubblingen resulterade i en ökning om +3 dB av den totala ljudtrycksnivån. Om den tillkommande ljudkällan istället uppmäter lägre ljudnivå så kommer den starkare ljudkällan att vara gränssättande. Är skillnaden upp mot 10 dB påverkas inte den totala ljudnivån.

$$40 + 40 = 43 \text{ dB}$$

$$30 + 40 = 40 \text{ dB}$$

$$L_{Tot} = 10 \times \log \left( 10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} \right)$$



<sup>1</sup> [Om ljud och buller — Folkhälsomyndigheten \(folkhalsomyndigheten.se\)](https://www.folkhalsomyndigheten.se)

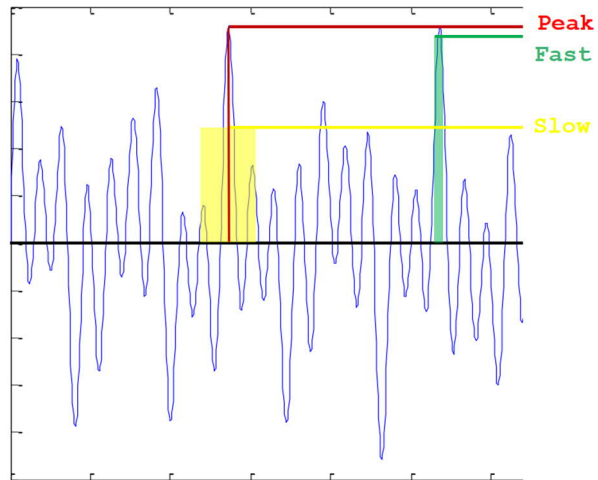
Ljudtrycksnivån kan även variera i tid och i frekvensinnehåll.

En tidsvarierande ljudsignal kan beskrivas på olika sätt.

Folkhälsomyndigheten använder sig av Ekvivalent och Maximal ljudnivå

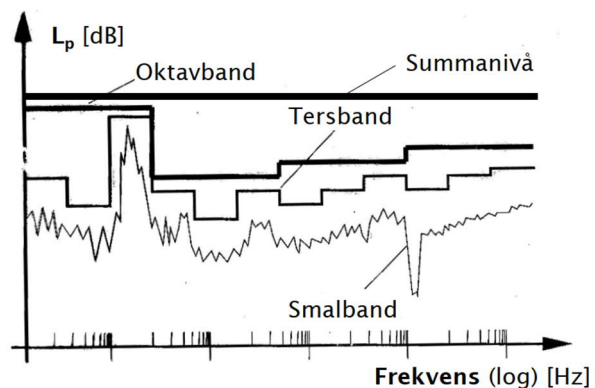
Ekvivalent är ett energimedelvärde över hela den avsedda perioden och inom den perioden kan stora variationer förekomma.

Maximal ljudnivå är definierad som maximal ljudnivå med integrationstid 125 ms även kallad F(Fast) och kan då skrivas LAFmax.



Ljud är sammansatt av olika frekvenser, där frekvens är ett mått på svängningar per sekund och mäts i Hertz [Hz]. Människans hörselomfång sträcker sig som optimalt mellan 20 Hz till 20 kHz.

För att ytterligare beskriva ett ljud används olika former av frekvenstupplösningar där frekvensinnehållet beaktas olika noggrant. Folkhälsomyndigheten använder sig av summanivå där hela frekvensområdet summerats till ett entalsvärde, dock bedöms lågfrekvent ljud vid enskilda tersband 31,5 Hz till 200 Hz. Generellt krävs högre upplösning för att notera tonala ljud som annars försvinner i ett oktavbandsspektrum eller inte alls går att notera i ett entalsvärde.



## 4 LJUDBILDEN I OMRÅDET

Det buller som kommer från Gröna Lunds område kan grovt delas in i tivolibuller, industribuller och ljud från konserter. Eftersom Gröna Lund är beläget på Djurgården i Stockholms innerstad förekommer i området mycket buller som inte är direkt genererade av tivoliverksamheten. Detta övriga buller består bland annat av trafikbuller där båtar, bilar, bussar och spårvagnar är betydande inslag samt att det vanligtvis är mycket människor i området.

Ett resultat av att området redan idag ur bullersynpunkt är en livlig plats är att tillkommande ljud till stor del maskeras i en redan händelserik ljudbild. Som beskrivs i Avsnitt 3 genererar en fördubbling av energin en ljudnivåökning med +3 dB, således är inverkan av enskilda attraktioner inte särskilt stor förutsatt att de håller sig inom de nivåer som idag förekommer på platsen.

Under de senaste åren har ett flertal ljudmätningar genomförts i området avseende tivolibuller, industribuller och musikbuller från Gröna Lunds verksamhet. Vissa mätningar har varit obevakade och registrerat ljudnivåer över en längre tid medan andra har varit så kallade övervakade mätningar. Vid övervakade mätningar har en akustiker varit närvarande på platsen och noterat händelser i ljudförloppet. De övervakade mätningarna genomförs av praktiska skäl mellan 15 min och maximalt några timmar i varje mätposition och genomförs generellt för att utreda en specifik ljudhändelse. De mätningar som registrerat ljudnivåer över längre tid har bidragit till att en översiktlig ljudbild har kunnat fastställas för området. Långtidmätningarna visar förändringar mellan olika dagar, helger och veckor.

Långtidsmätningarna visar att ljudbilden i Gröna Lunds närhet är relativt konstant med en ekvivalent ljudnivå strax över 60 dBA under en medeldag, högre nivåer noteras under konserter och påverkan är då störst för fastigheter i närhet till Gröna Lunds stora scen.

## 5 REDOGÖRELSE AV NÄRTIDA BULLERUTREDNINGAR

I följande avsnitt redovisas bullerutredningarna avseende åkattraktionerna Ikaros, Snake och Blue Harvest samt för konsertverksamheten vid Tyrol och Stora scen. Avslutningsvis presenteras de bullerberäkningar som gjorts i förhållande till detaljplanen för Skeppsholmsviken.

### 5.1 UTREDNINGAR AVSEENDE MAMMA MIA OCH KONSERTVERKSAMHETEN VID STORA SCEN

Den första bullerrapporten avseende störning från krogshowen Mamma Mia – The Party på Tyrol är daterad 2016-02-16 och föranleddes av att närboende i Konsthallen 14 klagade på ljudnivåer inomhus. Sedan dess har utredningsarbetet pågått och flertalet mätningar och analyser avseende bullerpåverkan på Konsthallen 14 har genomförts.

I den andra rapporten, rapport R02 – 268235 daterad 2016-05-19, görs bedömningen att den låga ljudisoleringen i bostaden kan vara resultatet av bristande massa i ytterväggskonstruktionen. Vid senare kontrollmätning som redovisas i den tredje rapporten, R01 – 298291, har det emellertid konstaterats att det snarare är fönster och fönsterkupor som är dimensionerande. Befintlig yttervägg har uppmätts till R'w 54 dB vilket bedöms ge goda förutsättningar för en fönsteråtgärd.

Mätresultat i samtliga kontrollmätningar visar på överskridande av Folkhälsomyndighetens allmänna råd avseende lågfrekvent buller inomhus vid ett eller flera tillfällen. En tydlig slutsats i samtliga mätningar och rapporter är att ljudproblematiken är hänförlig till lågfrekvent ljud. Avseende ekvivalenta och maximala ljudnivåer förekom vissa överskridanden. Dessa bedömdes dock vara ringa och främst kopplade till dåligt tätade fönster.

De åtgärder som föreslagits i samband med föreläggandet från Miljö och hälsoskyddsnämnden<sup>2</sup> är både riktade mot fastigheten Konsthallen 14 i form av fönsteråtgärder och Gröna Lund i form av bättre styrning av det buller som sprids. Tyréns konstaterar i rapport R01 – 298291 och R01 – 296236 att det både kommer krävas åtgärder vid både källa och mottagare för att uppfylla Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus. Konsert och showverksamhet på Gröna Lunds scener kommer behöva anpassas och med tekniska hjälpmedel säkerställa att vissa gränsvärden inte överskrids. I rapport R01 – 298291 beskrivs vidare att det i samband med att ljudnivåerna från musikanläggningar begränsas även kommer krävas att fönster och bristande konstruktionsdelar såsom fönsterkupor åtgärdas.

Några kontroller av åtgärder har inte genomförts då rådande pandemi förhindrat den avsedda verksamheten.

---

<sup>2</sup> Dnr: 2018-019361 – Föreläggande den 21 december 2020

### 5.3 BULLERUTREDNING AVSEENDE IKAROS

Bullerutredningen avseende åkattraktionen Ikaros är beskriven i rapport R01-274155 daterad 2017-01-20. Beräknade ljudnivåer från Ikaros bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

En kontrollmätning genomfördes 2017-06-17 i syfte att undersöka huruvida ljudnivåerna från Ikaros påverkar bullernivån i närområdet. I rapport R03 – 274155 presenteras resultatet vilket visar att vare sig ekvivalent eller maximalt ljud ökar i området. Främsta ljudpåverkan ifrån Ikaros kan härledas till frekvenser kring 200 Hz, dock är det inget som påverkar total ekvivalent eller maximal ljudnivå i området. Sammantaget låg den ekvivalenta ljudnivån med och utan Ikaros på 57 dBA vid den närmast belägna bostadsfastigheten, se tabellen nedan.

Fastighet	Ljudnivå före parkens öppning LAeq [dB]	Ekvivalent beräknat ljudbidrag från Ikaros LAeq [dB]	Total ekvivalent uppmätt ljudnivå i parken utan Ikaros LAeq [dB]	Total ekvivalent uppmätt ljudnivå i parken med Ikaros LAeq [dB]	Kommentar
Djurgården 1:40	53	46	57	57	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån

### 5.4 BULLERUTREDNING AVSEENDE SNAKE

Bullerutredningen avseende åkattraktionen Snake är beskriven i rapport R01-291948 daterad 2018-12-19.

Beräknade ljudnivåer från Snake bedömdes inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller.

I Tabellen nedan jämförs beräknade ljudnivåer av Snake mot bullermätning av bakgrundnivåer då parken var i drift som genomfördes den 17 juni 2017 och beskrivs i R03-274155. Det har inte utförts någon ljudmätning då åkattraktionen Snake varit i drift och nu är denna åkattraktion avvecklad från Gröna Lund.

Fastighet	Bakgrundsljud uppmätt ljudnivå före parkens öppning	Ekvivalent beräknat ljudbidrag från Snake LpA [dB]	Maximalt ljudbidrag från Snake LpAFmax[dB]	Total ekvivalent uppmätt ljudnivå i parken LAeq [dB]	Kommentar
Konsthallen 14	56	49	54	58	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån
Djurgården 1:40	53	42	46	57	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån

## 5.6 BULLERUTREDNING AVSEENDE BLUE HARVEST

Bullerutredningen avseende åkattraktionen Blue Harvest är beskriven i rapport R01 - 264988 daterad 2017-02-21.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller.

Mätningar i området som genomförts i samband med bullerutredningen för detaljplan Skeppsholmsviken visar att ljudnivån idag uppgår till mellan 58–66 dBA. Fasadytor som vetter mot Allmänna gränd visar på högre ljudnivåer än fasad västerut mot Falkenbergsgatan. Då beräknat ljudbidrag från den nya attraktionen är 8–14 dB lägre än dagens ekvivalenta bakgrundsljud görs bedömningen att attraktionen inte påverkar områdets ekvivalenta ljudnivå. Maxnivåer från den nya attraktionen är även de ca 10 dB-enheter lägre än dagens maximala ljudnivåer i området och bedöms inte heller förändra dagens maximala ljudnivåer eller förändra områdets ljudbild eller karaktär.

	Ljudnivå utan ny berg- och dalbana Dagens bullernivå L <sub>Aeq</sub> [dB]	Ekvivalent ljudbidrag från Blue Harvest L <sub>Aeq</sub> [dB]	Total ekvivalent ljudnivå med Blue Harvest L <sub>Aeq</sub> [dB]	Kommentar
Fasad som vetter mot Allmänna Gränd Kv Konsthallen 14	61–66	50–54	61–66	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå
Fasad som vetter mot Falkenbergsgatan Kv Konsthallen 14	58–61	51–54	58–61	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå

## 5.7 LJUDMÄTNING AVSEENDE MONSTER/BLUE HARVEST

Ljudmätningen avseende åkattraktionen Monster, tidigare refererad till som Blue Harvest är beskriven i PM-314308 daterad 2021-04-12 och PM02-314308 daterad 2021-06-28.

Tidigare beräknade ljudnivåer bedömdes inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller. I Bullerutredningen för Monster beräknades bullernivån till 54 dBA mot närmaste bostäder. Mätningar visar att ekvivalent ljudnivå idag med delvis sandfylld bana uppgår till 57 dBA på hörnet Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd, vilket är en avvikelse jämfört med projekterade värden med ca 3 dB. Denna diskrepans är möjlig att minska om större delar av banan sandfylls och att klickande ljud från backlåset åtgärdas med lämpligt dämpmaterial.

Tidigare maxnivåer för attraktionen genererades av sektionen med kurva som är närmast bostadsfasaden. LAF<sub>max</sub> innan åtgärd uppmättes till 68 dBA. Maxnivån efter åtgärd ligger nu när vagnen befinner sig i toppen på liften och uppmättes till 65 dBA. Maxnivån i kurvan som är nu fylld med sand uppmättes till 60 dBA vilket är en minskning av 8 dB jämfört med innan åtgärd. Resultatet av att sandfylla stålkonstruktionen ger en generell ljuddämpning över hela frekvensspektra men inom konstruktionens resonans vid 250 Hz ses en dämpning med upp mot 14 dB.



## 5.8 BULLERUTREDNING AVSEENDE DETALJPLAN SKEPPSHOLMSVIKEN

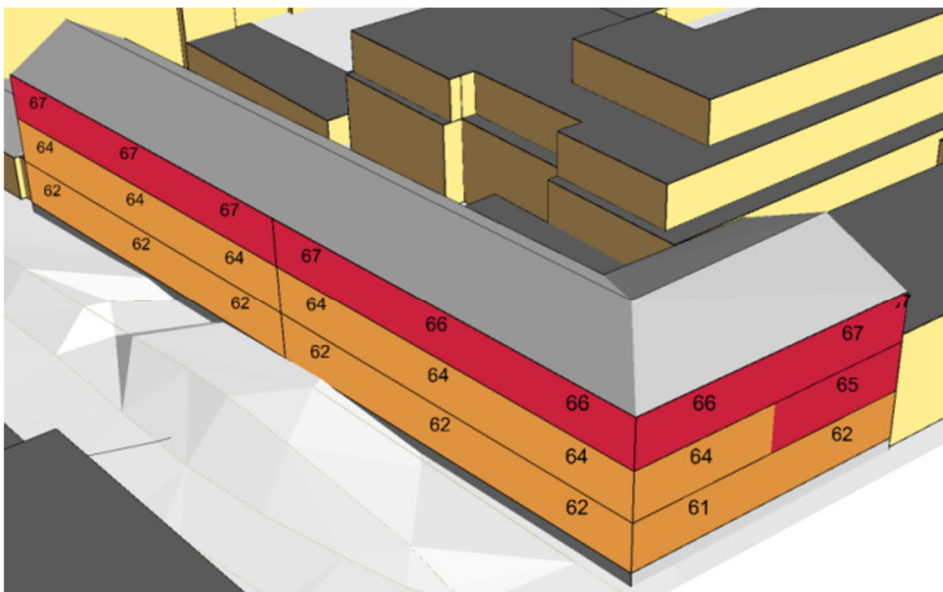
Inom bullerutredningen för detaljplan Skeppsholmsviken har ljudmiljön runt Gröna Lund och i synnerhet de delar som är närmast planområdet utretts. Ett flertal övervakade mätningar och oövervakade långtidsmätningar har genomförts vilka registrerat bullernivåerna över tid både under perioder då verksamheten varit i drift och vid tillfällen då verksamheten varit stängd. Det har vidare genomförts en bullerberäkning av scenariot med utbyggnad enligt planförslaget.

Avseende Kv Konsthallen 14 uppgår ljudnivån idag till mellan 55 till 66 dBA för fasader mot Allmänna Gränd och Falkenbergsgatan som i sin tur vetter mot Gröna Lunds tivoliområde. Västerut mot Djurgården 1:40 är den ekvivalenta ljudnivån runt 60 dBA under tiden då parken är öppen. Under nattetid när Gröna Lund är stängt pendlar ljudnivån mellan 45–55 dBA i hela området. Mätningar visar att ljudnivån aldrig når nivåer under 40 dBA.

Vidare visar mätningar att området vid Hazeliusbacken som vetter mot Djurgårdsvägen redan idag har ljudnivåer som uppgår till ca 60 dBA. Beräkningsresultat visar att ljudnivåökningen inte uppgår till sådana nivåer att den totala bullerlasten i området ökar. Övriga bostadsområden i närheten, däribland Lilla Allmänna gränd och Djurgårdsslätten (ca 250 m söder om planområdet) eller Skeppsholmen (ca 400 m väster om planområdet) erhåller ej ökad bullerlast med anledning av det utökade planområdet.

Beräkningar av planförslaget visar på en ökning av ljudnivån i närområdet och angränsande fastigheter. Ljudnivåbidraget från Gröna Lund öka upp till 6 dB utmed Falkenbergsgatan medan ljudnivån utmed Allmänna Gränd beräknas öka med 1 dB. Den totala ökningen utmed Falkenbergsgatan kommer inte att öka i samma omfattning som ljudnivåbidraget från Gröna Lund. Detta beror på att området redan idag har en relativt hög bullernivå. Fasader erhåller ljudnivåer mellan 61 och 67 dBA med utbyggnad enligt planförslaget med berg- och dalbana, se figur nedan.

För att erhålla inomhusnivåer i bostäder vid Kv Konsthallen 14 som ryms inom Folkhälsomyndighetens riktvärden krävs fönsteråtgärder. Fönster bör minst uppfylla ljudisolering  $R'w$  49 dB för att ljudnivån inomhus  $LA_{eq,T} 25$  dB ska vara möjlig att uppnå. Mer detaljerad beskrivning framgår i bullerutredningen avseende detaljplan Skeppsholmsviken i Bilaga 1



## 6 SAMMANFATTNING

Bullerutredningar av åkattraktionerna Ikaros, Snake och Blue Harvest visar på ljudnivåer som inte bedöms ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder utifrån Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller. Mätresultatet från krogshowen Mamma Mia - The Party på Tyrol samt konsertverksamhet på Stora scen visar på vissa överskridanden av Folkhälsomyndighetens allmänna råd avseende lågfrekvent buller inomhus. Fönsteråtgärder kommer emellertid medföra att bullerpåverkan blir acceptabel inomhus.

Bullersituationen vid utbyggnad enligt plan beräknas generera en ökning av ljudnivån i närområdet och angränsande fastigheter. Enligt beräkning av planförslaget kommer ljudnivåbidraget från Gröna Lund öka upp till 6 dB utmed Falkenbergsgatan medan ljudnivån utmed Allmänna Gränd beräknas öka med 1 dB. Den totala ökningen utmed Falkenbergsgatan kommer inte att öka i samma omfattning som ljudnivåbidraget från Gröna Lund. Detta beror på att området redan idag har en relativt hög bullernivå.

Utifrån de ljudnivå- och ljudisoleringsmätningar som genomförts bedöms att Folkhälsomyndighetens riktvärden inomhus i dagsläget kan innehållas. Riktvärdena bedöms även vara möjliga att innehålla i ett framtida scenario med utbyggd tivolverksamhet vid Skeppsholmsviken under förutsättning att lämpliga fönsteråtgärder genomförs. Ljudmätningar visar på att fönsteråtgärder är möjliga och det är inga problem att nå föreslagen ljudisolering med fönster som idag finns tillgängliga på marknaden.

I ett framtida driftskede behöver en kontrollplan upprättas för hur ljudmiljön i området ska minimeras inom ramen för vad som är tekniskt möjligt. Kontrollplanen ska utgöra ett ramverk för hur bullerarbetet ska upprätthållas för att värna om bullret i omgivningen och det buller som kan tänkas förekomma i bostäder som vetter mot tivolverksamheten. Det kommer fortsatt vara av stor vikt att Gröna Lund övervakar och hanterar bullrig utrustning så att bullerkriterierna enligt Folkhälsomyndigheternas kan mötas.

R01-272690

# **BULLERUTREDNING SKEPPSHOLMSVIKEN**



**RAPPORT**  
2019-09-13

**UPPDRAG** 272690, MKB detaljplan Skeppsholmsviken

Titel på rapport: Bullerutredning Skeppsholmsviken

Datum: 2019-09-13

**MEDVERKANDE**

Beställare: Tillsammans arkitekter AB

Kontaktperson: Jonas Sjöberg

Uppdragsansvarig: Åsa Norman

Handläggare: Daniel Wärnelid, Ricardo Ocampo Daza

Författare:

Daniel Wärnelid, Ricardo Ocampo Daza

---

Datum: 2019-08-20

Handlingen granskad av:

Åsa Norman, Ylva Nilsson

---

Datum: 2019-09-02

## SAMMANFATTNING

Gröna Lund planerar att ta fram en ny detaljplan som är anpassad för tivolibruk i Skeppsholmsviken som idag är en parkering. Den nuvarande detaljplanen är gällande för bostäder. Akustikavdelningen på Tyréns har haft i uppdrag att beräkna det nuvarande bullret från Gröna Lund samt att utreda vad en eventuell utbyggnad på Skeppsholmsviken kan ha för påverkan på ljudmiljön.

Avseende bullerkällor tillhörande tivoliverksamheten som åkattraktioner och spelvagnar föreslås här att buller skall bedömas enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd FoHMFS 2014:13 som anger att maximalt ljud  $L_{AFmax}$  45 dB och Ekvivalent ljud  $L_{Aeq,T}$  30 dB (är riktvärden som) skall tillämpas inomhus vid bedömning av om olägenhet för människors hälsa föreligger, ekvivalent ljudnivå skall skärpas med 5 dB-enheter vid ljud med hörbara tonkomponenter. Ljudkällor som avser att betjäna byggnader och annan utrustning vilka tydligt ryms inom begreppet industribullerkällor enligt standard och praxis såsom pumpar, fläktaggregat och liknande bedöms enligt Naturvårdsverkets vägledning om industribuller enligt Rapport 6538. Då inomhusnivåerna är det som regleras i planbestämmelserna och inte fasadnivåer ges en större frihet att tillämpa tekniska åtgärder.

Med utgångspunkt från de ljudnivåmätningar och ljudisoleringsmätningar som genomförts bedöms att Folkhälsomyndighetens riktvärden inomhus kan innehållas i dagsläget och de bedöms även vara möjliga att innehålla med lämpliga fönsteråtgärder för ett framtida scenario med utbyggd tivoliverksamhet. Enligt utformningen i planförslaget beräknas ljudbidraget från Gröna Lund vid fasad öka med upp till 7 dB utmed Falkenbergsgatan och på innergården. Ljudnivån utmed Allmänna Gränd beräknas öka med 1 dB. För att erhålla inomhusnivåer i dessa bostäder som ryms inom Folkhälsomyndighetens riktvärden krävs fönsteråtgärder. Fönster bör minst uppfylla ljudisolering  $R_w$  49 dB för att det skärpta kravet på ljudnivå inomhus  $L_{Aeq,T}$  25 dB skall vara möjligt att uppnå. Maximala ljudnivåer är ej dimensionerande i något fall. Vibrationer är väl under nivåer för måttlig störning enligt SS 460 48 61.

## BILAGOR TILL DENNA RAPPORT:

- AK01 - Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under nuläge, öppettider.
- AK02 - Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats.
- AK03 - Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusive en 40 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats.
- AK04 - Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusive en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats.
- AK05 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider. Vy från sydväst.
- AK06 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider. Vy från nordöst.
- AK07 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
- AK08 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
- AK09 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 40 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
- AK10 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 40 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
- AK11 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
- AK12 - Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
- AK13 - Fasadbullerkarta redovisande Maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 40 till 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
- AK14 - Fasadbullerkarta redovisande Maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusive en 40 till 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

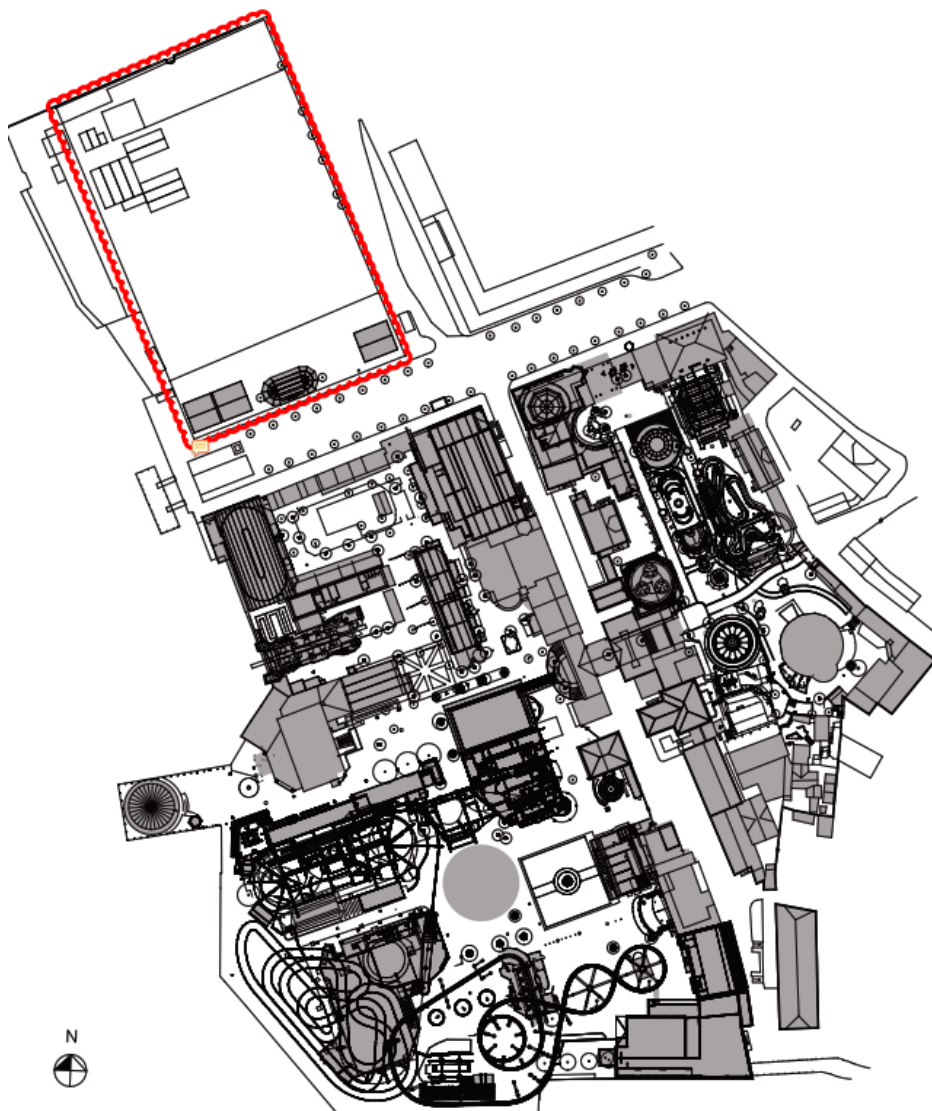
<b>1</b>	<b>BAKGRUND .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>UNDERLAG .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>HUR UPPFATTAS LJUDNIVÅSKILLNADER .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>BEDÖMNINGSGRUNDER.....</b>	<b>7</b>
4.1	FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS.....	7
4.1.1	TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	7
4.1.2	LÅGFREKVENT BULLER .....	7
4.2	EXTERN T INDUSTRIBULLER.....	8
4.3	VIBRATIONER.....	9
<b>5</b>	<b>MÄTNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER.....</b>	<b>10</b>
5.1	UTFÖRANDE OCH MÄTUTRUSTNING.....	12
5.2	UPPMÄTTA LJUDNIVÅER.....	12
5.2.1	LÅNGTIDSMÄTNING .....	13
5.3	UPPMÄTT FASADISOLERING .....	13
<b>6</b>	<b>VIBRATIONSUTREDNING.....</b>	<b>15</b>
6.1	RESULTERANDE VIBRATIONSNI VÅER .....	16
<b>7</b>	<b>BERÄKNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER.....</b>	<b>17</b>
7.1	BERÄKNINGSMODELL.....	17
7.2	KÄLLDATA.....	17
7.3	ANTAGANDEN .....	19
7.4	RESULTAT .....	20
7.4.1	BERG OCH DALBANA.....	20
7.4.2	LJUDNIVÅPÅVERKAN PÅ OMRÅDEN LÄNGRE BORT ÄN 100 METER.....	30
<b>8</b>	<b>BERÄKNADE LJUDNIVÅER INOMHUS.....</b>	<b>31</b>
8.2	FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER .....	32
<b>9</b>	<b>SLUTSATS.....</b>	<b>33</b>

## 1 BAKGRUND

Gröna Lunds tivolverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivoli publiken. Gröna Lund är beläget på Djurgården med bra kommunikationer och närhet till Stockholms innerstad. Med anledning av att området är så pass centralt i staden är det viktigt att förändringar som görs i verksamheten genomförs med hänsyn till eventuell påverkan på Gröna Lunds närmast angränsande omgivning.

Gröna Lund planerar att ta fram en ny detaljplan som är anpassad för tivolibruk för Skeppsholmsviken som idag är en parkering. Den nuvarande detaljplanen är gällande för bostäder.

Akustikavdelningen på Tyréns har haft i uppdrag att beräkna det nuvarande bullret från Gröna Lund samt att utreda vad en eventuell utbyggnad på Skeppsholmsviken kan ha för påverkan på ljudmiljön.



Figur 1. Situationsplan Gröna Lund. Rödmarkerat område är planerad utbyggnad av nöjesparken.



## 2 UNDERLAG

Nedan anges den information som legat till grund för utredningen.

### DIGITALT KARTUNDERLAG FRÅN JONAS SJÖBERG PÅ TILLSAMMANS ARKITEKTER SOM HÄMTATS FRÅN PROJEKTETS DROPBOX 2016-12-01

- GronaLund.dwg
- 180925\_Skeppsholmsviken3D.dwg - 2018-09-25
- Sitplan A1 skala 1-500.pdf

## 3 HUR UPPFATTAS LJUDNIVÅSKILLNADER

Den mänskliga hörseln har vissa begränsningar när det gäller förmågan att uppfatta ljudnivåförändringar. En ökning i ljudnivå om:

- 1 dBA kan nätt och jämnt uppfattas under gynnsamma förhållanden.
- 3 dBA kan nätt och jämnt uppfattas om en varierande ljudnivåsituation spelas upp och efter en paus på ca 5 min spelas upp igen, men med 3 dBA-enheter starkare medelljudnivå (ekvivalent ljudnivå)
- 6 dBA buller uppfattas i allmänhet som en tydlig skillnad. En reducering om 6 dBA brukar ofta beskrivas som en klass bättre på en subjektiv skala till exempel "*mycket bullrig*" till "*ganska bullrig*".
- 9-11 dBA uppfattas som en subjektiv fördubbling av hörstyrkeintrycket och brukar beskrivas som en betydande ljudnivåförändring.

## 4 BEDÖMNINGSGRUNDER

För att bedöma bullerpåverkan Gröna lund används nedanstående allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning för det nya området är att i den mån det är tekniskt möjligt inte bidra till ökade bullernivåer i området.

För planförslaget föreslås att bullret ska hållas inom folkhälsomyndighetens riktvärden (dessa gäller för vistelse inomhus i bostad). Utöver krav på ekvivalent ljudnivå skall även maximal ljudnivå inomhus inte överskrida  $L_{AFmax}$  45 dBA.

### 4.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus från 2 januari 2014 används som bedömningsgrunder för att avgöra vad som skall anses vara en olägenhet för människors hälsa.

I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpningen av 9 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) vad gäller buller inomhus. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i Tabell 1 som Tabell 2 bör beaktas vid bedömningen.

#### 4.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS

Tabell 1. Bullerriktvärden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Storhet	Högsta ljudnivå
Maximalt ljud med tidsvägning FAST	45 dBA
Ekvivalent ljud	30 dBA
Ekvivalent ljud med hörbara tonkomponenter	25 dBA
Ekvivalent ljud från musikanläggningar	25 dBA

#### 4.1.2 LÅGFREKVENT BULLER

I utrymme för sömn och vila uttrycks krav på högsta tillåtna ljudnivå i varje tersband. Högsta tillåtna lågfrekvent buller anges som ovägd ljudtrycksnivå.

Tabell 2. Högsta tillåtna lågfrekventa bullernivåer [dB].

Tersband [Hz]	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{peq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

#### 4.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER

I april 2015 kom så Naturvårdsverkets uppdaterade vägledning angående industribuller<sup>1</sup> som skall tillämpas vid prövning och tillsyn enligt miljöbalken. Boverket har tagit fram en vägledning för industribuller och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostadsbebyggelse som harmoniserar med Naturvårdsverkets vägledning. Naturvårdsverkets riktvärden ses i Tabell 3 nedan.

Ljud från närliggande fläktar, kylmedelkylare, kompressorer med mera faller under kategorin externt industribuller. Riktlinjerna gäller för verksamhet för hela dagar, kvällar respektive nätter. Om verksamheten endast pågår en viss del av dag/kväll/natt bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid då verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid kortare händelser. Om ljudet innehåller ofta återkommande impulser såsom vid nitningsarbete, slag i transportörer, lossning av järnskrot etcetera eller innehåller hörbara tonkomponenter eller bådadera ska man använda ett värde som är 5 dBA-enheter lägre än vad som anges i tabellen.

Tabell 3. Utomhusriktvärden för industribuller. Värden avser frifältsvärden eller till frifält korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå utomhus.

Områdesanvändning	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå LpAeq [dB]			Maximal A-vägd ljudtrycksnivå LpAFmax [dB]
	Dag kl 06-18	Kväll kl 18-22 samt lör-, sön- och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-06	
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap	50	45	40	Momentana ljud nattetid kl 22-06

Riktlinjer för bostadsbyggande som utsatt för buller från industriverksamhet styrs genom Boverkets rapport 2015:21 Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder. Dessa är harmonierade med naturvårds-verkets riktvärden som sedan april 2015. Med anledning av att en byggnad många gånger exponeras olika för buller kan en ljuddämpas sida tillgodoses.

Tabell 4. Högsta ljudnivå från industri och annan verksamhet på ljuddämpad sida. Frifältsvärde utomhus vis bostadsfasad och uteplats

	L <sub>eq,dag</sub> [dBA] (06-18)	L <sub>eq,kväll</sub> [dBA] (18-22)	L <sub>eq,natt</sub> [dBA] (22-06)
Ljuddämpad sida	45	45	40

<sup>1</sup> Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller

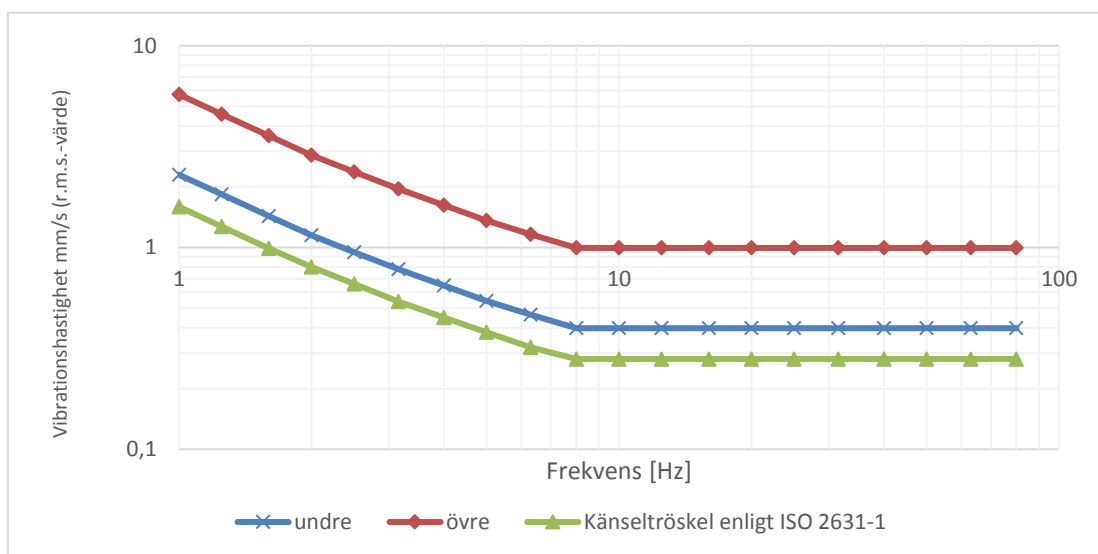
### 4.3 VIBRATIONER

Avseende vibrationer används riktvärden enligt SS 460 48 61 för bedömning av komfortvibrationer i bostäder. Riktvärdena är inte avsedda att tillämpas på tillfälliga aktiviteter som bygg- och anläggningsarbeten.

Vår rekommendation är att vibrationsnivåerna från verksamhet inte skall överskrida 0,4 mm/s vilket är gränsvärdet för "måttlig störning". Stomljud skall bedömas enligt vad som anges för installationsbuller enligt SS 25267.

Tabell 5. Riktvärde avseende komfortvibrationer. Graf representerar känseltröskel (grön) samt övre (röd) och undre (blå) gräns för måttlig störning.

	Vägd hastighet
Måttlig störning	0,4 – 1,0 mm/s



Figur 2. Riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Svensk Standard SS 460 48 61.

Tabell 6. Högsta A-vägd ljudtrycksnivå från installationer för hotell enligt SS 25267. Bedömning som även skall tillämpas på stomljud relaterade till vibrationer från Gröna Lund.

Typ av utrymme	Ekvivalent A-vägd ljudnivå $L_{pAeq}$ [dBA]	
	Ljudklass B	Ljudklass C
Bostad	26	30

## 5 MÄTNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER

Ett flertal mätningar har genomförts i arbetet med Skeppsholmsviken, följande avsnitt beskriver genomförda ljudmätningar.

Ljudtrycksnivån registrerades med mätning över tre helger vid tre olika positioner för att få en förståelse om hur ljudmiljön är vid Gröna Lund och närmast angränsande bostäder. Figur 3 visar var mikrofoner placerades. Samtliga mätningar, förutom mät punkt 3, genomfördes monterade dikt an mot fasad. En så kallad "+6dB-mätning" enligt Naturvårdsverkets metod för immissionsmätning av externt industribuller, SNV 6/1984. Mät punkt 3 mättes i frifält, monterat på spö ca 3 meter ovan tak. En längre mätning har utförts vid mät punkt MP2 där ljudnivåer även registrerats mellan den 4/7-2017 och 17/8-2017.

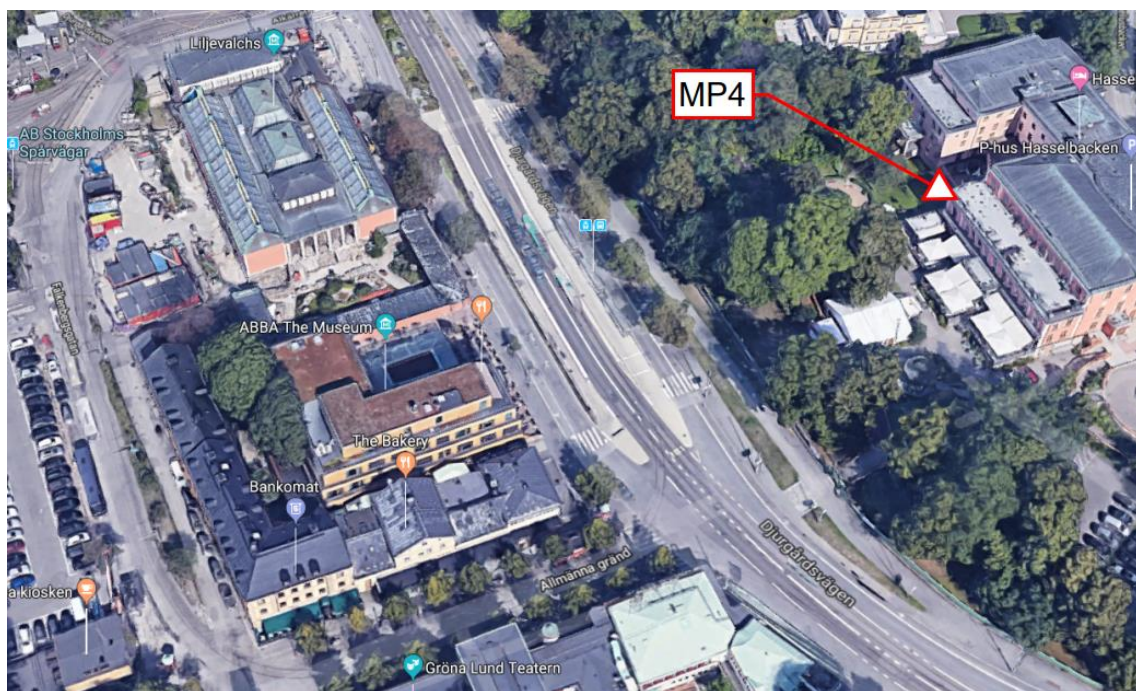
Ljudnivåer har registrerats under tre helger i september 2016 då hela anläggningen var i full drift. Ljudnivåer har även registrerats under juli och augusti 2017 vilket bedöms vara högsäsong för tivolverksamheten. Ljudtrycksnivåer uppmätta under dessa perioder har analyserats både avseende dess förändring i tid och frekvens. Underlaget från dessa mätningar har sedan använts för att kalibrera den beräkningsmodell som använts för att beräkna ljudnivåer vid ett scenario av utbyggd tivolverksamhet vid Skeppsholmsviken, se Avsnitt 7.2.

En kompletterande mätserie genomfördes även vid Hasselbacken för att kontrollera ljudnivåerna i området som ansluter till Hazeliusbacken och för att se hur en utökning av Gröna Lund vid Skeppsholmsviken påverkar detta område. Denna mätning genomfördes mellan 2019-06-20 och 2019-06-25 och mät positionen som vi valt att kalla MP4 ses i Figur 4.

Under den tid som tivolverksamheten är i full drift kan ljudbilden närmast beskrivas som ett stationärt sus, brus eller vimmel. Det är aldrig någon period av tystnad och även om ljudbilden har momentana inslag är detta inte dessa som är dimensionerande.



Figur 3: Placering av mätare under loggning av ljudtrycksnivå.



Figur 4. Mätposition vid Hasselbacken. Mikrofon monterad på glasrädde vid Hasselbackens terrass.

## 5.1 UTFÖRANDE OCH MÄTUTRUSTNING

Mätningarna av ljudnivåer utfördes mellan 2016-09-16 – 2016-09-19, 2016-09-22 – 2016-09-26 och 2016-09-29 – 2016-10-03 av Daniel Wärnelid och Tobias Allgulander. Mätning av fasadisolering genomfördes 2017-07-11 av Gustav Spjuth. Kompletterande bakgrundsljudmätning genomfördes mellan 2019-06-20 och 2019-06-25 av Viking Schumacher.

Använda instrument vid mätningarna och dess beteckningar redovisas i nedanstående tabell. Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet enligt nationella och internationella referenser enligt Tyréns kvalitetsstandard.

Tabell 7: Utrustning som användes vid mättillfället.

Typ av utrustning	Fabrikat	Modell	Intern-beteckning	Serienummer
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA01s <sup>1</sup>	1403386
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA02s	1403387
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA03s	1403388
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA04s	1403561
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA08s <sup>2</sup>	1405724

<sup>1</sup>Användes även vid mätning av fasadisolering.

<sup>2</sup>Användes även vid mätning av MP4.

## 5.2 UPPMÄTTA LJUDNIVÅER

Nedan presenteras resultat från ljudnivåmätningen.

Tabell 8: Resultat från mätning. Mätpunkter enligt Figur 3 och Figur 4. Samtliga resultat redovisas som frifält eller till frifältkorrigerade ljudnivåer.

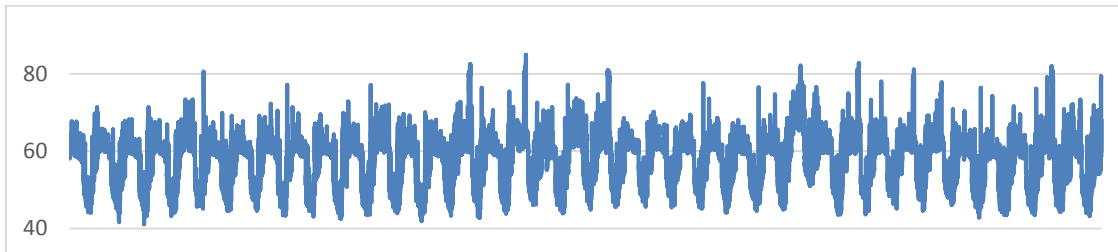
Mätpunkt	Ekvivalent ljudtrycksnivå [dBA]		
	Under öppettider ex konsert	Under konsert	Bakgrundsnivå (kl 0100-0600)
MP1	70	78	46
MP2	64	64	45
MP3	72	81	53
Kompletterande mätpunkt vid Hasselbacken <sup>1</sup>			
	Dagtid	Bakgrundsnivå (kl 0100-0600)	
MP4	60	47	

<sup>1</sup>Inga konserter pågick under mätperioden. Konserter inverkar ej på ljudnivån från framtida utbyggnad varför avsaknaden av dessa inte påverkar bedömningen.

Bakgrundsnivåerna som mättes mellan kl 0100-0600 överskrider 40 dBA ekvivalent A-vägd ljudnivå mot fasad vilket är industribullerkravet för perioden NATT (kl 2200-0700) enligt Naturvårdsverkets allmänna råd. Detta område ligger öppet mot Stockholms innerstad, överskridande värden beror på trafikbuller, naturljud och andra källor som ej är relaterat till tivoliverksamhet.

### 5.2.1 LÅNGTIDSMÄTNING

För att ytterligare skapa en uppfattning och förbättra beskrivningen av områdets ljudbild har två loggande ljudnivåmätare varit monterade i området under de mest intensiva sommarveckorna.



Figur 5. Uppmätt ekvivalent ljudnivå uppmätt mellan den 4/7-2017 och 17/8-2017. Ljdnivåer avser frifältskorrigerade A-vägda ljudtrycksnivåer.

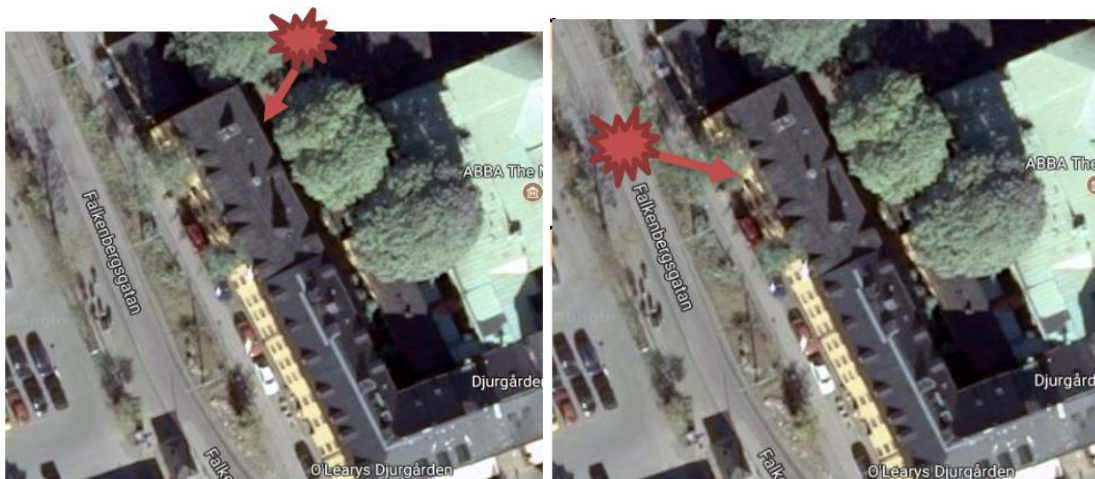
Resultatet från dessa långtidsmätningar styrker de resultat som noterades vid de tidigare mätningar som genomfördes i september 2016. I Figur 5 ses resultat från långtidsmätning vid samma position som för MP2 i Avsnitt 5.2. Ljudnivån går ner under natten men understiger aldrig 40 dBA och ett generellt dagsekvivalent värde är drygt 60 dBA vilket tidigare konstaterats för mätplats Allmänna gränd.

### 5.3 UPPMÄTT FASADISOLERING

För att bedöma resulterande inomhusnivå har en mätning av fasadens ljudisolerande förmåga genomförts vid Kv Konsthallen 14. I Figur 6 markeras läge där kontrollmätning genomförts, mätningen genomfördes på våning 3. Samtliga bostäder längsmed Falkenbergsgatan är s.k. genomgående och de boende har tillgång till både vy mot Falkenbergsgatan och innergård.

Byggnadens ursprungliga fönster har bytts på senare tid, sannolikt en energibesparande åtgärd. Befintliga fönster är dock anpassade till den kulturhistoriska miljön och fönster är försedda med utanpåliggande spröjs.

Fönsterkonstruktionen är av typ öppningsbara 2-glas, närbild på fönsterkonstruktion och bild på fasad redovisas i Figur 7. Redovisad fasadisolering är den ljudisolering yttrevägg, fönster och eventuella don sammanlagt uppfyller. Uppmätt ljudisolering uppgår till  $R'_{w45} = 36$  dB både för fasad som vetter mot Falkenbergsgatan och fasad som vetter mot innergård, se Figur 6 och Figur 7.



Figur 6. Mätpositioner Kv Konsthallen 14, Falkenbergsgatan 5.





Figur 7. Närbild på fönsterkonstruktion och bild på fasad sett från innergård och från Falkenbergsgatan.

## 6 VIBRATIONSUTREDNING

För att utreda hur vibrationer från Gröna Lund påverkar angränsande omgivning har vibrationsnivåer uppmätts i området. Vibrationsnivåer mättes mellan 30 augusti och 5 september 2018. Mätperioden inkluderar en helg.

Verksamheten inom Gröna Lund har ingen specifik attraktion eller utrustning som bedöms extra vibrationsdrivande. Utredningen har genomförts för att fånga upp eventuella riskmoment.

Mätpositionerna vid Falkenbergsgatan och Lilla Allmänna Gränd är monterade i anslutning till bostad medan en vibrationsgivare monterades inne på en av Gröna Lunds mest vibrationsutsatta platser.



Figur 8. Mätpositioner, vibrationsmätning mellan 2018-08-30 och 2018-09-05

## 6.1 RESULTERANDE VIBRATIONSIVÅER

Resulterade vibrationshastigheter underskrider väl nivåer för måttlig störning. I Tabell 9 nedan redovisas vägda vibrationshastigheter från mätningen. Analys av mätresultat kan ej påvisa någon korrelation mellan verksamhet inom Gröna Lund och resulterande vibrationsnivåer i anslutning till bostäder.

Tabell 9. Uppmätta vibrationsnivåer.

Mätunkt:	Uppmätt vägd vibrationshastighet [mm/s]	
Falkenbergsgatan	Fmax	0,199
	Eq	0,065
Inne på Gröna lund	Fmax	0,195
	Eq	0,067
Lilla Allmänna Gränd	Fmax	0,060
	Eq	0,005

## 7 BERÄKNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER

### 7.1 BERÄKNINGSMODELL

För ljudutbredningsberäkningar från Gröna Lund har beräkningsmodellen Svensk Standard ISO 9613 används.

Beräkningarna har genomförts med programmet SoundPlan (version 7.4) från Braunstein + Berndt GmbH. Programmet utnyttjar tredimensionella digitalkartor över området, även inkluderande byggnader. Utbredningsdämpning, markabsorption, skärmning, reflektioner mm., hanteras automatiskt av programmet i enlighet med rådande beräkningsmodeller.

I beräkningarna används en sökradie mellan källa och mottagare som för direktbidraget är 5000 meter och för reflexerna 50 meter från källposition och 200 meter från mottagarposition. 3 reflexer har använts.

Geografisk data har levererats av Jonas Sjöberg på Tillsammans Studio.

### 7.2 KÄLLDATA

Verksamheten inom Gröna Lund består av en mängd bullerkällor av olika slag. Det är buller från människor i form av rop, skratt och skrik, musik, maskiner och åkattraktioner och säkerligen mycket mer. För att kunna beräkna ett framtida scenario med utbyggd tivolverksamhet har hela den befintliga verksamheten inom Gröna Lund definierats som en bullerkälla med hjälp av flera punktkällor. Till grund för detta har ljudnivåer uppmätta enligt Avsnitt 5 använts. Således är alla tänkbara ljud som är kopplade till verksamheten Gröna Lund inkluderade i beräkningsmodellen.

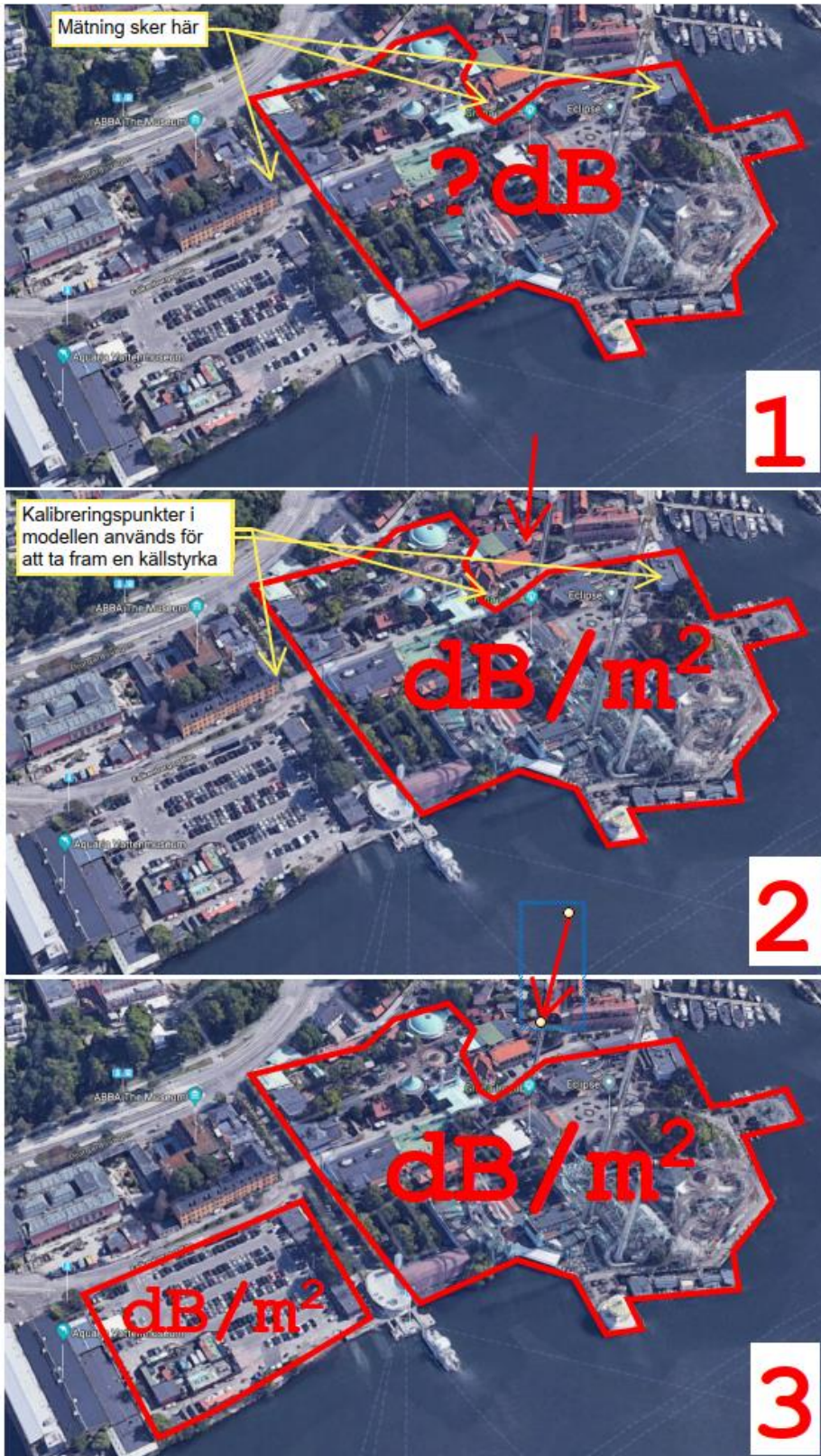
Beräkningsmodellen har justerats för att överensstämja med den ekvivalenta ljudtrycksnivå som uppmätts under genomförda mätningar. Syftet var att kalibrera beräkningsmodellen över Gröna Lund så att beräkningsresultat vid punkter enligt Figur 3 överensstämde med uppmätt ljudnivå enligt Tabell 8. De uppmätta ljudnivåerna kan i någon mån vara överskattade då ljud från andra ljudkällor än Gröna Lund inte varit möjliga att filtrera bort. Detta tillvägagångssätt är översiktligt beskriven i punkter nedan och illustreras i Figur 9.

- *Steg 1 - Ljudmätning görs i tre punkter*
- *Steg 2 - Modell kalibreras för att överensstämja med mätning. Här härleds även en ljudeffekt som definierar källstyrkan vid tivolverksamhet.*
- *Steg 3 - Härledd källstyrka implementeras över planområde Skeppsholmsviken och omgivningsbuller beräknas.*

Underlag för en eventuell berg- och dalbana har hämtats från en tidigare utredning där källstyrka på en liknande berg- och dalbana uppmätt på Knott's Berry Farm i Los Angeles<sup>2</sup>. Två berg- och dalbanevarianter har beräknats där den första varianten är 35 m hög och den andra berg- och dalbanan är 60 m hög. Bansträckningen är placerad i planområdets norra del med den högsta punkten 35 meter respektive 60 meter närmast Falkenbergsgatan, se Figur 10. En avgörande faktor är avståndet mellan berg- och dalbana och bostadshus, framförallt där bansträckningen inte skärmas av andra byggnader. Bansträckningens minsta avstånd till närliggande bostadshus är 30 m i den genomförda beräkningen.

---

<sup>2</sup> R01-264988\_Bullerutredning Gröna Lund.pdf daterad 2017-02-21



Figur 9. Översiktlig beskrivning av tillvägagångssätt för bullerberäkning av utbyggd tivolverksamhet vid Skeppsholmsviken.

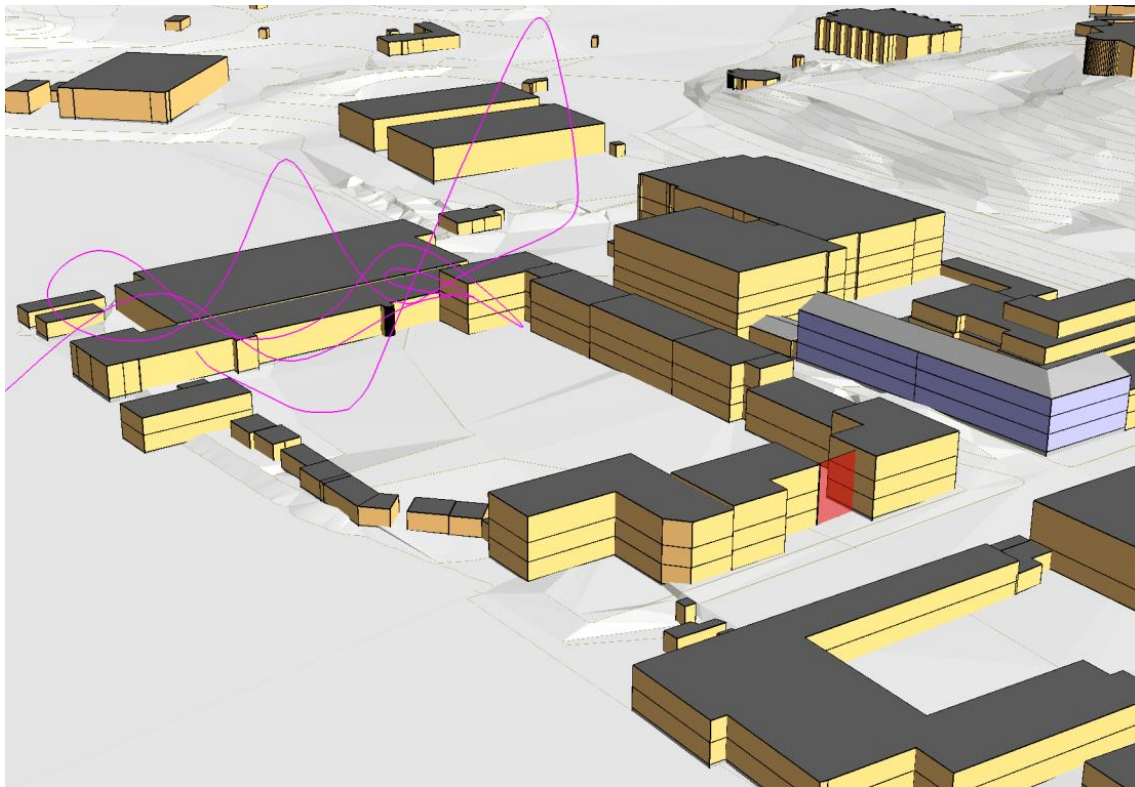
### 7.3 ANTAGANDEN

I bullerberäkningen har nockhöjd på randbebyggelsen antagits vara cirka +13 meter (över havsnivån) med undantag för det lägre huset där husets nockhöjd antagits vara +10 meter, se beräkningsmodell i Figur 10. Tivoliområdets randbebyggelse mot Falkenbergsgatan är längan mitt emot den blå byggnaden som markerar bostadshuset.

Plankartans nockhöjd för randbebyggelsen är +17 meter och byggnadshöjd +12,5. Det låga huset i randbebyggelsen har nockhöjd +13 meter och byggnadshöjd +9,5. Hörnhuset mot Allmänna Gränd har nockhöjd +19 meter och byggnadshöjd +14,5. Således kommer den helt slutna randbebyggelsen skärma buller från den planerade tivoliverksamheten, se i Figur 10.

Byggnader mot Lilla Allmänna Gränd antogs vara helt slutna mellan gata och Gröna Lund.

Samtliga källor som användes för beräkning avser 2 meter över mark, förutom berg- och dalbanan som användes i beräkning AK03, AK08 och AK09. Tyréns har tidigare räknat på berg- och dalbanor i form av linjekällor enligt branschpraxis i tidigare uppdrag åt Gröna Lunds Tivoli. I Figur 10 ses scenariot med berg- och dalbana.



Figur 10: Exempel på Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer) placerad inom planområdet.

## 7.4 RESULTAT

Beräkningsresultat i form av bullerkartor bifogas i denna rapport, se Bilaga AK01 – AK14. Nedan redovisas beräkningsresultat av ekvivalent ljudnivå från samtliga beräkningsfall. Beräkningarna avser ljudnivåer då tivoliverksamheten är i full drift. Tydligare förklaringar av bullerkartorna hittas i bilagorna.

Beräkningsmodellen som används vid Gröna Lund har justerats mot resultat från genomförda ljudmätningar, enligt beskrivning i Avsnitt 5.2 och 7.2. Den resulterande källstyrkan från befintlig tivoliverksamhet har därefter används vid bedömning av buller för det nya planområdet, Skeppsholmsviken.

Bostäder längsmed Lilla Allmänna gränd ca: 250 meter söder om planområdet eller Hazeliusbacken, Djurgårdsslätten, Skeppsholmen och Djurgårdsstaden påverkas ej av den planerade utbyggnaden av Gröna Lund. Flertalet skärmande byggnader samt områdets relativt urbana ljudmiljö bidrar till att minimera området av ökad bullerbelastning till ca 100 m från plangräns. I Avsnitt 7.4.2 redovisas beräkning av den ökade bullerlasten vid Hazeliusbacken till följd av utökad tivoliverksamhet vid Skeppsholmsviken. Mätresultat i Avsnitt 5.2 visar på en bakgrundsnivå som överskrider beräknade ljudnivåer. De fastigheter vid Hazeliusbacken som vetter mot Djurgårdsvägen har redan idag ljudnivåer som uppgår till ca 60 dBA enligt mätning. Beräkningsresultat visar att ljudnivåökningen inte uppgår till den nivå som medför att den totala bullerlasten ska öka.

Alla markerade bostäder inom beräknat område får i samtliga fall överskridande värden enligt Naturvårdsverkets allmänna råd för externt industribuller. Ljudnivåer vid bostäder i området härstammar från både Gröna Lunds verksamhet och övrig aktivitet från Stockholms innerstad.

Innergården i Kv Konsthallen 14 uppfyller inte de kriterier som anges för s.k. tyst sida eftersom ljudnivån väl överskrider 45 dBA för Dag och Kväll samt 40 dBA för tidsperioden Natt. Ljudnivån uppgår idag till mellan 55 till 66 dBA vid fasader mot Allmänna Gränd och Falkenbergsgatan som i sin tur vetter mot Gröna Lunds tivoliområde. Ljudnivån på fastighetens innergård ligger idag mellan 48 till 56 dBA. Ljudnivån beräknas öka med mellan 1 och 7 dB-enheter vid scenariot med utbyggd tivoliverksamhet vid planområdet Skeppsholmsviken.

### 7.4.1 BERG OCH DALBANA

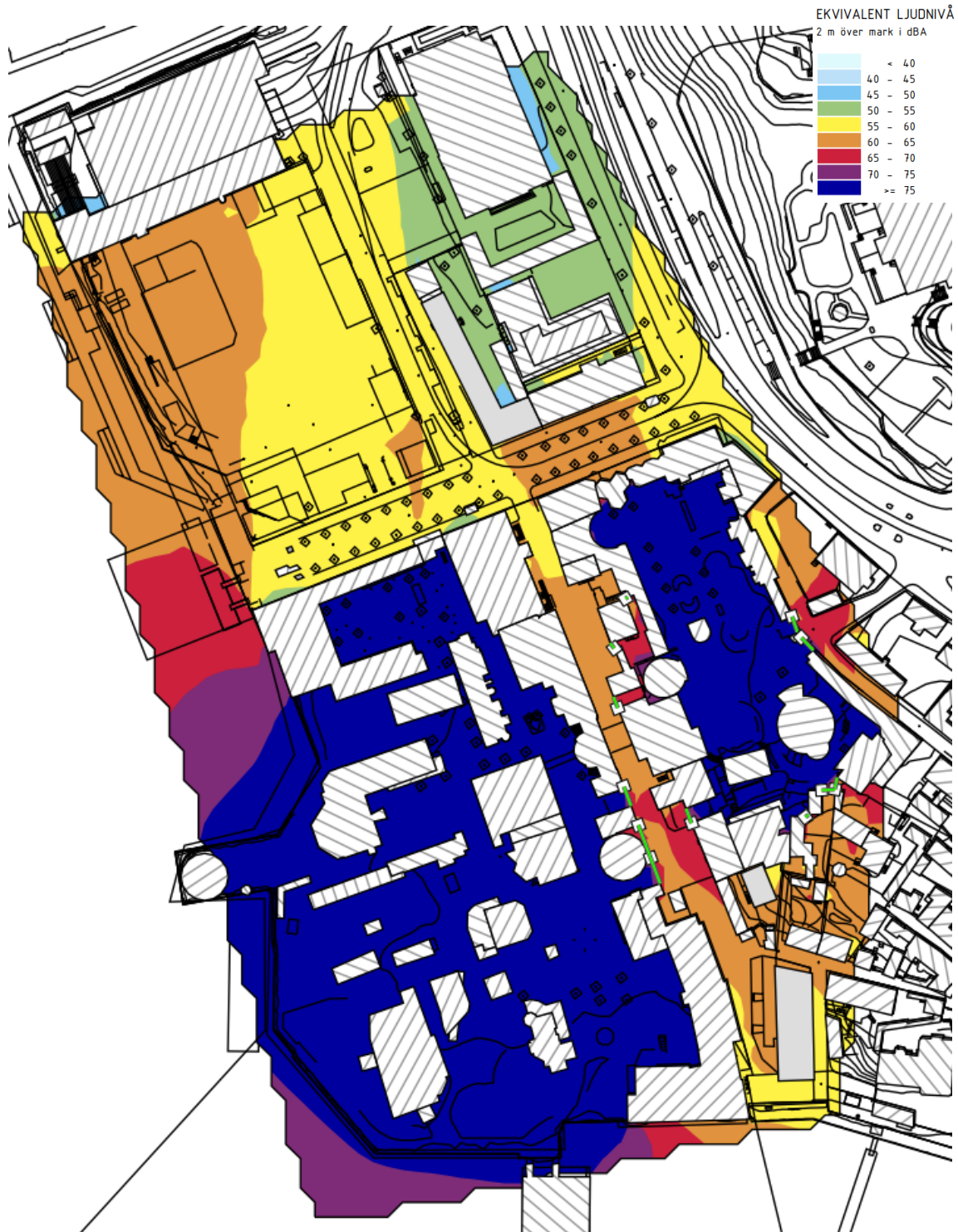
Beräkningsresultat visar mycket liten eller ingen skillnad mellan 35 m och 60 m hög berg- och dalbana. Effekten av att vrida berg- och dalbanan så att högsta punkten är så långt från bostäderna som möjligt har även det endast marginell effekt. Anledningen till detta är att berg- och dalbanans utbredning längs randbebyggelsen vid Falkenbergsgatan är dimensionerande så snart den är högre än den skärmande randbebyggelsen. Då delar av en eventuell berg- och dalbana med största sannolikhet sträcker sig över höjden 10 meter resulterar det i att berg- och dalbanan blir en oskärmad ljudkälla.

Tabell 10: Samtliga beräkningar presenterade i form av bullerkartor.

Bilaga	Beskrivning
AK01	Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under nuläge, öppettider.
AK02	Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusivt nytt område på befintlig parkeringsplats.
AK03	Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusivt en 35 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats.
AK04	Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under öppettider. Inklusivt en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats.
AK05	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider. Vy från sydväst.
AK06	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider. Vy från nordöst.
AK07	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt nytt område på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
AK08	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt nytt område på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
AK09	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 35 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
AK10	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 35 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
AK11	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
AK12	Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.
AK13	Fasadbullerkarta redovisande Maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 35 till 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från sydväst.
AK14	Fasadbullerkarta redovisande Maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad under öppettider. Inklusivt en 35 till 60 m hög berg-och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Vy från nordöst.



I Figur 11 redovisas ekvivalent ljudnivå 2 meter över mark för nuläge då Gröna Lund är öppet. Ytor i närheten av bostäder norr och söder om Gröna Lund erhåller ljudnivåer runt 60 dBA. Område vid befintlig parkering innehåller ljudnivåer runt 60 dBA.



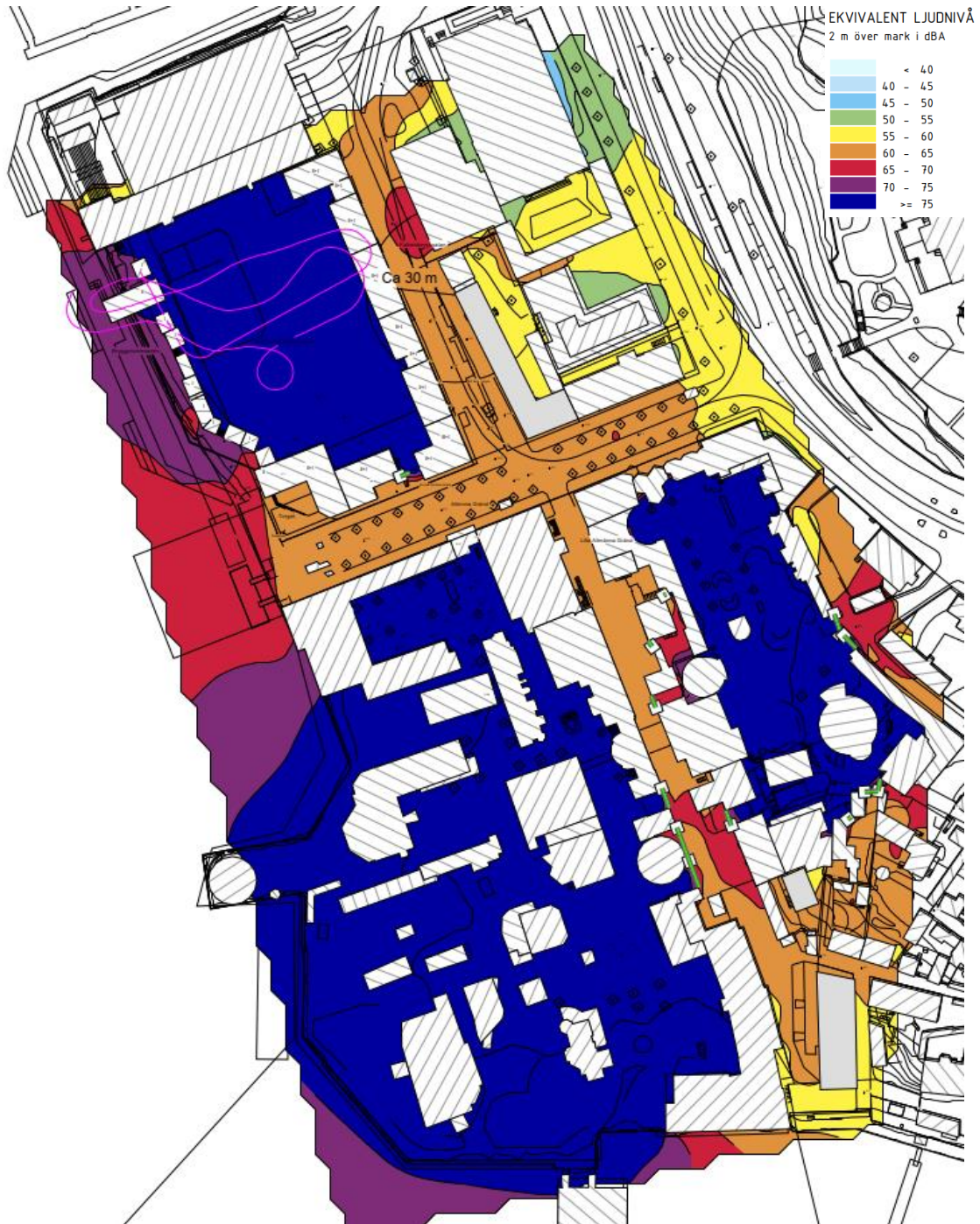
Figur 11: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under nuläge, öppettider. Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 12 redovisas ekvivalent ljudnivå 2 meter över mark då Gröna Lund är öppet inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats. Ytor i närheten av bostäder norr och söder om Gröna Lund erhåller ljudnivåer runt 60 dBA. Planområde vid befintlig parkering innehåller ljudnivåer över 75 dBA.



Figur 12: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusivt nytt område på befintlig parkeringsplats. Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 13 redovisas ekvivalent ljudnivå 2 meter över mark då Gröna Lund är öppet inklusive exempel på en 35 m hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Ytor i närheten av bostäder norr och söder om Gröna Lund erhåller ljudnivåer mellan 60 och 65 dBA. Område vid befintlig parkering innehåller ljudnivåer över 75 dBA.



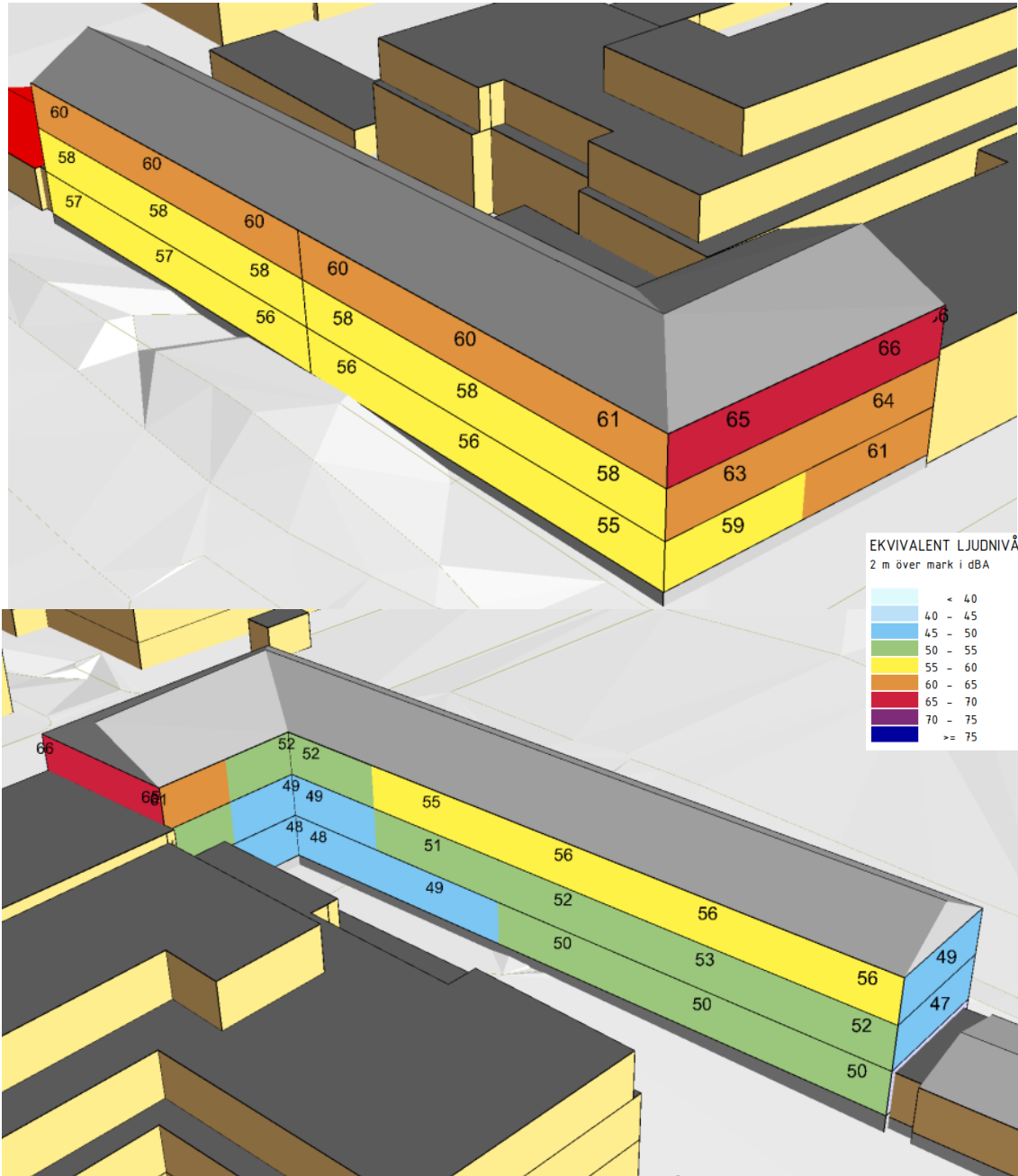
Figur 13: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusive exempel på en 35 m hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer). Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 14 redovisas ekvivalent ljudnivå 2 meter över mark då Gröna Lund är öppet inklusive exempel på en 60 m hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Ytor i närheten av bostäder norr och söder om Gröna Lund erhåller ljudnivåer mellan 60 och 65 dBA. Område vid befintlig parkering innehåller ljudnivåer över 75 dBA.



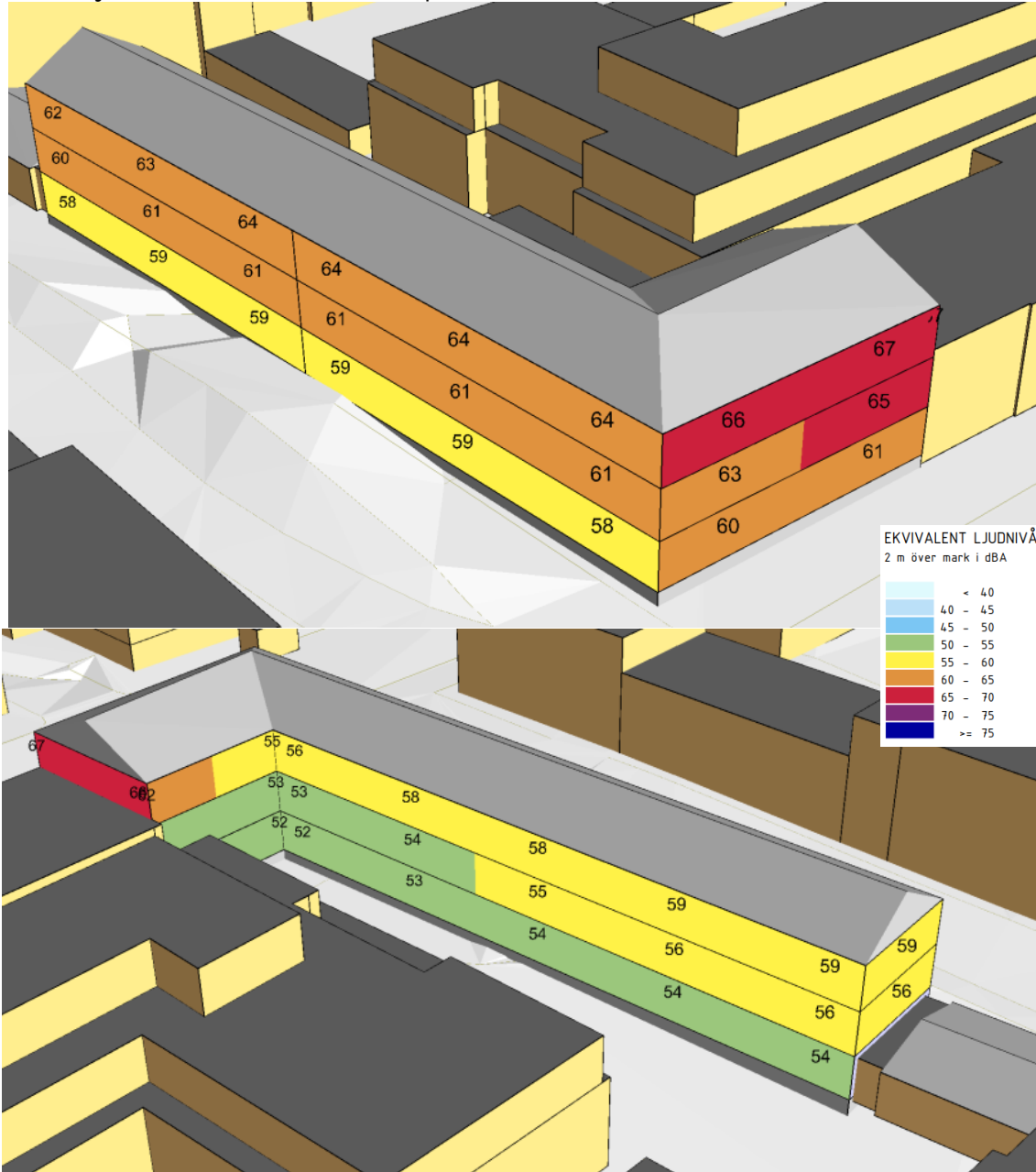
Figur 14. Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusive exempel på en 60 meter hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer). Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 15 redovisas ekvivalent ljudnivå för närmaste bostadsfasad i nuläge då Gröna Lund är öppet. Fasader erhåller ljudnivåer runt 60 dBA. Övre plan som vetter mot Allmänna gränd beräknas som högst LAeq 66 dB. På innergård varierar ljudnivån mellan 48 till 56 LAeq dB.



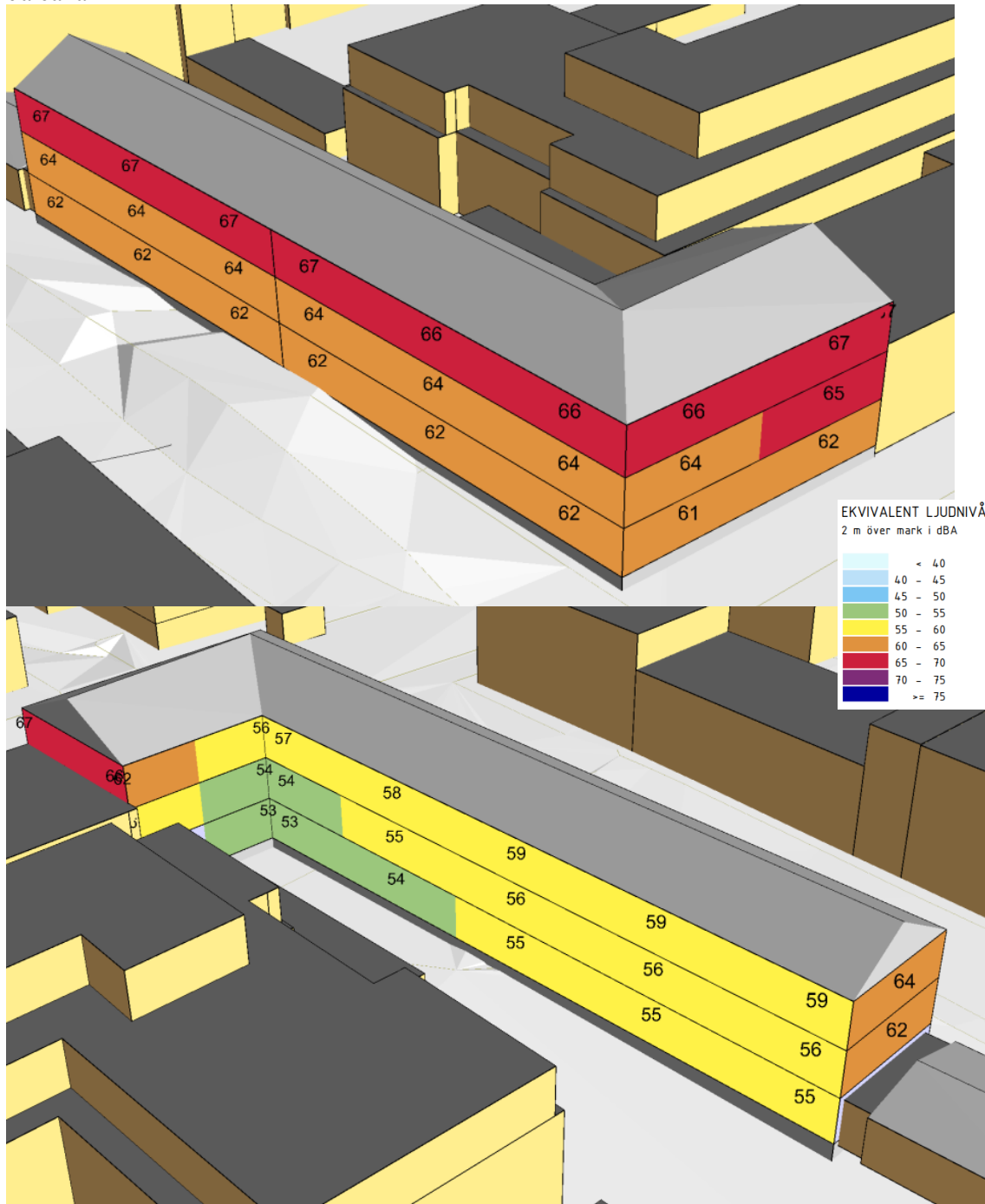
Figur 15: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider.

I Figur 16 redovisas ekvivalent ljudnivå närmast bostadsfasad då Gröna Lund är öppet inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats. Fasader erhåller ljudnivåer upp till 64 dBA mot Falkenbergsgatan och mot Allmänna gränd beräknas som högst LAeq 67 dB. På innergård varierar ljudnivån mellan 52 till 59 LAeq dB.



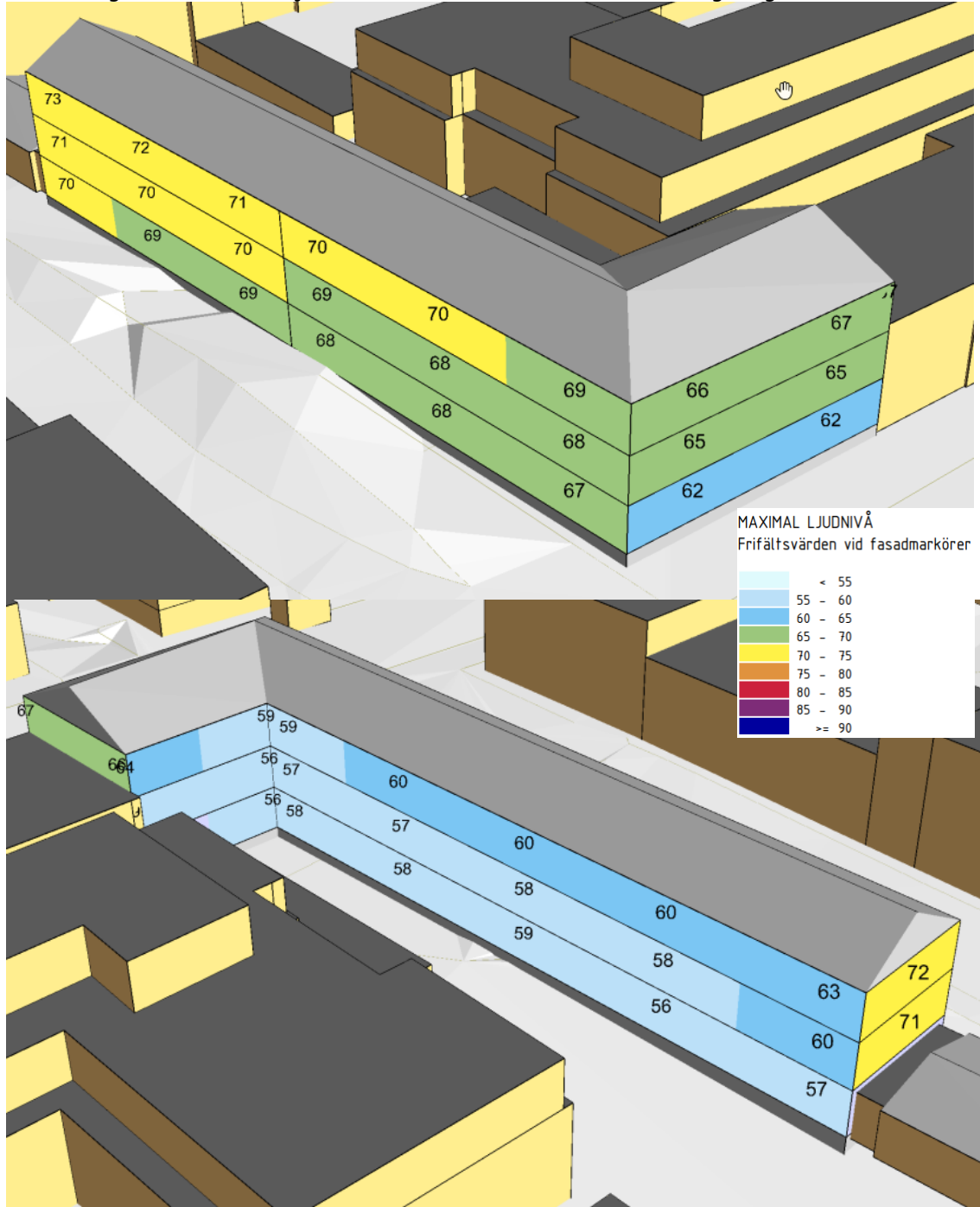
Figur 16: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad då verksamhet är öppen. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats.

I Figur 17 redovisas ekvivalent ljudnivå närmast bostadsfasad då Gröna Lund är öppet inklusive exempel på berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Fasader erhåller ljudnivåer mellan 60 och 67 dBA mot Falkenbergsgatan och som högst 67 dBA mot Allmänna gränd. Beräknade ljudnivåer avser högsta ljudnivåer beräknade med 35 meter hög berg- och dalbana.



Figur 17: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad då verksamhet är öppen. Inklusive berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Avser både 35 m hög berg- och dalbana.

I Figur 18 redovisas maximal ljudnivå närmast bostadsfasad då Gröna Lund är öppet inklusive exempel på berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Fasader erhåller maximala ljudnivåer som uppgår till 73 dBA mot Falkenbergsgatan och som högst 67 dBA mot Allmänna gränd. Beräknade ljudnivåer avser både 35 och 60 meter hög berg- och dalbana.



Figur 18. Fasadbullerkarta redovisande maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad då verksamhet är öppen. Inklusive berg –och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Avser både 40 m och 60 m hög berg- och dalbana.



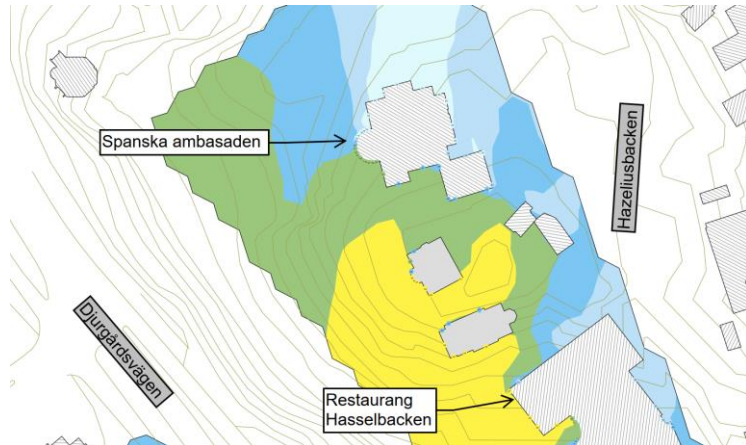
#### 7.4.2 LJUDNIVÅPÅVERKAN PÅ OMRÅDEN LÄNGRE BORT ÄN 100 METER

Nedan redovisas den ökade bullerlasten i området runt Hazeliusbacken. Beräknade ljudnivåer avser endast ljudbidrag från Gröna Lund och inkluderar ej bullerkällor från andra angränsande verksamheter eller trafikbuller från väg- och spårtrafik. Bidraget från Gröna Lund beräknas öka som mest med 5 dB vid spanska ambassaden och som mest 1 dB vid Hasselbackens restaurang med ett scenario av utbyggd verksamhet vid Skeppsholmsviken. Dock har denna ljudnivåökning ingen påverkan på totala ljudnivån i området då ljud från trafik och andra aktiviteter påverkar mer. Eftersom en summering av decibel görs med logaritmisk summering så blir till exempel skillnaden mellan additionerna 50 dB + 60 dB och 55 dB + 60 dB endast 0,8 dB. (60,4 - 61,2).

##### Bullerpåverkan av Gröna Lund - Nuläge

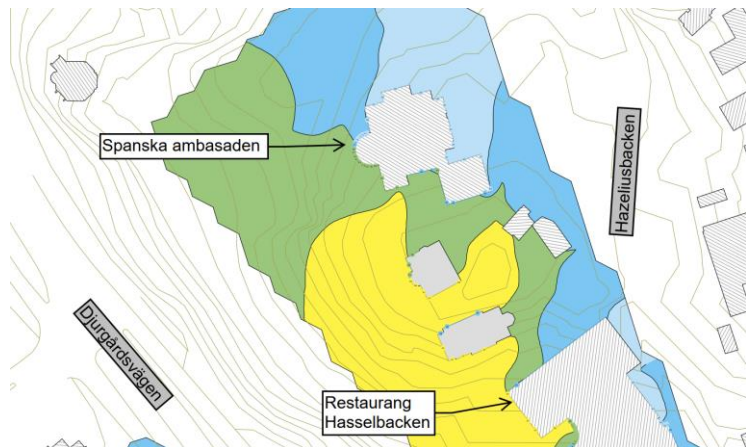
1. LAeq Spanska ambassaden - 52 dBA
  2. LAeq Restaurang Hasselbacken 57 dBA
- EKVIVALENT LJUDNIVÅ dBA

	< 40
	40 - 45
	45 - 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65



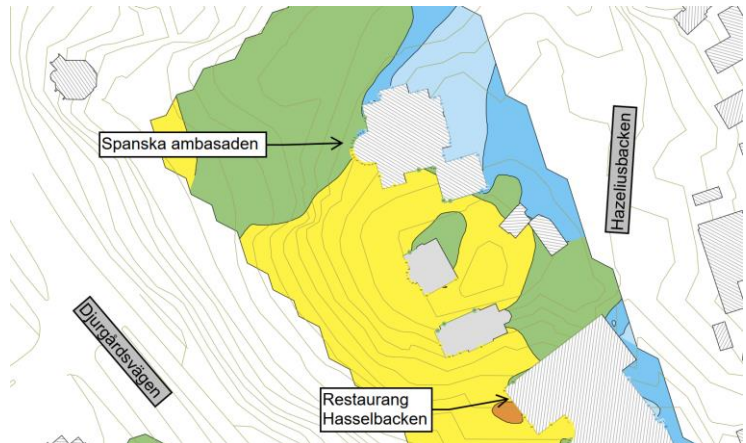
##### Bullerpåverkan av Gröna Lund - Utökad verksamhet vid Skeppsholmsviken exklusive berg- och dalbana.

1. LAeq Spanska ambassaden - 53 dBA
2. LAeq Restaurang Hasselbacken 57 dBA



##### Bullerpåverkan av Gröna Lund - Utökad verksamhet vid Skeppsholmsviken inklusive berg- och dalbana.

1. LAeq Spanska ambassaden - 57 dBA
2. LAeq Restaurang Hasselbacken 58 dBA



## 8 BERÄKNADE LJUDNIVÅER INOMHUS

Med hjälp av uppmätta ljudtrycksnivåer i området, uppmätt ljudisolering hos fasad (se Avsnitt 5.3) och ljudnivåberäkningar vid fasad för olika scenarion har resulterande ljudnivå inomhus i bostäder beräknats. Folkhälsomyndighetens allmänna råd FoHMFS 2014:13 som anger att maximalt ljud  $L_{AFmax}$  45 dB och Ekvivalent ljud  $L_{Aeq,T}$  30 dB är riktvärden som skall tillämpas inomhus vid bedömning av om olägenhet för människors hälsa föreligger, för ljud med hörbara tonkomponenter och/eller ljud från musikanläggningar rekommenderas  $L_{Aeq,T}$  25 dB.

Ljudnivån i området kommer i ett utbyggt scenario vara liknande dagens ljudbild som består av trafik, mekaniska ljud från båtar och attraktioner på Gröna Lund, musik och ljud från människor inom och utanför Gröna Lunds område. Ljudkällorna är många och de varierar i styrka och frekvens. Då ljudisoleringen hos fönster och ytterväggskonstruktioner generellt ökar vid högre frekvenser dämpas högfrekventa ljudkällor mer än lågfrekventa. Exempel på högfrekventa ljudkällor kan vara skrik och rop, exempelvis är det mer vanligt att musikens bastoner hörs genom ett stängt fönster än exempelvis sång och gitarr.

Med dagens situation beräknas ljudnivåer inomhus ligga i paritet med riktvärden enligt Folkhälsomyndigheten  $L_{Aeq,T}$  30 dB.

Enligt utformning av planförslaget kommer ljudnivån vid fasad öka upp till 7 dB utmed Falkenbergsgatan och innergården medan ljudnivån utmed Allmänna Gränd beräknas öka med 1 dB. För att erhålla inomhusnivåer som ryms inom Folkhälsomyndighetens riktvärden i dessa bostäder krävs fönsteråtgärder. Den totala fasaden bör minst uppfylla ljudisolering  $R'w$  49 dB<sup>3</sup> för att ljudnivån inomhus  $L_{Aeq,T}$  25 dB skall vara möjlig att uppnå.

Maximala ljudnivåer är ej dimensionerande.

### Så här har vi tänkt

Ljud från Gröna Lund mot bostäder i ett utbyggt scenario har beräknats som mest uppgå till 67 dBA längsmed Falkenbergsgatan. Som mest är detta en ökning med 7 dB mot dagens ljudnivå.

Vår utgångspunkt är att Folkhälsomyndigheten allmänna råd  $L_{Aeq,T}$  25 dB skall uppfyllas inomhus.

Ljudnivå inomhus har uppskattats med nedanstående uttryck

$$L_2 = L_1 - R(\text{uppmätt reduktionstal}) + 10 \log \frac{S(\text{fasadytan})}{A(\text{ekvivalent absorptionsarea i rummet})}$$

Resulterande ljudnivå i rum i bostad varierar beroende på ljudnivån vid fasad, ljudisolering hos fönster och yttervägg, fasadytan samt rummets absorberande egenskaper. Standardiserade schablonvärden har använts för bostadsrummets akustiska egenskaper.

$$L_2 = 67_{L1} - 49_R + 10 \log \frac{10_S}{10_A}$$

$$L_2 = 23 \text{ dBA inomhus ink. 3 dB maginal}$$

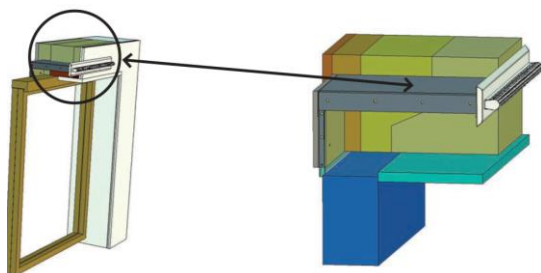
<sup>3</sup> Exempelvis, förutsatt att ljudnivån inomhus idag är 30 dBA. Då ljudnivån inomhus skall reduceras till 25 dBA samtidigt som ljudnivån utomhus förväntas öka med 5 dB-enheter resulterar detta i att ljudisoleringen hos fönstren bör ökas med 10 dB. Befintliga fönster skall åtgärdas från dagens uppmätta  $R'w$  36 dB till  $R'w$  49 med en dimensioneringsmarginal om + 3 dB enheter används.

## 8.2 FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

Fönster som vetter mot Falkenbergsgatan och Allmänna gränd kan försees med nya fönster som uppfyller angivna ljudisoleringsvärden, det finns flera leverantörer som har fönsterkonstruktioner som uppfyller dessa funktionskrav. För att det totala reduktionstalet  $R'w$  49 dB skall vara möjligt att uppnå måste ny fönsterkonstruktion minst uppfylla ett labbvärde  $R_w$  49 dB. Detta i kombination med yttervägg bedöms med rimlig marginal motsvara total ljudisolering  $R'w$  49 dB.

Åtgärder kan göras på befintliga fönster. För att fönsteråtgärden skall få en tillräcklig ljudisolerande effekt krävs ett relativt tjockt ljudlaminatglas (min 6 mm) som monteras på en extra båge med ett avstånd på minst 100 mm från befintligt fönster. Karmen försees med en absorbent som förslagsvis konstrueras med en akustikduk bakom en perforerad faner. För att undvika problem med friskluft och ventilering skall ljuddämpande friskluftsintag monteras i samband med montage av fönsteråtgärd, friskluftsventiler med tillräcklig ljuddämpning produceras av exempelvis Casamja, Hiak och Purmo se illustrationer i Figur 19. Friskluftsintag skall minst motsvara  $D_{n,e,w}$  50 dB. Liknande fönsteråtgärder har tidigare utförts på Lilla Allmänna Gränd 15 där den kulturhistoriska miljön varit högt prioriterad.

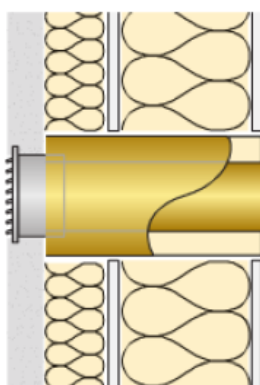
*Friskluftventil från Casamja*












*Friskluftventil från Hiak*



*Friskluftventil från Purmo*



### RUND VÄGGENOMFÖRING

Tvärsektion	Beteckning	Utv. $\phi$	Inv. $\phi$	Benämning	$D_{n,e,w}$ *)	Hål $\phi$	Ljudreduktion $R_w$ (dB) **)		
							Väggenomföring	200	300
	AIR1	105	100	Teleskopisk kanal i galvaniserad plåt	100	110	39	39	39
	AIR2-102	143	102	Ljudrör med plast	100	150	40	42	45
	AIR2-83	143	83	Ljudrör med plast	80	150	46	50	54
	AIR3-102	143	102	Ljudrör med plast/baffel	90	150	42	44	47
	AIR3-83	143	83	Ljudrör med plast/baffel	70	150	49	53	57
	AIR4-102	143	102	Ljudrör utan plast	100	150	44	46	49
	AIR4-83	143	83	Ljudrör utan plast	80	150	53	57	60
	AIR5-102	143	102	Ljudrör utan plast/baffel	90	150	47	49	52
	AIR5-83	143	83	Ljudrör utan plast/baffel	70	150	57	60	62

\*) Ekvivalent kanaldiameter med ytterväggsgaller 75 %.

\*\*) Referensareal 10 m<sup>2</sup>,  $R_w = D_{n,e,w}$

Figur 19. Ljuddämpande ventil från Casamja som dämpar upp till  $D_{n,e,w}$  53 dB. Ljuddämpande friskluftventil från Hiak kan dämpa upp till  $D_{n,e,w}$  65 dB och dämpande ventil från Purmo har ventiler som klarar  $D_{n,e,w}$  62 dB. Ventilering av luftspalt mellan tilläggsruta och befintligt fönster rekommenderas för att undvika kondensproblematik.

## 9 SLUTSATS

Avseende bullerkällor tillhörande tivoli verksamheten som åkattraktioner och spelvagnar föreslås att buller skall bedömas enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd FoHMFS 2014:13 som anger att maximalt ljud  $L_{AFmax}$  45 dB och Ekvivalent ljud  $L_{Aeq,T}$  25 dB är riktvärden som skall tillämpas vid bedömning av om olägenhet för människors hälsa föreligger. I de fall inomhusnivåerna regleras i planbestämmelser i stället för fasadnivåer ges en större frihet att tillämpa tekniska åtgärder. Ljudkällor som avser att betjäna byggnader och annan utrustning av mer klassisk industrikaraktär såsom pumpar, fläktaggregat och liknande bedöms enligt Naturvårdsverkets vägledning om industribuller enligt Rapport 6538.

Buller från attraktioner och liknande är komplexa ljudkällor och kan innehålla bland annat smällar, höga rop och andra impulslyd. På grund av ljudkällornas komplexitet är det svårt garantera någonting ur dämpningssynpunkt och det blir orimligt att hålla sig till industrikraven i dessa fall. Förslagsvis dämpas alla nya attraktioner så långt det är tekniskt möjligt och därefter fokusera på att förbättra bostadsfasader inom problemzonen för att uppnå ljudnivån inomhus enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd.

Där det saknas direkt tillämpliga normer finns exempel på prejudicerande domar som beskriver tillämpning av miljöbalken<sup>4</sup>. I fallet detaljplan Skeppsholmsviken är området redan idag påverkat av verksamheten vid Gröna Lund och ljud från Stockholms innerstad. Toleransnivån för ljud från tivoli verksamhet bör enligt tidigare resonemang från mark- och miljööverdomstolen vara något högre i detta område.

Ljudkällor som avser att betjäna byggnader och annan utrustning vilka tydligt ryms inom begreppet industribullerkällor enligt standard och praxis såsom pumpar, fläktaggregat och liknande bedöms enligt Naturvårdsverkets vägledning om industribuller enligt Rapport 6538. Fläktar och pumpar och objekt som kan räknas till industribuller ska klara naturvårdsverkets riktlinjer utomhus, även för nattperioden.

Avseende Kv Konsthallen 14 uppgår ljudnivån idag till mellan 55 till 66 dBA för fasader mot Allmänna Gränd och Falkenbergsgatan som i sin tur vetter mot Gröna Lunds tivoliområde. Ljudnivån på fastighetens innergård ligger idag mellan 48 till 56 dBA. Ljudnivån beräknas öka med mellan 1 och 7 dB-enheter vid scenariot av utbyggd tivoli verksamhet vid Skeppsholmsviken.

Med utgångspunkt från de ljudnivåmätningar och ljudisoleringsmätningar som genomförts bedöms att Folkhälsomyndighetens riktvärden inomhus kan innehållas i dagsläget och de bedöms även vara möjliga att innehålla för ett framtida scenario med utbyggd tivoli verksamhet vid Skeppsholmsviken med lämpliga fönsteråtgärder. Enligt utformning av planförslaget kommer ljudnivåbidraget från Gröna Lund vid fasad öka upp till 6 dB utmed Falkenbergsgatan och innergården medan ljudnivån utmed Allmänna Gränd beräknas öka med 1 dB. Den totala ökningen av omgivningens ekvivalenta buller kommer inte att öka i samma omfattning som ljudnivåbidraget från Gröna Lund. Detta för att området redan idag har en relativt hög bullernivå. För att erhålla inomhusnivåer i dessa bostäder som ryms inom Folkhälsomyndighetens riktvärden krävs fönsteråtgärder. Fönster bör minst uppfylla ljudisolering  $R'w$  49 dB för att ljudnivån inomhus  $L_{Aeq,T}$  25 dB skall vara möjlig att uppnå. Mätningar visar att området vid Hazeliusbacken som vetter mot Djurgårdsvägen redan idag har ljudnivåer som uppgår till ca 60 dBA. Beräkningsresultat visar att ljudnivåökningen inte uppgår till den nivå som medför att den totala bullerlasten ska öka i detta område. Övriga områden som bostäder längsmed Lilla Allmänna gränd och Djurgårdsslätten ca: 250 meter söder om planområdet eller Skeppsholmen ca 400 m i väst erhåller ej en ökad bullerlast med anledning av det utökade planområdet.

Maximala ljudnivåer är ej dimensionerande i något fall.

Mätningar av markvibrationer har genomförts vid bostäder på Allmänna gränd och Falkenbergsgatan samt inne på nuvarande Gröna Lund. Uppmätta vibrationer ligger med god marginal under riktvärdet för måttlig störning vid bedömning av komfortvibrationer i bostäder. Mätningarna visade inget samband mellan vibrationer inom Gröna Lund och i omgivningen. Verksamheten inom det nya tivoliområdet bedöms därför inte heller medföra risk för störande vibrationer.

---

<sup>4</sup> DOM 2017-09-04 Stockholm Mål nr P 11198-16

I ett framtida driftskede behöver en kontrollplan upprättas för hur ljudmiljön i området ska minimeras inom ramen för vad som är tekniskt möjligt. Kontrollplanen skall vara ett ramverk för hur bullerarbetet skall upprätthållas för att värna om bullret i omgivningen och det buller som kan tänkas förekomma i bostäder som vetter mot tivolverksamheten.

R01- 264988

**BULLERUTREDNING GRÖNA LUND  
NY BERG- OCH DALBANA**



2017-02-21

**UPPDRAG** 264988, Bullerutredning Gröna Lund

Titel på rapport: Bullerutredning Gröna Lund

Status: Granskad handling

Datum: 2017-02-21

**MEDVERKANDE**

Beställare: AB Gröna Lund Tivoli

Kontaktperson: Peter Osbeck

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid

Handläggare: David Nilsson

Kvalitetsgranskare: Peter Malm

Författare:

Daniel Wärnelid

---

Datum: 2017-02-20

Handlingen granskad av:

Peter Malm

---

Datum: 2017-02-20

## **SAMMANFATTNING**

Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion. Attraktionen är en inverterad berg-och dalbana där besökarna hänger under själva banan. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund.

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

De beräknade ekvivalenta ljudnivåerna överstiger något de riktvärden som återfinns i Naturvårdsverkets vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller. Den ekvivalenta ljudnivå som anges för perioden Dag (LAeq 50 dB) överskrids med som mest 4 dB-enheter. Tidsperioden Natt har även riktvärde avseende maximal ljudnivå  $L_{pAFmax} = 55$  dBA vilket ligger i paritet med beräknade maximala ljudnivåer.

Med hänsyn till att området redan idag exponeras för buller från andra källor är dock bedömningen att tillkommande ljud från berg-och dalbanan inte kommer att påverka nuvarande ljudmiljö i området i märkbar utsträckning. De verksamheter som redan finns i området och som påtagligt bidrar till ljudmiljön är trafikleder och restauranger längs vattnet, utöver Gröna Lunds befintliga verksamhet.

Sammantaget kommer alltså den nu sökta attraktionen inte att medföra en märkbar förändring av ljudbilden och inte heller medföra att de sedan tidigare gällande värdena för verksamhetens överskrids, så inte heller riktvärdena för inomhusbuller.”

## **BILAGOR TILL DENNA RAPPORT.**

*AK01 – Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå från ny berg-och dalbana*

*AK02 – Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad*

*AK03 – Fasadbullerkarta redovisande maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad*



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>BEDÖMNINGSGRUNDER .....</b>	<b>6</b>
	<b>2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS .....</b>	<b>6</b>
	2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	6
	2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER .....	6
	<b>2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR .....</b>	<b>8</b>
	<b>3.1 UNDERLAG.....</b>	<b>8</b>
	<b>3.2 BERÄKNINGSMODELL.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>9</b>
	<b>4.1 EKVIVALENT BULLERKARTA.....</b>	<b>9</b>
	<b>4.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID BOSTADSFASAD.....</b>	<b>10</b>
	<b>4.3 MAXIMAL LJUDNIVÅ VID BOSTADSFASAD.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATS OCH DISKUSSION .....</b>	<b>11</b>

## 1 INLEDNING

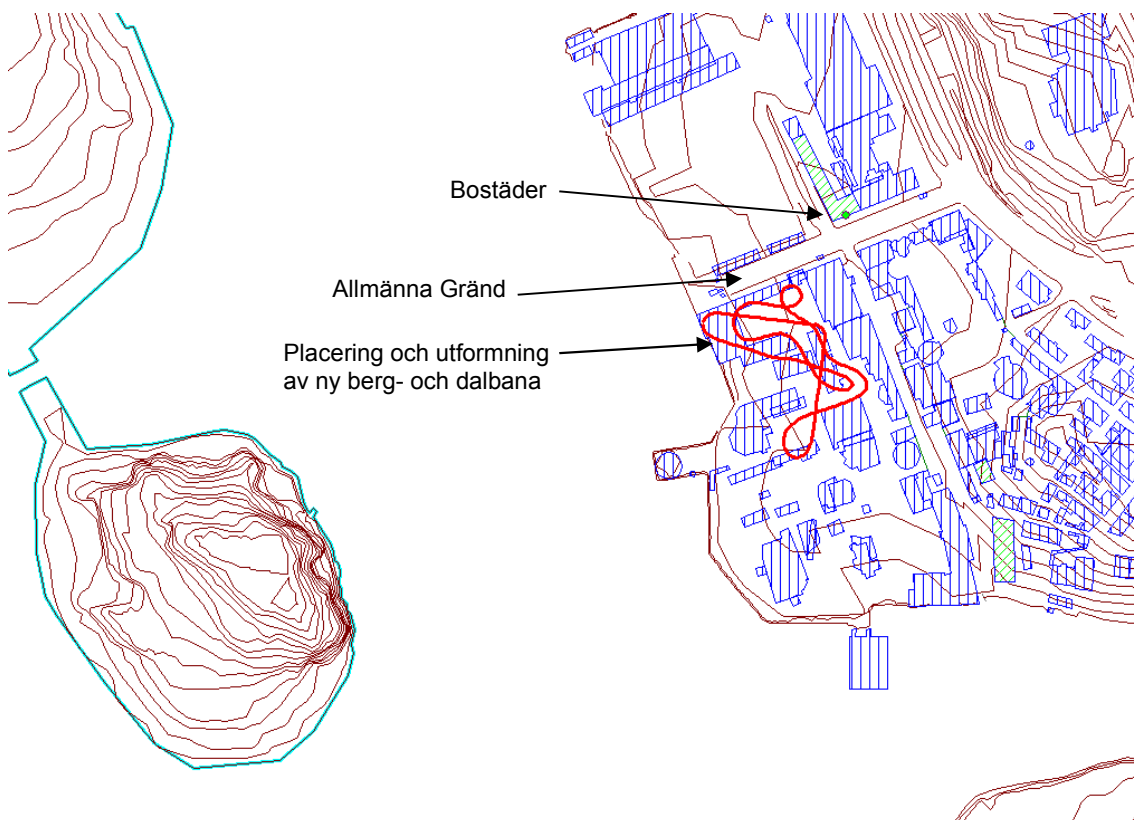
Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion. Attraktionen är en inverterad berg-och dalbana där besökarna hänger under själva banan. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund.

Tyréns har fått i uppdrag att beräkna bulleremissioner från den planerade attraktionen.

Gröna Lunds tivolverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är idag beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivoli publiken. Gröna Lund är beläget på Djurgården med bra kommunikationer och närhet till Stockholms innerstad. Med anledning av att området är så pass centralt i staden är det viktigt att förändringar som görs i verksamheten genomförs med hänsyn till eventuell påverkan på Gröna Lunds närmast angränsande omgivning. Därav tas även hänsyn till det buller som kan tillföras av planerade attraktioner.

Den planerade attraktionen är en berg-och dalbana där stålkonstruktionen är sandfylld för att minimera uppkomsten av ljud från stommen, vilket annars brukar kunna uppfattas som ett lågfrekvent muller vid drift.

Med anledning av Gröna Lunds unika placering och den kravbild som ställs på attraktioner inom området diskuteras bullerreducerande åtgärder i designprocessen av den nya attraktionen.



## 2 BEDÖMNINGSGRUNDER

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används nedanstående allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Ljudnivåerna i Djurgårdsstaden skall vara lägre än den av Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999, där det uppsatta kravet är ekvivalenta ljudnivåer ( $L_{Aeq}$ ) = 60 dBA vid fasad. Med ljudnivåer som underskrider 60 dBA erhålls med normal fasadisolering ekvivalenta inomhusnivåer under  $L_{Aeq}$  = 30 dBA. Utöver krav på ekvivalent ljudnivå skall även maximal ljudnivå inomhus inte överskrida  $L_{Amax}$  45 dBA.

### 2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus beslutades den 2 januari 2014 och används som bedömningsgrunder för att avgöra vad som skall anses vara en sanitär olägenhet.

I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpningen av 9 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) vad gäller buller inomhus. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i Tabell 1 som Tabell 2 bör beaktas vid bedömningen.

#### 2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS

Tabell 1. Bullerriktvärden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Storhet	Högsta ljudnivå
Maximalt ljud med tidsvägning FAST	45 dBA
Ekvivalent ljud	30 dBA
Ekvivalent ljud med hörbara tonkomponenter	25 dBA
Ekvivalent ljud från musikanläggningar	25 dBA

#### 2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER

I utrymme för sömn och vila uttrycks krav på högsta tillåtna ljudnivå i varje tersband.

Tabell 2. Högsta tillåtna lågfrekventa bullernivåer [dB].

Tersband [Hz]	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{peq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

### 2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER

Naturvårdsverket beslutade den 20 juni 2013 att upphäva RR 78:5 – Allmänna Råd: Riktlinjer för externt industribuller. Under en övergångsperiod hänvisade Naturvårdsverket till en vägledning som endast publicerades på deras hemsida. I april 2015 kom så Naturvårdsverkets uppdaterade vägledning angående industribuller<sup>1</sup> som skall tillämpas vid provning och tillsyn enligt miljöbalken.

<sup>1</sup> Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller

Ljud från närliggande fläktar, kylmedelkylare, kompressorer m.m. faller under kategorin externt industribuller. Riktlinjerna gäller för verksamhet för hela dagar, kvällar respektive nätter. Om verksamheten endast pågår en viss del av dag/kväll/natt bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid då verksamheten pågår.

*Tabell 3. Utomhusriktvärden för industribuller. Värden avser frifältsvärden eller till frifält korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå utomhus.*

Områdesanvändning	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAeq}$ [dB]			Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]
	Dag kl 06-18	Kväll kl 18-22 samt lör-, sön- och helgdag kl 06-18	Natt kl 22-06	Momentana ljud nattetid kl 22-06
Bostäder och rekreationsytor i bostädernas grannskap	50	45	40	55

### 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Nedan anges de underlag och förutsättningar som legat till grund för bullerutredningen. I genomförda beräkningar har ej effekten av skrik ljud från besökare beaktats.

#### 3.1 UNDERLAG

Digitalt kartunderlag och positionering av åkattraktionen från Jonas Sjöberg på Tillsammans Arkitekter

- GronaLund.dwg
- Sitplan A1 Skala 1-500.pdf
- IC2-K01-900.dxf, IC2-K01-900.pdf

På uppdrag av Gröna Lund har en liknande berg-och dalbana uppmätts på Knott's Berry Farm i Los Angeles. Akustikkonsulten Noise Monitoring Service har utfört en ljudmätning enligt beskrivning framtagen av Tyréns som sedan använts för vidare beräkning.

- R02-274155\_Measurement description.pdf
- Tyrens Rollercoaster Summary 02.16.17.pdf
- Location 1.xlsx
- Location 2.xlsx
- Location 3.xlsx
- Location 4.xlsx
- Location 5.xlsx
- Location 6.xlsx
- Location 7.xlsx
- Location 8.xlsx
- Location 9.xlsx

Information avseende bana från Gregory Sollet på BOLLIGER & MABILLARD INC via mail den 2016-01-29

- Berg-och dalbanan är försedd med två tåg, dock körs de ej simultant utan ett tåg kan inte lämna liften innan det andra tåget passerat bromsarna. Ett tåg är ca 10,5 m långt. Totalt är banan ca 673 m.
- Liften tar ca 43 sekunder innan vagnen når berg-och dalbanans högsta punkt, väl efter att vagnen släpps varar åkturen i ungefär 40 sekunder. Med samtliga moment inklusive av- och påstigning körs ett tåg varje 116 sekund

#### 3.2 BERÄKNINGSMODELL

För ljudutbredningsberäkningar från Gröna Lunds nya åkattraktion har beräkningsmodellen Svensk Standard ISO 9613 används.

Beräkningarna har genomförts med programmet SoundPlan (version 7.4) från Braunstein + Berndt GmbH. Programmet utnyttjar tredimensionella digitalkartor över området, även inkluderande byggnader. Utbredningsdämpning, markabsorption, skärmning, reflektioner mm., hanteras automatiskt av programmet i enlighet med rådande beräkningsmodeller.

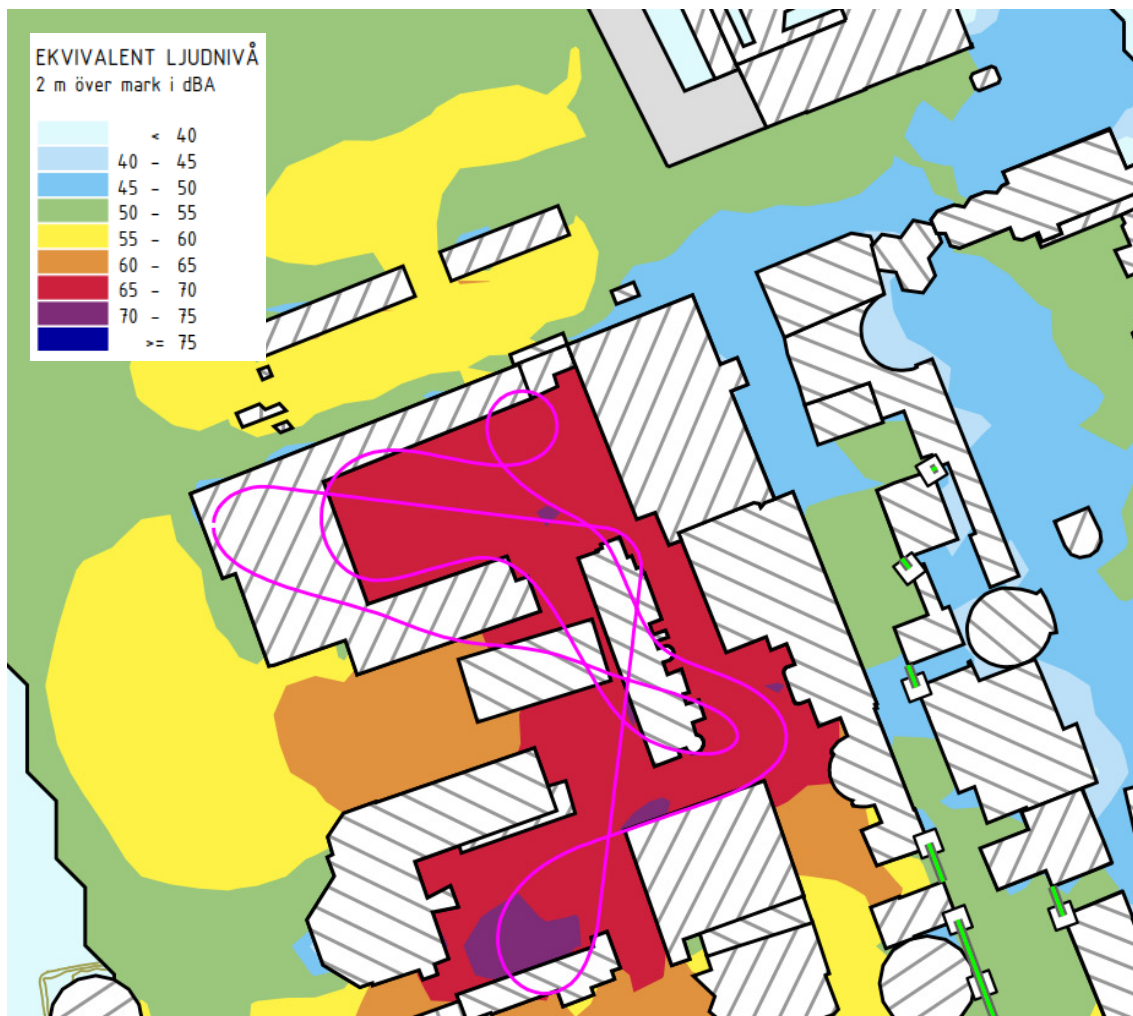
I beräkningarna används en sökradie mellan källa och mottagare som för direktbidraget är 5000 meter och för reflexerna 50 meter från källposition och 200 meter från mottagarposition. 3 reflexer har använts.

## 4 RESULTAT

Beräkningsresultat i form av bullerkartor bifogas i denna rapport, se Bilaga AK01 – AK03. Nedan redovisas utdrag från bullerkartor av ekvivalent respektive maximal ljudnivå.

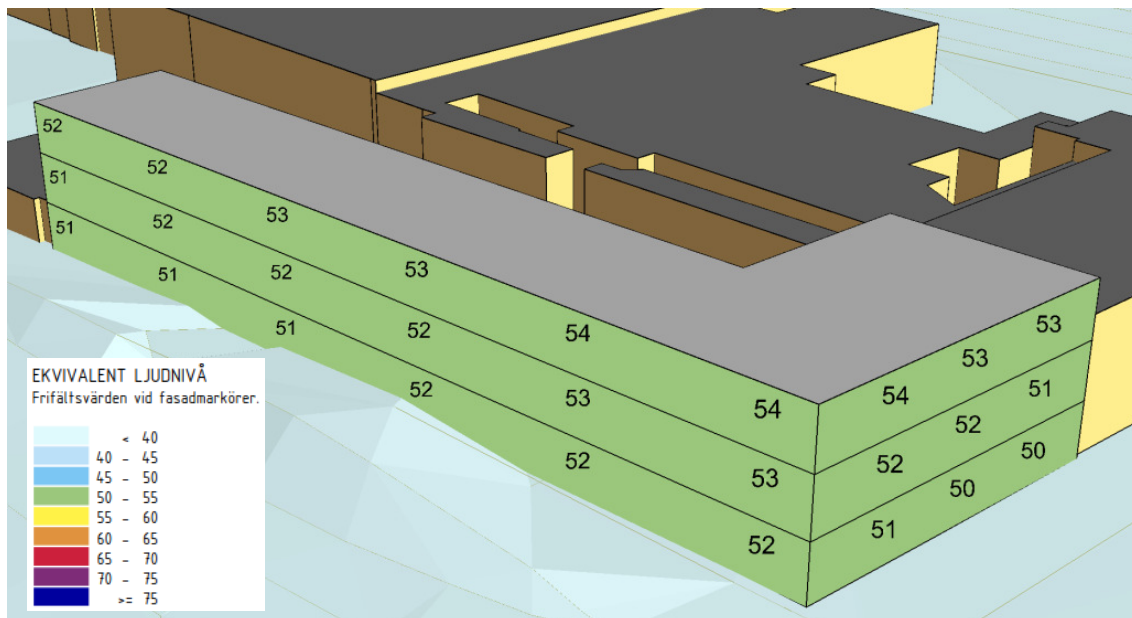
### 4.1 EKVIVALENT BULLERKARTA

Beräkningen avseende ekvivalent ljudnivå från den nya berg- och dalbanan visar på ljudnivåer som uppgår till som mest 55-60 på den del av Allmänna gränd som närmast angränsar attraktionen. I korsningen mellan Allmänna Gränd och Falkenbergsgatan beräknas ljudnivåer mellan 50 till 55 dBA och längre in på Lilla Allmänna Gränd finns bullerskärmade ytor där ljudnivåer från berg-och dalbanan underskrider 50 dBA.



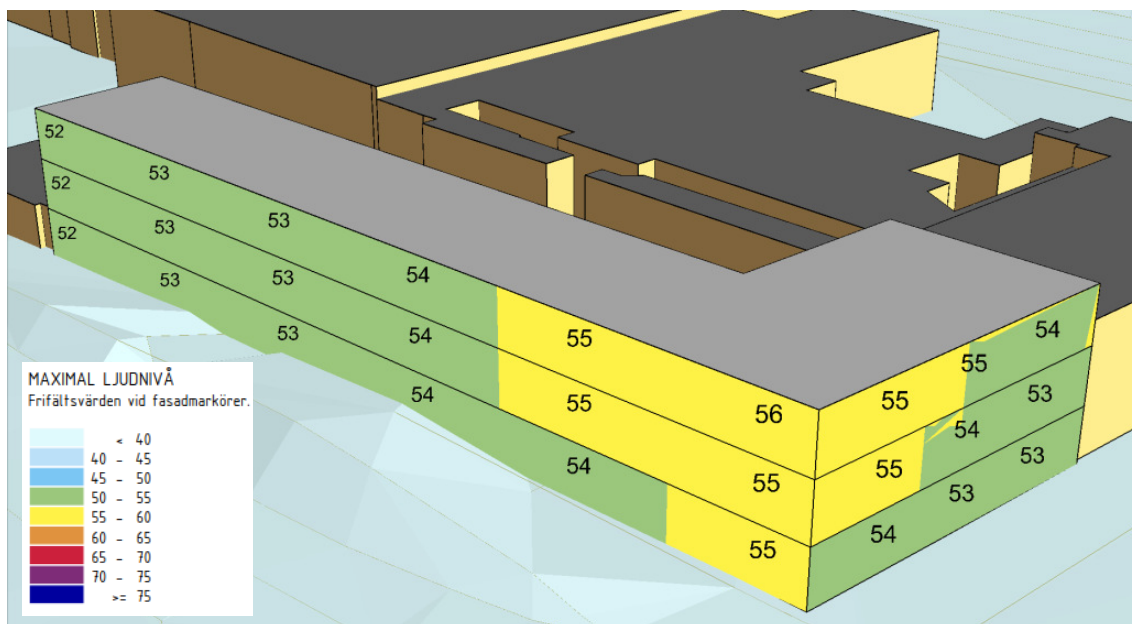
#### 4.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID BOSTADSFASAD

Beräknad ekvivalent ljudnivå uppgår som mest till 54 dBA vid bostadsfasad.



#### 4.3 MAXIMAL LJUDNIVÅ VID BOSTADSFASAD

Beräknad maximal ljudnivå uppgår som mest till 56 dBA vid bostadsfasad.



## 5 SLUTSATS OCH DISKUSSION

Ekvivalent ljudnivå uppgår som mest till 54 dBA och maximal ljudnivå till 56 dBA vid närmast bostadsfasad vid korsningen mellan Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd.

Beräknade ljudnivåer från Gröna Lunds nya attraktion ryms inom den kravnivå som Miljöförvaltningen fastställt från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad som vid en fasadisolering om 30 dB skulle ge en ljudnivå inomhus på 30 dBA.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

De beräknade ekvivalenta ljudnivåerna överstiger något de riktvärden som återfinns i Naturvårdsverkets vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller. Den ekvivalenta ljudnivå som anges för perioden Dag ( $L_{Aeq}$  50 dB) överskrider med som mest 4 dB-enheter. Tidsperioden Natt har även riktvärde avseende maximal ljudnivå  $L_{pAFmax} = 55$  dBA vilket ligger i paritet med beräknade maximala ljudnivåer.

Med hänsyn till att området redan idag exponeras för buller från andra källor är dock bedömningen att tillkommande ljud från berg-och dalbanan inte kommer att påverka nuvarande ljudmiljö i området i märkbar utsträckning.

I dagsläget präglas området av buller från framförallt Gröna Lunds verksamhet, men även andra attraktioner på Djurgården bidrar till den samlade ljudbilden. Utöver de verksamheter som finns i området är ljud från Stockholm stad också en ljudkälla som är högst påtagligt, ljud från trafikleder och restauranger längs vattnet färgar den totala ljudmiljön i området under vår, sommar och höst. Generellt görs bedömningen att ljud från berg-och dalbanan inte kommer påverka befintlig ljudmiljö runtom Gröna Lund i större utsträckning under de perioder då banan är i drift.






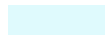








**BERÄKNAD LJUDUTBREDNING**

Beräknade ljudnivåer från ny attraktion.  
Driftlägen på källa enligt rapport.

**Teckenförklaring**

 Berg- och dalbana

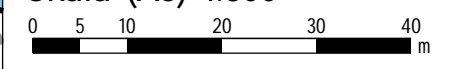
**EKVIVALENT LJUDNIVÅ**  
2 m över mark i dBA

	< 40
	40 - 45
	45 - 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	70 - 75
	>= 75



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
 OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
 UPPDRAG: 274155  
 HANDLÄGGARE: David Nilsson  
 GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
 SOUNDPLAN VER: 7.4  
 BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:800



# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

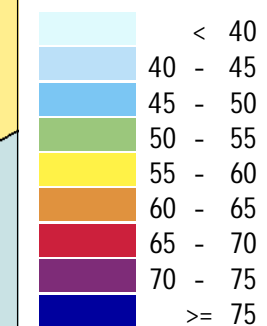
Beräknade ljudnivåer från ny attraktion.  
Driftlägen på källa enligt rapport.

## Teckenförklaring

 Hus

## EKVIVALENT LJUDNIVÅ

Frifältsvärden vid fasadmarkörer.



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

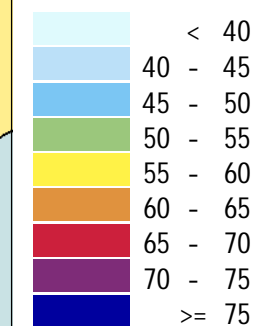
Beräknade ljudnivåer från ny attraktion.  
Attraktion under konstant drift.

## Teckenförklaring

 Hus

## MAXIMAL LJUDNIVÅ

Frifältsvärden vid fasadmarkörer.



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

## SAMMANFATTAD BESKRIVNING AV UTFÖRD BULLERUTREDNING AV BLUE HARVEST

Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion i form av en inverterad berg-och dalbana där besökarna hänger under själva banan. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund. Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lund utrett buller från den planerade attraktionen<sup>1</sup>.

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används allmänna råd och riktvärden som vägledning. När det saknas direkt tillämpliga normer är det möjligt att tillämpa en friare bedömning utifrån de överväganden som anges i lagstiftningen och andra vägledningar om buller kan vara mer lämpliga i den aktuella situationen. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller<sup>2</sup>. Mätningar visar att ljudnivån idag uppgår till mellan 58-66 dBA där fasadytor som vetter mot Allmänna gränd visar på högre ljudnivåer än fasad norrut på Falkenbergsgatan. Då beräknat ljudbidrag från den nya attraktionen är 8-14 dB lägre än dagens ekvivalent bakgrundsljud görs bedömningen att attraktionen inte påverkar områdets ekvivalenta ljudnivå. Maxnivåer från den nya attraktionen är även de ca 10 dB-enheter lägre än dagens maximala ljudnivåer i området och bedöms inte heller förändra dagens maximala ljudnivåer eller förändra områdets ljudbild eller karaktär.

Sammantaget kommer alltså den nu sökta attraktionen inte att medföra en märkbar förändring av ljudbilden och inte heller medföra att de sedan tidigare bedömningsgrunder<sup>3</sup> för verksamheten överskrids, så inte heller riktvärdena för inomhusbuller.

*Tabell 1. Översiktlig beskrivning av den resulterande bullerpåverkan Blue Harvest har på närmast angränsande bostadshus Kv Konsthallen 14.*

	Ljudnivå utan ny berg- och dalbana Dagens bullernivå L <sub>Aeq</sub> [dB]	Ekvivalent ljudbidrag från Blue Harvest L <sub>Aeq</sub> [dB]	Total ekvivalent ljudnivå med Blue Harvest L <sub>Aeq</sub> [dB]	Kommentar
Fasad som vetter mot Allmänna Gränd Kv Konsthallen 14	61-66	50-54	61-66	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå
Fasad som vetter mot Falkenbergsgatan Kv Konsthallen 14	58-61	51-54	58-61	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå

Tyréns AB  
Region Öst

daniel.warnelid@tyrens.se  
010 452 31 28

<sup>1</sup> R01-264988\_Bullerutredning Gröna Lund.pdf

<sup>2</sup> Baseras på uppmätt fasadisolering och beräknade fasadnivåer

<sup>3</sup> Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999 (L<sub>Aeq</sub>) = 60 dBA vid fasad

R01-274155

**BULLERUTREDNING GRÖNA LUND  
IKAROS**



SLUTRAPPORT  
2017-01-20

**UPPDRAG** 274155, Projektstöd akustiska frågor, Ikaros, Gröna Lund

Titel på rapport: Bullerutredning Gröna Lund Ikaros

Status: Slutrapport

Datum: 2017-01-20

**MEDVERKANDE**

Beställare: Gröna Lunds Tivoli AB

Kontaktperson: Peter Osbeck

Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid

Handläggare: David Nilsson

Författare: Daniel Wärnelid

---

Datum: 2017-01-20

Handlingen granskad av: David Nilsson

---

Datum: 2017-01-20

## SAMMANFATTNING

Gröna Lund planerar en ny attraktion som går att likna med attraktionen Katapulten. Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lunds Tivoli varit delaktiga i designen av Ikaros med syfte att minimera buller mot omgivningen. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området. Ljudnivåerna i Djurgårdsstaden skall vara lägre än den av Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad.

Den nya attraktionen Ikaros sträcker sig totalt 86 meter upp i luften. Passagerarna hissas upp 65 m och släpps med ansiktet riktat mot marken rakt ner likt ett fritt fall tills magnetbromsar fångar upp passagerarsoffan. Bullrande delar, förutom rop och skrik, går att hitta högst upp i tornet där maskinhuset är placerat samt ett tryckluftssystem monterat på passagerarfordonet.

Tidigt i designprocessen har ett flertal ljuddämpande anordningar införts, dessa har inkluderats i bygglovsskedet. Beräknade ljudnivåer från Gröna Lunds nya attraktion Ikaros ryms med marginal inom den kravnivå som Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999. Ekvivalent ljudnivå uppgår till 46 dBA och maximal ljudnivå till 52-56 dBA vid närmast bostadsfasad.

Beräknade ljudnivåer från Ikaros bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

## BILAGOR TILL DENNA RAPPORT.

*AK01 – Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå från Ikaros*

*AK02 – Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad*

*AK03 – Bullerkarta redovisande maximal ljudnivå från Ikaros*

*AK04 – Fasadbullerkarta redovisande maximal fasadnivå vid närmast bostadsfasad*

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>UNDERLAG</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>BEDÖMNINGSGRUNDER</b> .....	<b>7</b>
	<b>3.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS</b> .....	<b>7</b>
	3.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	7
	3.1.2 LÅGFREKVENT BULLER .....	7
	<b>3.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>IKAROS</b> .....	<b>9</b>
	<b>4.1 DRIFTTIDER</b> .....	<b>10</b>
	<b>4.2 BULLERREDUCERANDE DESIGN</b> .....	<b>10</b>
	4.2.1 MASKINHUS.....	10
	4.2.2 UTLOPP TRYCKLUFTSSYSTEM .....	12
	4.2.3 INLOPP TRYCKLUFTSSYSTEM .....	13
<b>5</b>	<b>BERÄKNING AV LJUDNIVÅER</b> .....	<b>14</b>
	<b>5.1 BERÄKNINGSMODELL</b> .....	<b>14</b>
	<b>5.2 KÄLLDATA</b> .....	<b>14</b>
	<b>5.3 RESULTAT</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>SLUTSATS</b> .....	<b>17</b>

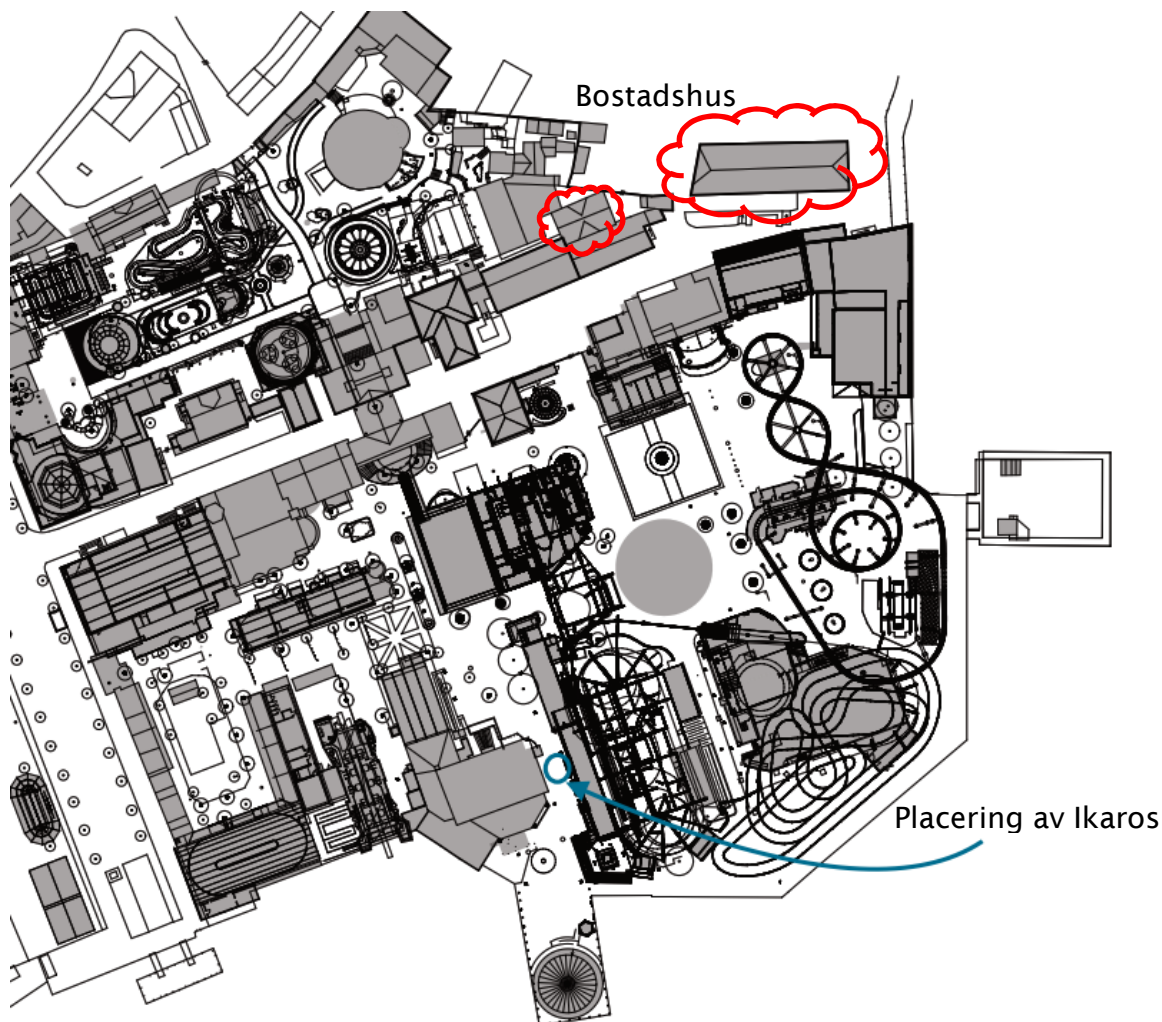


## 1 BAKGRUND

Gröna Lunds tivoliverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är idag beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivoli publiken. Gröna Lund är beläget på Djurgården med bra kommunikationer och närhet till Stockholms innerstad. Med anledning av att området är så pass centralt i staden är det viktigt att förändringar som görs i verksamheten genomförs med hänsyn till eventuell påverkan på Gröna Lunds närmast angränsande omgivning.

Gröna Lund planerar en ny attraktion som går att likna med attraktionen Katapulten. Den nya attraktionen som skall heta Ikaros är tänkt att placeras ned mot vattnet, se Figur 1. Avstånd mellan den nya attraktionen Ikaros och närmast angränsande bostadshus är ca 150 m.

Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lunds Tivoli varit delaktiga i designen av Ikaros med syfte att minimera buller mot omgivningen. Med anledning av Gröna Lunds unika placering och den kravbild som ställs på attraktioner inom området har bullerreducerande åtgärder inkluderats tidigt i designprocessen av den nya attraktionen Ikaros.



Figur 1. Situationsplan Gröna Lund.

## 2 UNDERLAG

Nedan anges den information som legat till grund för utredningen.

### BESKRIVNINGAR, RITNINGAR

- 5154-03-0001 .pdf
- 5154 - Flooring.pdf
- 5154-03-3500\_A.pdf

### MASKINHUS

- 5154-03-2007\_-.pdf

### VATTENKYLD ELMOTOR I MASKINHUS

- Cat WaterCooledMotors\_EN 02-2011.pdf
- LV water cooled add manual 9AKK104378 ML 02\_2011 .pdf

### VÄXELSYSTEM I MASKINHUS

- Catalogue Helical & bevel helical .pdf
- DatiTech\_bevel-helical.pdf
- Manual Helical bevel helical and ATEX.pdf
- PIV\_HelicalGears.pdf

### KUGGHJULSSYSTEM I MASKINHUS

- Geräuschdämpfung\_EN -(3-).pdf

### PNEUMATIC SYSTEM (TRYCKLUFTSYSTEM FÖR RÖRELSE AV PASSAGERARDELEN)

- 5154 - Air Silencing Space Envelope.pdf
- 5154 - Pneumatic Exhaust.pdf
- 5154 - Pneumatic Valve.pdf
- 5154-IAR-GL-015 - Pneumatic System Information.pdf
- 5154-03-2007\_-.pdf
- H 01396 - Cylinder.pdf
- Silencer.pdf

### DIGITALT KARTUNDERLAG OCH POSITIONERING AV IKAROS FRÅN JONAS SJÖBERG PÅ TILLSAMMANS ARKITEKTER

- GronaLund.dwg
- Sitplan A1 Skala 1-500.pdf

### 3 BEDÖMNINGSGRUNDER

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används nedanstående allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Ljudnivåerna i Djurgårdsstaden skall vara lägre än den av Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad. Med ljudnivåer som underskrider  $L_{Aeq} = 60$  dBA erhålls med normal fasadisolering inomhusnivåer under  $L_{Aeq} = 30$  dBA. Utöver krav på ekvivalent ljudnivå skall även maximal ljudnivå inomhus inte överskrida  $L_{AFmax} 45$  dBA.

#### 3.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus beslutades den 2 januari 2014 och används som bedömningsgrunder för att avgöra vad som skall anses vara en sanitär olägenhet.

I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpningen av 9 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) vad gäller buller inomhus. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i Tabell 1 som Tabell 2 bör beaktas vid bedömningen.

##### 3.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS

Tabell 1. Bullerriktvärden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Storhet	Högsta ljudnivå
Maximalt ljud med tidsvägning FAST	45 dBA
Ekvivalent ljud	30 dBA
Ekvivalent ljud med hörbara tonkomponenter	25 dBA
Ekvivalent ljud från musikanläggningar	25 dBA

##### 3.1.2 LÅGFREKVENT BULLER

I utrymme för sömn och vila uttrycks krav på högsta tillåtna ljudnivå i varje tersband.

Tabell 2. Högsta tillåtna lågfrekventa bullernivåer [dB].

Tersband [Hz]	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{peq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

#### 3.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER

Naturvårdsverket beslutade den 20 juni 2013 att upphäva RR 78:5 – Allmänna Råd: Riktlinjer för externt industribuller. Under en övergångsperiod har Naturvårdsverket hänvisat till en vägledning som endast publiceras på deras hemsida. I april 2015 kom så Naturvårdsverkets uppdaterade vägledning angående industribuller<sup>1</sup> som skall tillämpas vid prövning och tillsyn enligt miljöbalken. Boverket har tagit fram en vägledning för industribuller och annat

<sup>1</sup> Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller

verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostadsbebyggelse. Där redovisas riktvärden enligt Tabell 3 nedan.

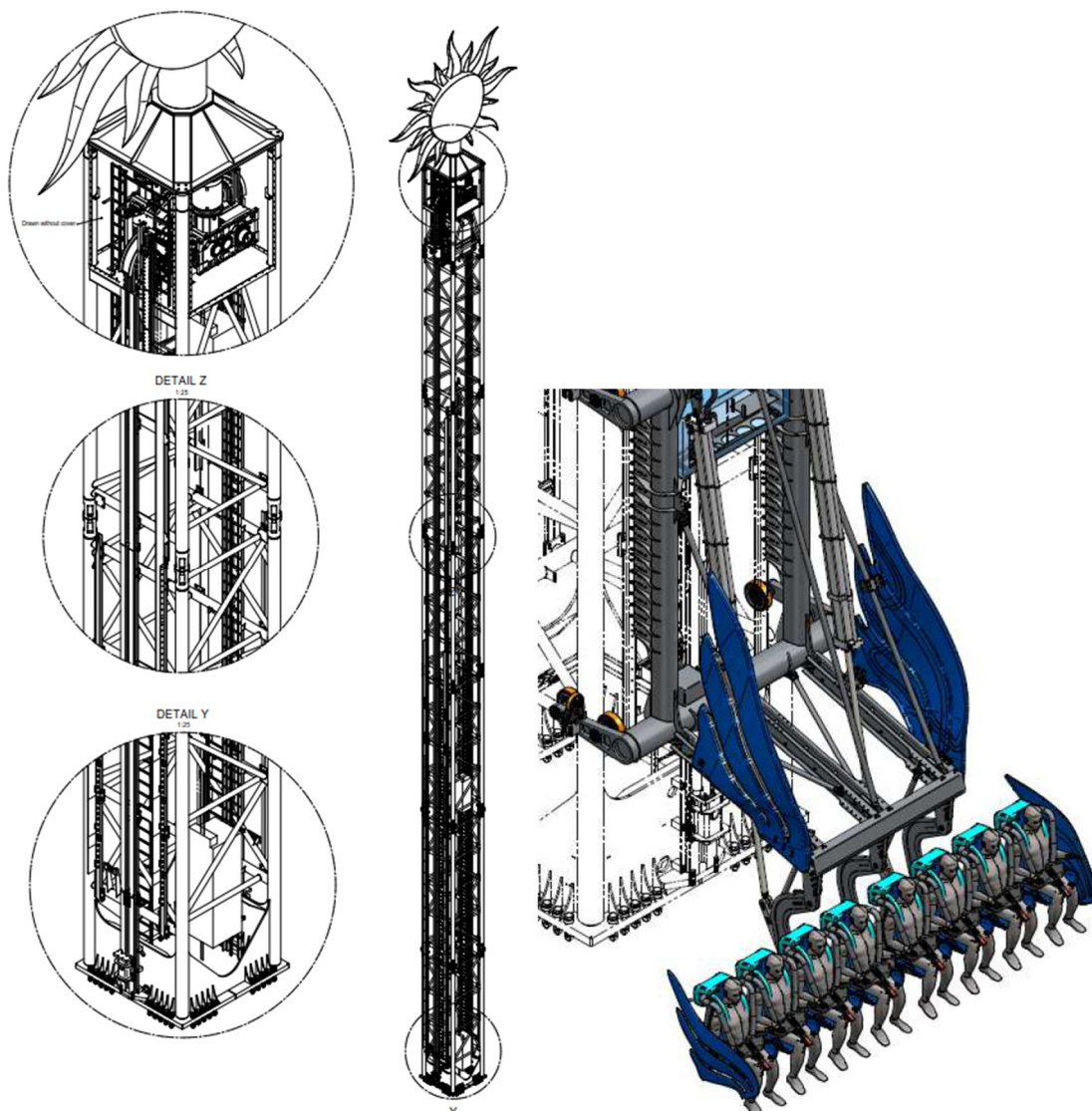
Ljud från närliggande fläktar, kylmedelkylare, kompressorer m.m. faller under kategorin externt industribuller. Riktlinjerna gäller för verksamhet för hela dagar, kvällar respektive nätter. Om verksamheten endast pågår en viss del av dag/kväll/natt bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid då verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid kortare händelser. Om ljudet innehåller ofta återkommande impulser såsom vid nitningsarbete, slag i transportörer, lossning av järnskrot etc. eller innehåller hörbara tonkomponenter eller bådadera ska man använda ett värde som är 5 dBA-enheter lägre än vad som anges i tabellen.

*Tabell 3. Utomhusriktvärden för industribuller. Värden avser frifältsvärden eller till frifält korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå utomhus.*

Områdesanvändning	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAeq}$ [dB]			Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]
	Dag kl 06-18	Kväll kl 18-22 samt lör-, sön- och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-07	Momentana ljud natttid kl 22-07
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap	50	45	40	55

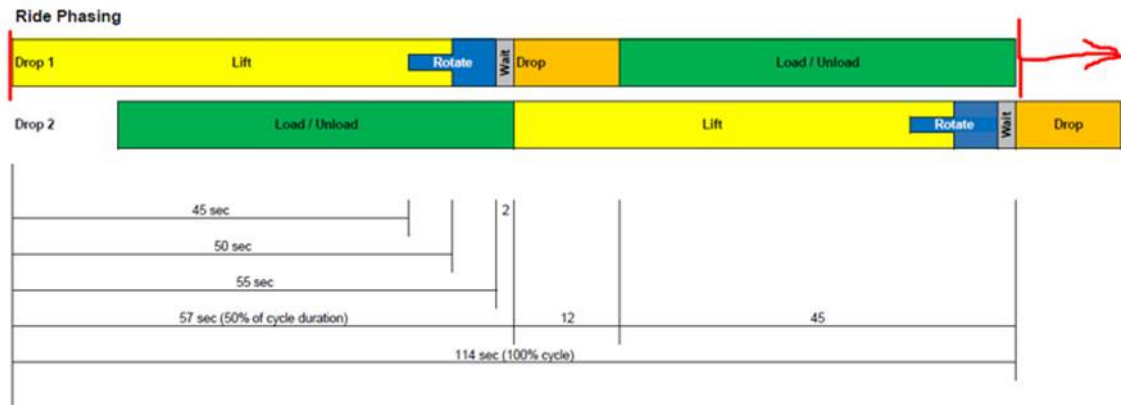
## 4 IKAROS

Den nya attraktionen Ikaros sträcker sig totalt 86 meter upp i luften. Passagerarna hissas upp 65 m och släpps med ansiktet riktat mot marken rakt ner likt ett fritt fall tills magnetbromsar fångar upp passagerarsoffan. Attraktionens bullrande delar går att finna högst upp i tornet där maskinhuset är placerat, utöver motor och växellåda ger även åkvagnens tryckluftssystem upphov till kortvariga bullerhändelser. Utöver de maskinella bullerkällorna finns alltid risk för skrik från passagerare.



#### 4.1 DRIFTTIDER

Då attraktionen är i full drift har de olika bullerkällorna specifika tillfällen då de är aktiva och avger buller. Inte någon av bullerkällorna ger upphov till ljud hela tiden, exempelvis några starka ljud från tryckluftssystemet är endast varaktigt under väldigt kort tid jämfört med motor och växellåda som är i drift en större del av tiden. Nedan redovisas en schematisk uppställning av drifttider hos olika delar av Ikaros.



Nedan anges procentandelen som respektive bulleralstrande del är i drift då hela attraktionen Ikaros körs normalt.

- Motor i maskinhus 88 %
- Växelsystem i maskinhus 88 %
- Kuggjulssystem i maskinhus 88 %
- Utlopp tryckluftssystem 1,8 % (varaktighet ca 1s)
- Luftintag tryckluftssystem 0,18 % (varaktighet ca 0,1s då tryckluften släpps ut)

*(Buller från tryckluftssystemets utlopp uppstår precis i startögonblicket då passagerarna släpps mot marken)*

#### 4.2 BULLERREDUCERANDE DESIGN

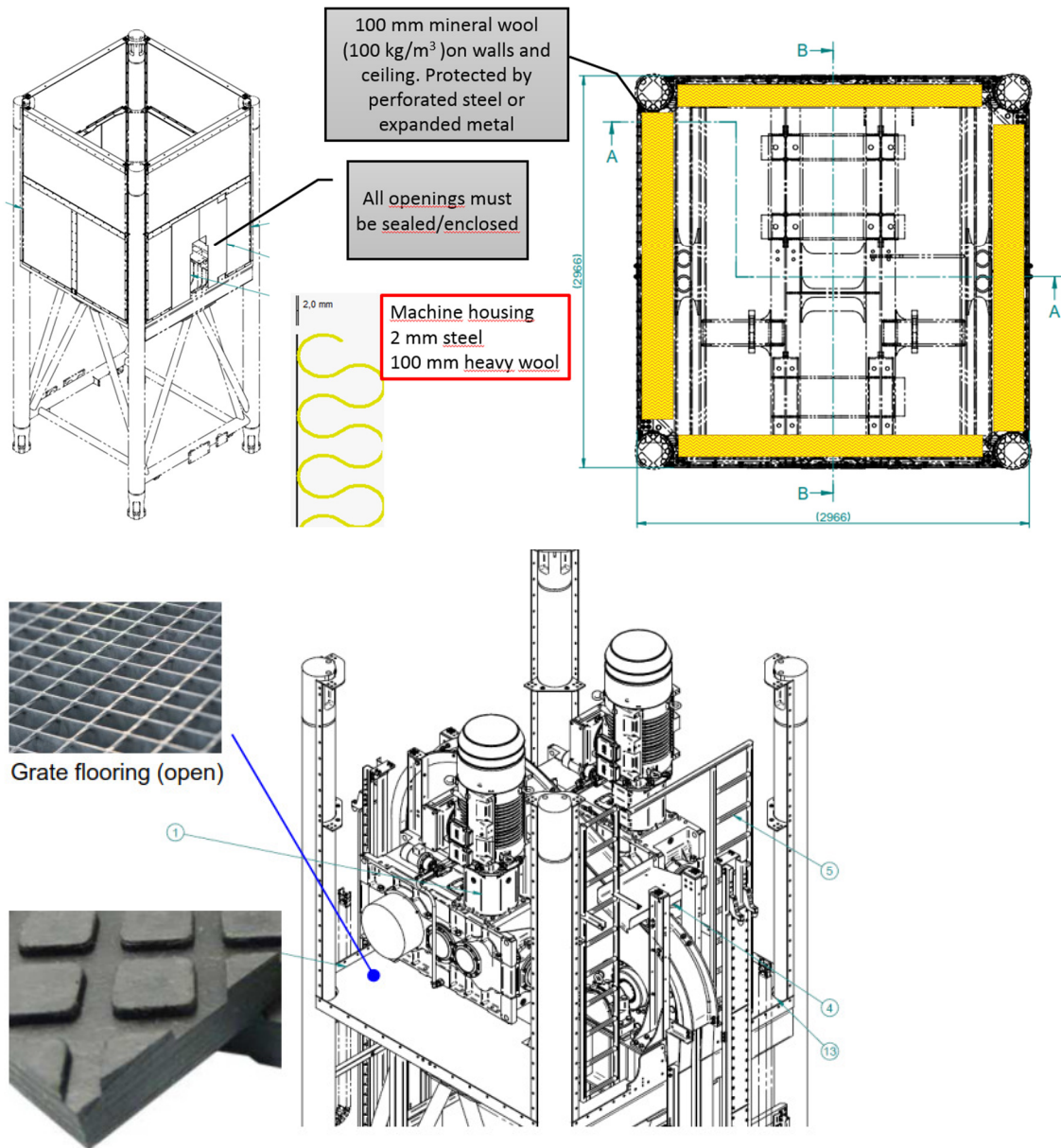
Med anledning av Gröna Lunds unika placering och den kravbild som ställs på attraktioner inom området har ytterligare bullerreducerande åtgärder inkluderats tidigt i designprocessen av den nya attraktionen Ikaros. Nedan ges kortfattad beskrivning av hur bullerstarka delar har ljuddämpats.

##### 4.2.1 MASKINHUS

Inne i maskinhuset som är beläget högst upp på Ikaros ryms vattenkylda elmotorer, växellådor och kuggjulssystem vilka är de dominerande bullerkällorna i maskinutrymmet. Dessa bullerkällor är särskilt viktiga att skärma då de nästan är i drift 90 % av den aktiva tiden.

För att reducera ljudavstrålning från motor, växellåda och kuggjulsanordning har maskinutrymmet ljudisolerats. Hela maskinutrymmet högst upp på Ikaros byggs in med en ljudisolerande konstruktion bestående av 2 mm stålplåt som på insidan täcks med 100 mm tung mineralull. Föreskriven konstruktion bedöms minst uppfylla en ljudisolerande förmåga på R'w 45 dB. Golvkonstruktionen består av en 12 mm tung gummimatta som beräknas hålla en ljudisolering strax över 30 dB.

Nedan i Figur 2 ges kort beskrivning av maskinhusinklädningen som skall användas på Ikaros.



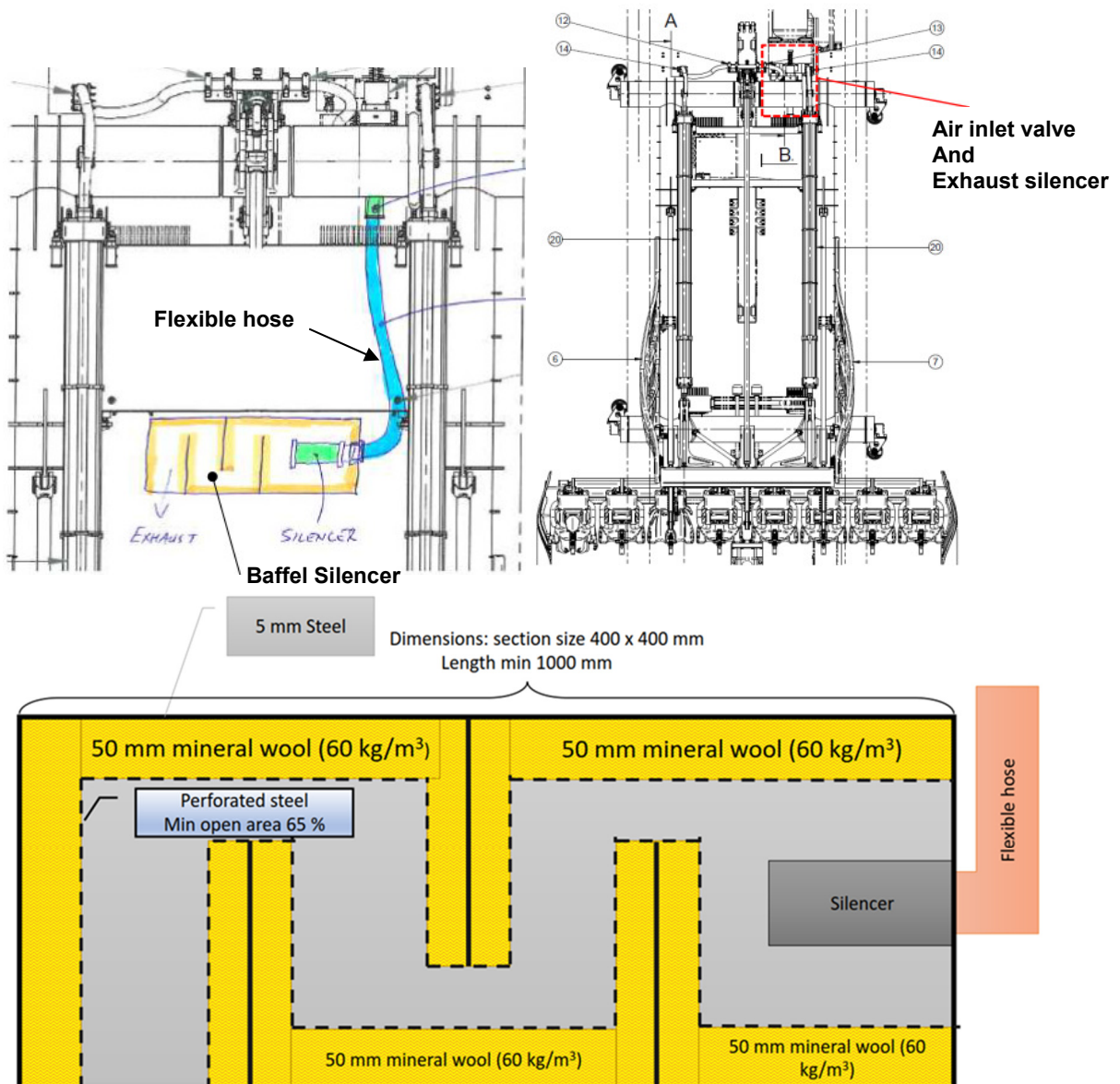
Figur 2. Inklädning av maskinhus, Ikaros.

#### 4.2.2 UTLOPP TRYCKLUFTSSYSTEM

För att manövrera passagerarvagnen är Ikaros försett med ett tryckluftssystem. Tryckluftssystemet som är placerat bakom passagerarvagnen gör det möjligt för den rörliga delen att vinklas för att rikta passagerarna mot marken. När denna rörelse utförs uppstår pysljud och liknande från tryckluftssystemet.

För att minimera ljudstörning från systemet har ljuddämpande konstruktioner försetts på till- och frånluftssida.

På utloppssidan där tryckluften avges är en högtrycksljuddämpare monterad. För att säkerställa god ljuddämpning både mot omgivning och passagerare har högtrycksljuddämparen monterats i en traditionell baffelljuddämpare vilket redovisas i Figur 3.



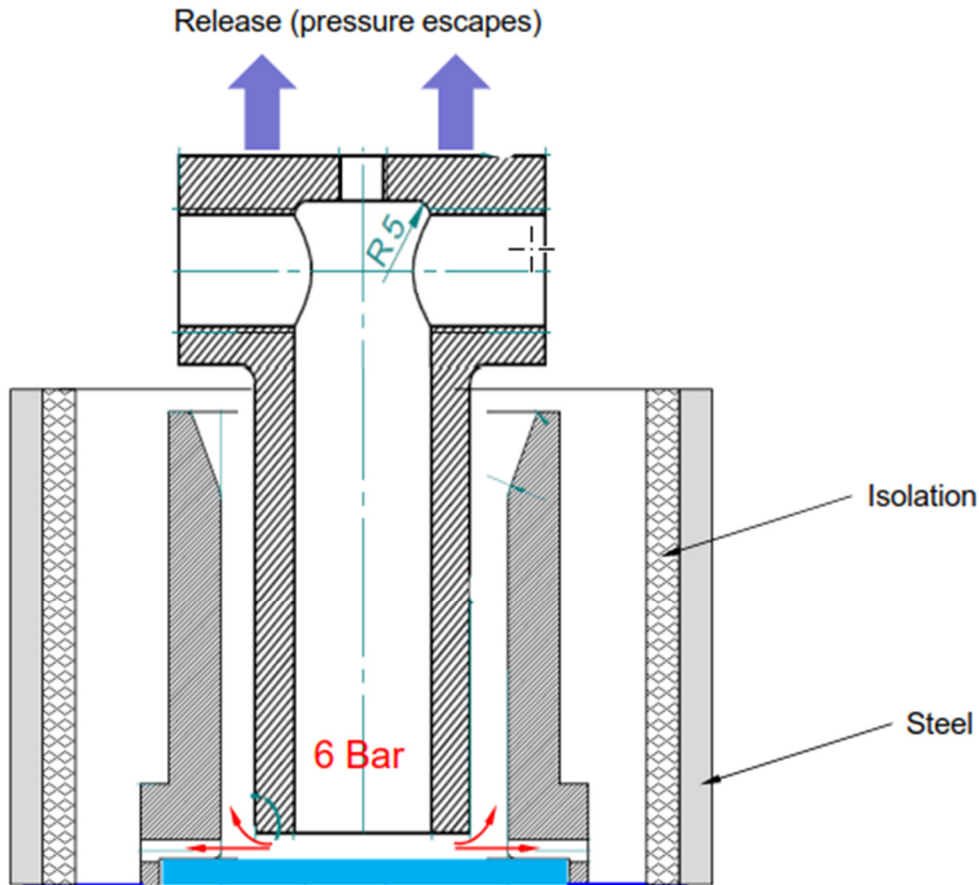
Figur 3. Ljuddämpardesign av tryckluftssystem Ikaros, Utlopp.



#### 4.2.3 INLOPP TRYCKLUFTSSYSTEM

Det så kallade. pneumatic valve är tryckluftssystemets luftintag som när passagerarfordonet är i sitt högsta läge sammankopplas för att trycksätta tryckluftssystemet innan rörelsen kan utföras.

Tryckluftssystemets luftintag har designats med en ljudskärmande krage som försetts med ljudabsorbent vilket har god ljuddämpande effekt på högfrekvent pysljud av denna karaktär.



Figur 4. Ljuddämpardesign av tryckluftssystem Ikaros, Inlopp.

## 5 BERÄKNING AV LJUDNIVÅER

### 5.1 BERÄKNINGSMODELL

För ljudutbredningsberäkningar från Gröna Lunds nya åkattraktion Ikaros har beräkningsmodellen Svensk Standard ISO 9613 används.

Beräkningarna har genomförts med programmet SoundPlan (version 7.4) från Braunstein + Berndt GmbH. Programmet utnyttjar tredimensionella digitalkartor över området, även inkluderande byggnader. Utbredningsdämpning, markabsorption, skärmning, reflektioner mm., hanteras automatiskt av programmet i enlighet med rådande beräkningsmodeller.

I beräkningarna används en sökradie mellan källa och mottagare som för direktbidraget är 5000 meter och för reflexerna 50 meter från källposition och 200 meter från mottagarposition. 3 reflexer har använts.

Geografiskt data har levererats av Jonas Sjöberg på Tillsammans Arkitekter.

### 5.2 KÄLLDATA

Källdata för Ikaros har erhållits under projektets gång från Peter Andersson och Peter Osbeck på AB Gröna Lunds Tivoli. Samtliga källor angavs i ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå på en meters avstånd. Ljuddata har omräknats till ljudeffekt vid implementering i beräkningsprogrammet och där inte nivåer i ters- eller oktavband funnits har ett rakt frekvensspektrum antagits.

Tabell 4: Beräknade ljudeffekter av källor.

Källa	Ljudeffekt [dBA]
Kugghjul	97
Motor	89
Växellåda	94
Pneumatisk ventil med med ANA1 dämpare	103

I beräkningen har även tagits hänsyn till ljud från åkande genom att den förväntade ljudnivån från åkande (skrik och rop) adderats till de övrigt beräknade ljudkällorna på Ikaros. En bedömning av inverkan av ljudemission från åkande har gjorts där skrik i genomsnitt genereras av 4 personer under 10 sekunder per åktur. För att beräkna ljudemissioner från skrik och rop har tidigare uppmätta resultat använts då bullerutredning av den liknande attraktionen katapulten genomfördes<sup>2</sup>.

Själva rörelsen av åkattraktionen inklusive rop och skrik har uppskattats med hjälp av tidigare mätningar av liknande attraktion Katapulten. För Ikaros är denna mekaniska rörelse relativt ljudsvag då rörelsen endast består av fritt fall samt inbromsning med magnetbromsar. Ljudnivåer som härstammar från Katapulten har använts vid beräkning trots att tillgängligt underlag tyder på att Ikaros är tystare än Katapulten.

Tabell 5. Källdata från Katapulten inklusive rop och skrik.

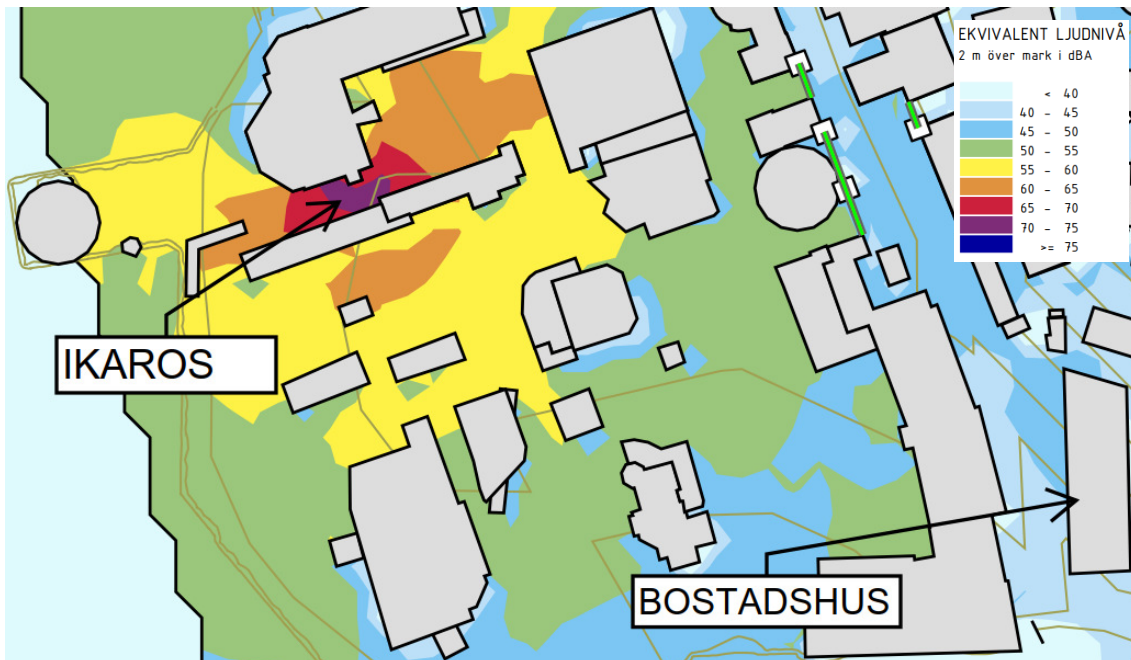
Attraktion	Enhet	Ljudeffekt [dBA]	Frekvens [Hz]							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Katapulten	Lw/m	91	53,8	64,9	73,4	78,8	84,0	86,2	85,0	81,9

<sup>2</sup> Lw-blad toppdämpad Attraktion 2001.xls

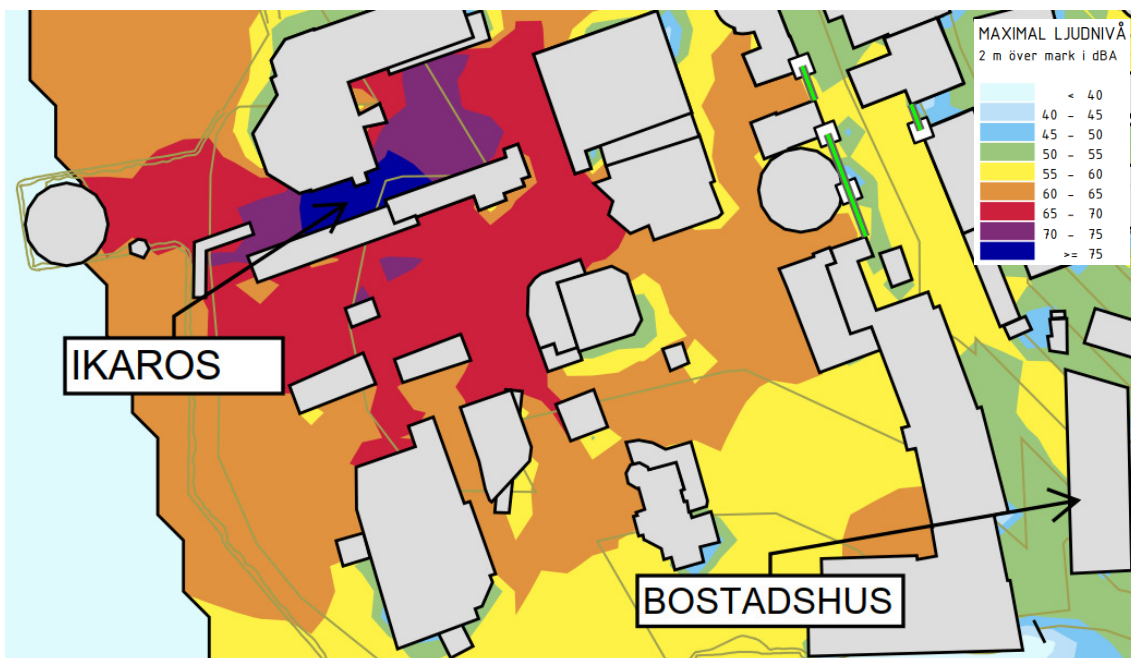
### 5.3 RESULTAT

Beräkningsresultat i form av bullerkartor bifogas i denna rapport, se Bilaga AK01 – AK04. Nedan redovisas beräkningsresultat av ekvivalent respektive maximal ljudnivå.

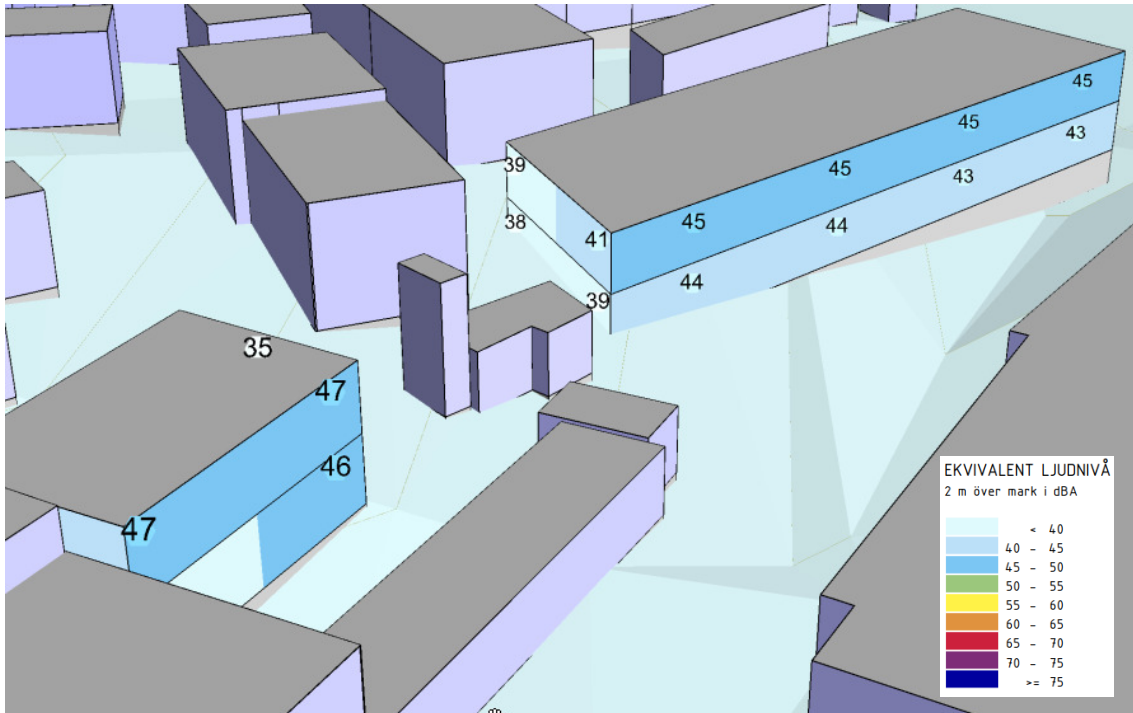
Ekvivalent ljudnivå uppgår till 46 dBA och maximal ljudnivå till 55 dBA vid närmast bostadsfasad.



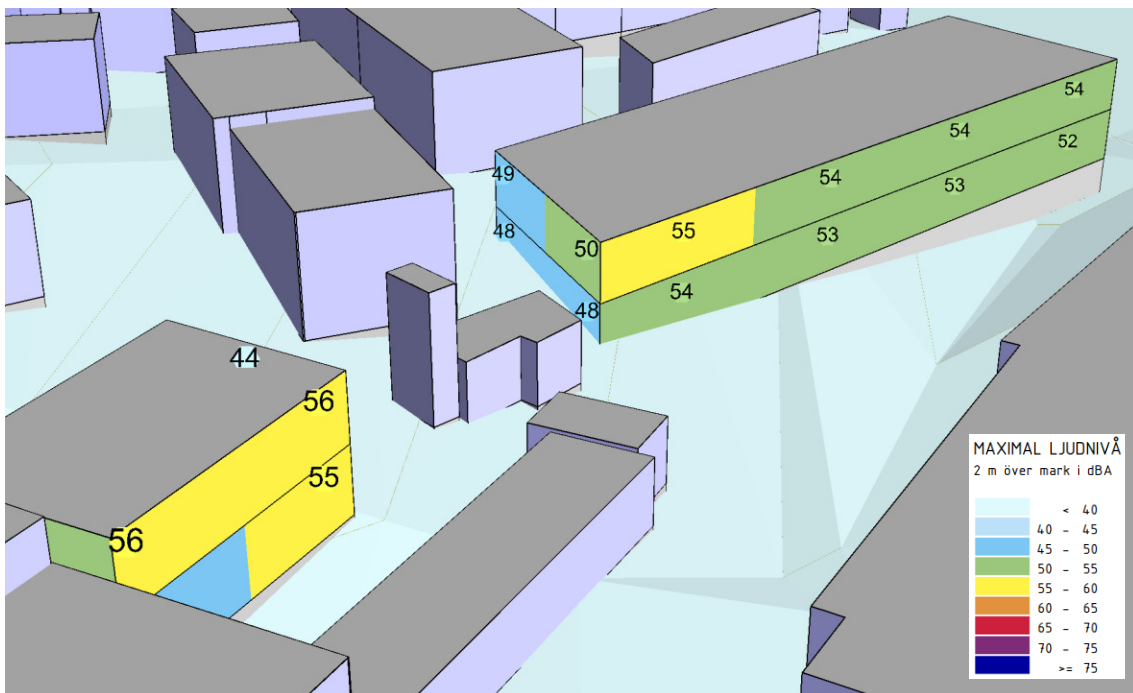
Figur 5. Ekvivalent ljudnivå då Ikaros är i drift.



Figur 6. Maximal ljudnivå då Ikaros är i drift.



Figur 7. Ekvivalent ljudnivå vid bostadsfasad.



Figur 8. Maximal ljudnivå vid bostadsfasad.

## 6 SLUTSATS

Ekvivalent ljudnivå uppgår till 46 dBA och maximal ljudnivå till 52-56 dBA vid närmast bostadsfasad vid Lilla allmänna gränd 13, 15 och 17.

Beräknade ljudnivåer från Gröna Lunds nya attraktion Ikaros rymms med marginal inom den kravnivå som Miljöförvaltningen fastställt från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad som vid en fasadisolering om 30 dB skulle ge en ljudnivå inomhus på 30 dBA.

Beräknade ljudnivåer från Ikaros bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

Med bakgrund mot Naturvårdsverkets vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller rymmes beräknade bullervärden för tidsperioderna Dag och Kväll. Den ekvivalenta ljudnivå som anges för perioden Natt ( $L_{Aeq} 40$  dB) överskrids. Tidsperioden Natt har även riktvärde avseende maximal ljudnivå  $L_{pAFmax} = 55$  dBA vilket ligger i paritet med beräknade maximala ljudnivåer.

Generellt görs bedömningen att ljud från Ikaros inte kommer vara möjligt att urskilja i ljudbilden runt Gröna Lund.

# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från Ikaros.  
Driftlägen på källor enligt rapport.

## Teckenförklaring

- Hus
- Linje
- Höjdkurva

## Building reference points

- Bullerskyddsskärm

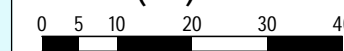
## EKVIVALENT LJUDNIVÅ 2 m över mark i dBA

< 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
>= 75



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1007



2017-01-12

BILAGA: AK01



# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från Ikaros.  
Driftlägen på källor enligt rapport.

## Teckenförklaring

- Hus
- Linje
- Höjdkurva

## Building reference points

- Ljudnivå vid fasad

## EKVIVALENT LJUDNIVÅ

Frifältsvärden vid fasadmarkörer.

< 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
>= 75



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1456



# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från Ikaros.  
100% drift på samtliga källor.

## Teckenförklaring

- Hus
- Linje
- Höjdkurva

## Building reference points

- Bullerskyddsskärm

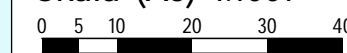
## MAXIMAL LJUDNIVÅ 2 m över mark i dBA

< 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
>= 75



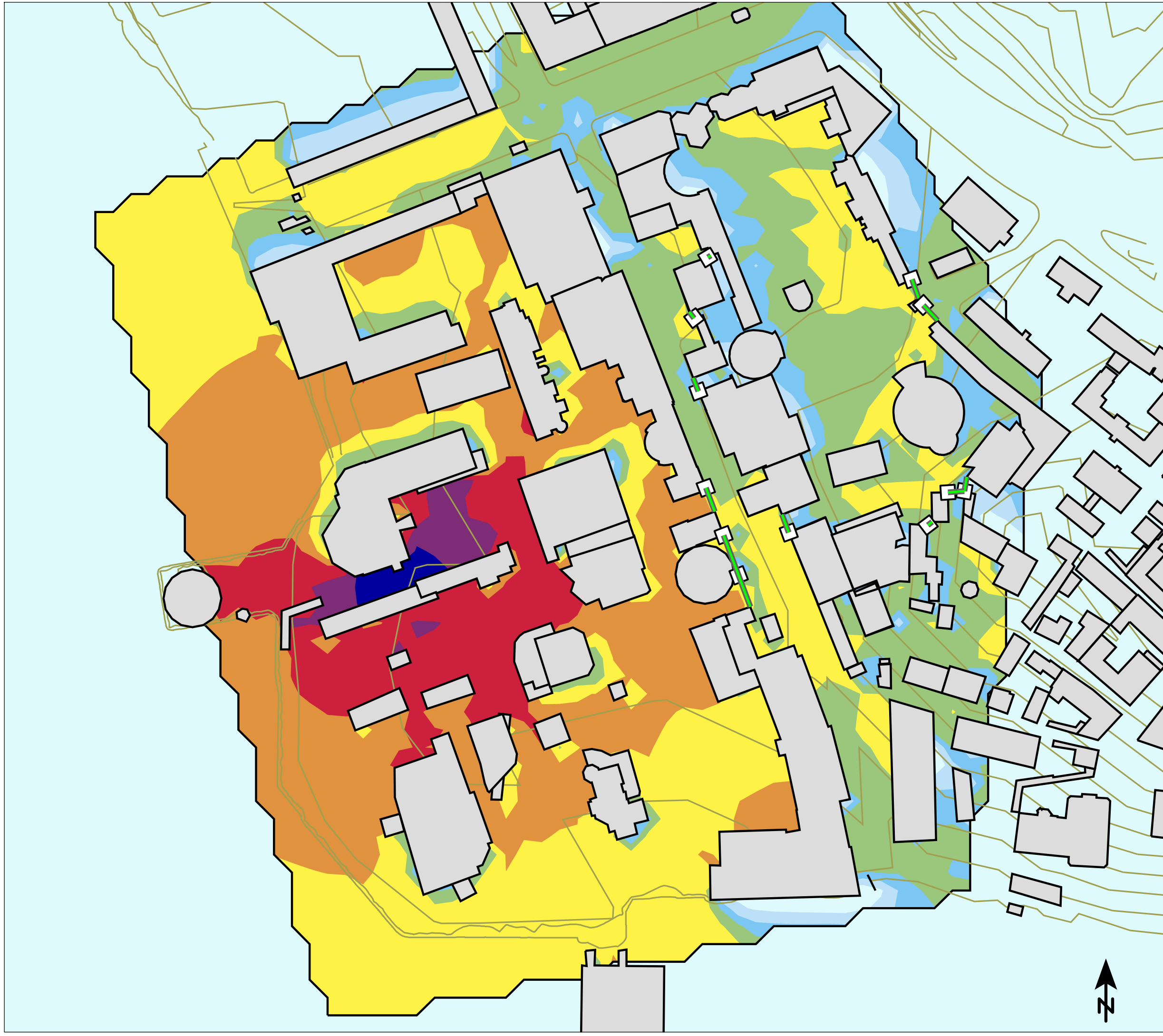
BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1007



2017-01-12

BILAGA: AK03





# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från Ikaros.  
100% drift på samtliga källor.

## Teckenförklaring

- Hus
- Linje
- Höjdkurva

## Building reference points

- Ljudnivå vid fasad

## MAXIMAL LJUDNIVÅ

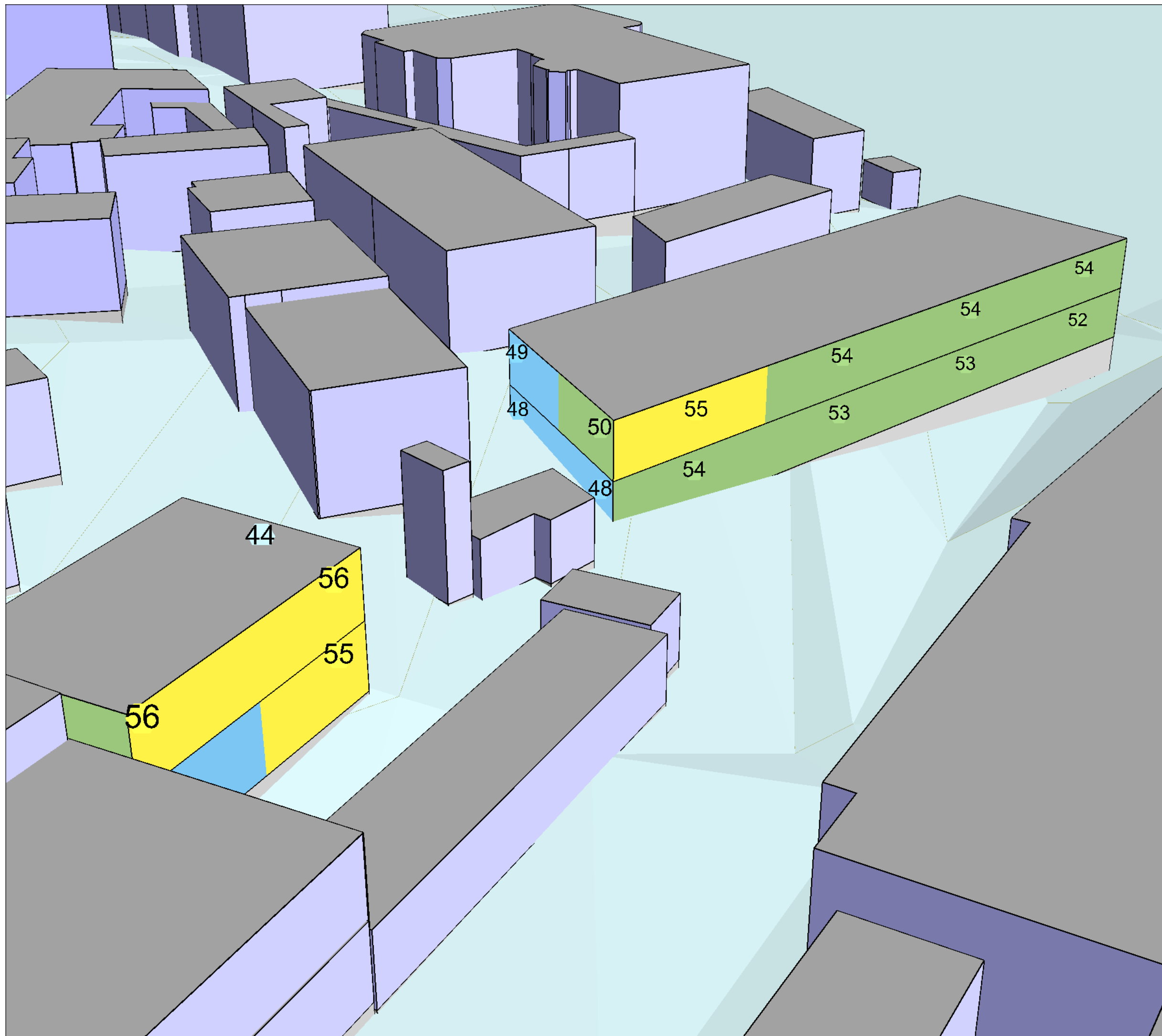
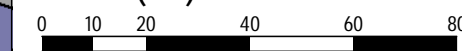
Frifältsvärden vid fasadmarkörer.

< 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
>= 75



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 274155  
HANDLÄGGARE: David Nilsson  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1456



R03-274155

# BULLERMÄTNING AV IKAROS



SLUTRAPPORT  
2017-09-29

**UPPDRAG** 274155, Projektstöd akustiska frågor, Ikaros, Gröna Lund

Titel på rapport: Bullermätning av Ikaros

Status: Slutrapport

Datum: 2017-09-29

**MEDVERKANDE**

Beställare: AB Gröna Lunds Tivoli

Kontaktperson: Peter Osbeck

Handläggare: Gustav Spjuth

Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid

**REVIDERINGAR**

Revideringsdatum ÅR-MÅN-DAG

Version: Namn, Företag

Initialer: Namn, Företag

Författare:

Gustav Spjuth

---

Datum: 2017-09-22

Handlingen granskad av:

Daniel Wärnelid

---

Datum: 2017-09-29

## SAMMANFATTNING

Tyréns har på uppdrag av Gröna Lund kontrollmätt Ikaros i syfte att undersöka huruvida ljudnivåerna från den nya attraktionen påverkar bullernivån i närområdet. Mätningar utfördes 2017-06-17 på tre platser under tre olika perioder för att på respektive mätpunkt mäta bakgrundsljudnivån, Ikaros som ensam ljudkälla, samt totala ljudnivåer över parkområdet.

Den nya attraktionen Ikaros sträcker sig totalt 86 meter upp i luften. Passagerarna hissas upp 65 m och släpps med ansiktet riktat mot marken rakt ner likt ett fritt fall tills magnetbromsar fångar upp passagerarsoffan. Bullrande delar, förutom rop och skrik, går att hitta högst upp i tornet där maskinhuset är placerat samt ett tryckluftssystem monterat på passagerarfordonet.

Mätresultaten vid samtliga mätpunkter visar ingen förändring av den ekvivalenta ljudnivån. Se även Tabell 1 nedan. Attraktionen är hörbar men överskrider ej de övriga orsakade maxvärden, dvs. skrik eller andra attraktioner, och bidrar därmed ej heller till att öka de maximala ljudnivåerna i parken. Ikaros har dock en tydlig ljudpåverkan vid 200 Hz vid vilken ytterligare dämpande åtgärder möjligen kan vidtas.

Uppmätta värden jämförs med de enligt Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad.

Tabell 1 Visar uppmätta och ekvivalenta ljudnivåer av Ikaros.

Mätpunkt	Ljudnivå före parkens öppning $L_{Aeq}$ [dB]	Total ekvivalent ljudnivå utan Ikaros $L_{Aeq}$ [dB]	Total ekvivalent ljudnivå med Ikaros $L_{Aeq}$ [dB]	Kommentar
Mätpunkt 1	56	58	58	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån
Mätpunkt 2	53	57	57	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån
Mätpunkt 3	50	59	59	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>BAKGRUND .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>BEDÖMNINGSGRUNDER.....</b>	<b>6</b>
	<b>2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS.....</b>	<b>6</b>
	2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	6
	2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER .....	6
	<b>2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>MÄTFÖRFARANDE OCH METOD.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>RESULTAT.....</b>	<b>9</b>
	<b>4.1 IKAROS .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATS.....</b>	<b>11</b>

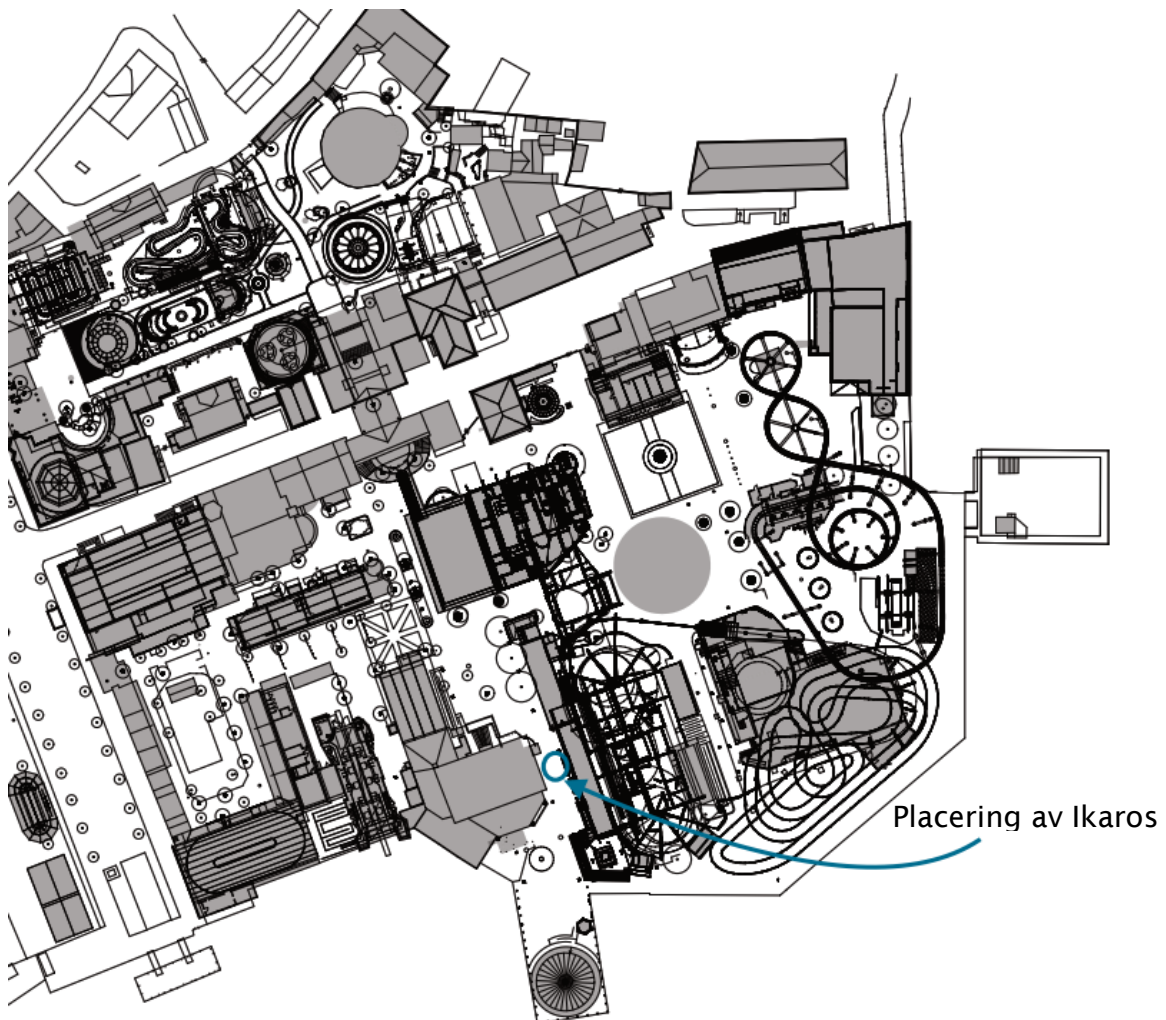
## 1 BAKGRUND

Gröna Lunds tivoliverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är idag beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivoli publiken. Gröna Lund är beläget på Djurgården med bra kommunikationer och närhet till Stockholms innerstad. Med anledning av att området är så pass centralt i staden är det viktigt att förändringar som görs i verksamheten genomförs med hänsyn till eventuell påverkan på Gröna Lunds närmast angränsande omgivning.

Den nya attraktionen Ikaros är placerad ned mot vattnet, se Figur 1.

Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lunds Tivoli varit delaktiga i designen av Ikaros med syfte att minimera buller mot omgivningen. Med anledning av Gröna Lunds unika placering och den kravbild som ställs på attraktioner inom området har bullerreducerande åtgärder inkluderats tidigt i designprocessen av den nya attraktionen Ikaros.

För att granska bullernivån orsakad av Ikaros har mätningar och beräkningar utförts efter att Ikaros drifttagits.



Figur 1. Situationsplan Gröna Lund.

## 2 BEDÖMNINGSGRUNDER

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används nedanstående allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Ljudnivåerna i Djurgårdsstaden skall vara lägre än den av Miljöförvaltningen fastställda kravnivån från 1999, där det uppsatta kravet är  $L_{Aeq} = 60$  dBA vid fasad. Med ljudnivåer som underskrider  $L_{Aeq} = 60$  dBA erhålls med normal fasadisolering inomhusnivåer under  $L_{Aeq} = 30$  dBA. Utöver krav på ekvivalent ljudnivå skall även maximal ljudnivå inomhus inte överskrida  $L_{AFmax}$  45 dBA.

### 2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus beslutades den 2 januari 2014 och används som bedömningsgrunder för att avgöra vad som skall anses vara en sanitär olägenhet.

I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpningen av 9 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) vad gäller buller inomhus. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i Tabell 2 som Tabell 3 bör beaktas vid bedömningen.

#### 2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS

Tabell 2. Bullerriktvärden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Storhet	Högsta ljudnivå
Maximalt ljud med tidsvägning FAST	45 dBA
Ekvivalent ljud	30 dBA
Ekvivalent ljud med hörbara tonkomponenter	25 dBA
Ekvivalent ljud från musikanläggningar	25 dBA

#### 2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER

I utrymme för sömn och vila uttrycks krav på högsta tillåtna ljudnivå i varje tersband.

Tabell 3. Högsta tillåtna lågfrekventa bullernivåer [dB].

Tersband [Hz]	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{peq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

## 2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER

Naturvårdsverket beslutade den 20 juni 2013 att upphäva RR 78:5 – Allmänna Råd: Riktlinjer för externt industribuller. Under en övergångsperiod har Naturvårdsverket hänvisat till en vägledning som endast publiceras på deras hemsida. I april 2015 kom så Naturvårdsverkets uppdaterade vägledning angående industribuller<sup>1</sup> som skall tillämpas vid prövning och tillsyn enligt miljöbalken. Boverket har tagit fram en vägledning för industribuller och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostadsbebyggelse. Där redovisas riktvärden enligt Tabell 4 nedan.

Ljud från närliggande fläktar, kylmedelkylare, kompressorer m.m. faller under kategorin externt industribuller. Riktlinjerna gäller för verksamhet för hela dagar, kvällar respektive nätter. Om verksamheten endast pågår en viss del av dag/kväll/natt bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid då verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid kortare händelser. Om ljudet innehåller ofta återkommande impulser såsom vid nitningsarbete, slag i transportörer, lossning av järnskrot etc. eller innehåller hörbara tonkomponenter eller bådadera ska man använda ett värde som är 5 dBA-enheter lägre än vad som anges i tabellen.

*Tabell 4. Utomhusriktvärden för industribuller. Värden avser frifältsvärden eller till frifält korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå utomhus.*

Områdesanvändning	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAeq}$ [dB]			Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]
	Dag kl 06-18	Kväll kl 18-22 samt lör-, sön- och helgdag kl 06-18	Natt kl 22-06	Momentana ljud nattetid kl 22-06
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap	50	45	40	55

<sup>1</sup> Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller



### 3 MÄTFÖRFARANDE OCH METOD

I syfte att bedöma vilken omfattning den nya attraktionen Ikaros bidrar till bullret i området kring Gröna Lund har en ljudmätning genomförts. Ljudmätningen genomfördes den 17 juni 2017 av Gustav Spjuth, Tyréns.

Mätning genomfördes på tre positioner, enligt Figur 2. Vid varje mätpunkt uppmättes tre olika driftskeden, vilket var en förutsättning för att få en möjlighet att separera buller från enbart Ikaros och bedöma dess bullerpåverkan i området. Dessa tre driftskeden går att förklara på följande sätt:

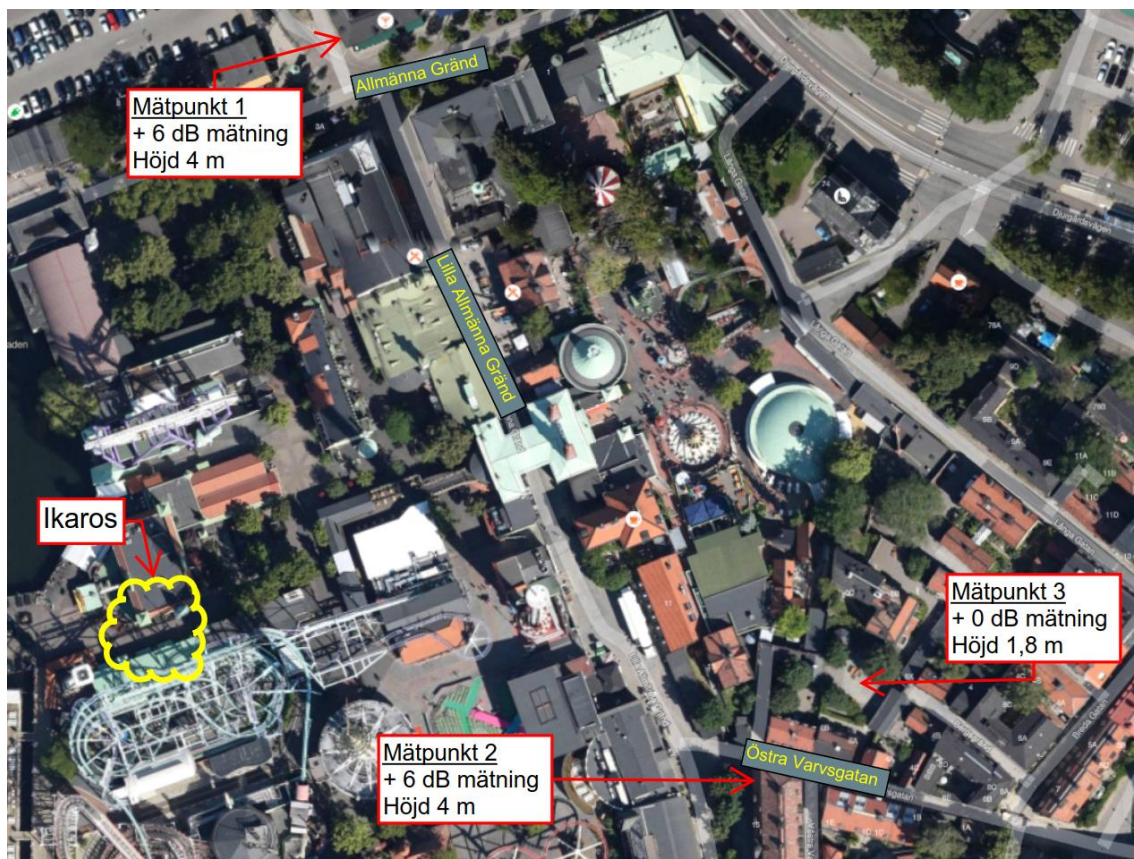
**Bakgrund:** Bakgrundsmätningen genomfördes innan verksamheten på Gröna Lund startat. Buller kommer generellt från støj utanför parken, trafik samt fåglar. Mätperioder om 5 minuter utfördes.

**Enbart Ikaros:** Enbart den nya attraktionen Ikaros i drift. Innan verksamheten öppnat genomfördes ljudmätningar då enbart Ikaros kördes. Flera mätningar av endast Ikaros utfördes på samtliga mätpunkter. Mätperioden motsvarade attraktionens hela åktur.

**Totalt - Full drift av Gröna Lund:** Sist genomfördes mätningar då hela Gröna Lund öppnat och fyllts med besökare. Mätperioder om 5 minuter utfördes.

Samtliga mätningar har korrigerats för att motsvara frifältsvärden.

För att granska bullerpåverkan orsakade av Ikaros har de totala ljudnivåerna i parken undersökts och jämförts med och utan Ikaros.



Figur 2. Översiktbild över mätpunkter i förhållande till Ikaros.

## 4 RESULTAT

Uppmätt resultat visar att Miljöförvaltningens krav om  $L_{Aeq} \leq 60$  dBA innehålls även efter att Ikaros driftsatts.

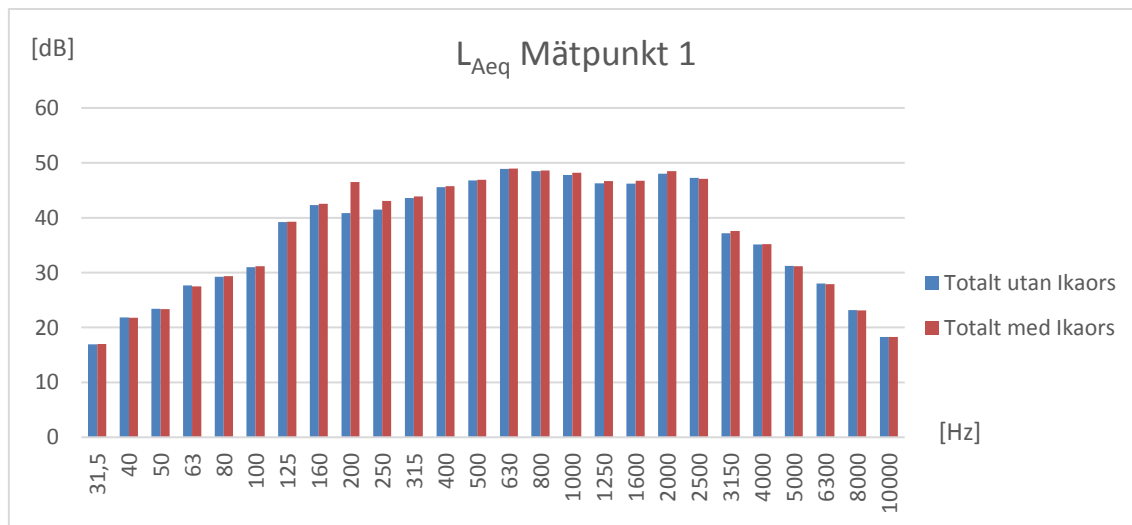
Bullret från Ikaros förekommer som en kort impuls, ett ljud som påminner om ett dovt trumslag. Ljudet från Ikaros går att urskilja under en kort sekvens men i övrigt dominerar ljud från andra källor. Den A-vägda ekvivalenta ljudnivån för mätningen på totalnivån i parken får dock ett försumbart utslag orsakat av Ikaros. Maximal ljudnivå från Ikaros är i paritet med befintliga attraktioner och bidrar därmed ej heller till att öka de maximala ljudnivåerna i parken.

Mätresultaten i Tabell 5 visar den totala A-vägda ekvivalenta ljudnivån för parken samt en korrigerad A-vägd ljudnivå som visar totalljudnivå från parken förutom Ikaros. Resultaten har även jämförts med ljudnivåer före parkens öppning, (bakgrundsnyvån),

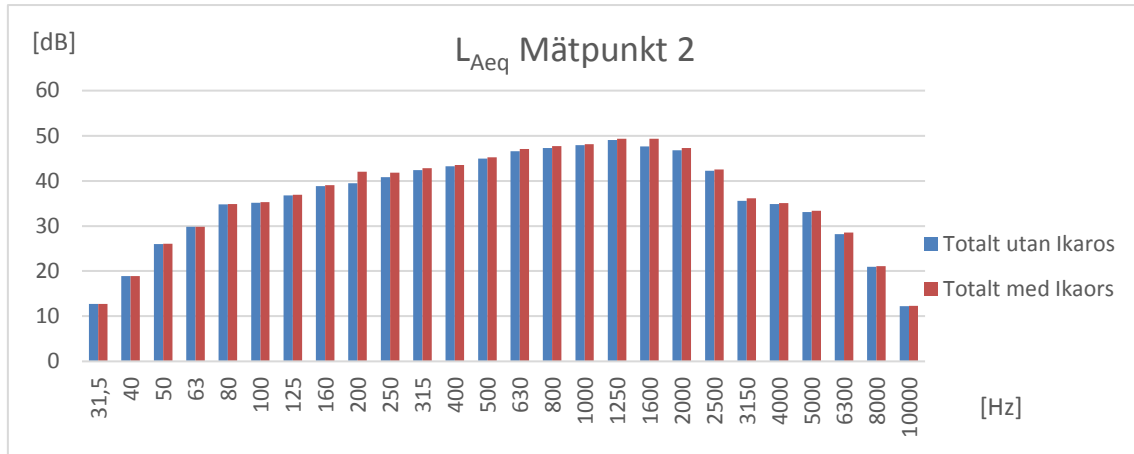
*Tabell 5 visar uppmätta ljudnivåer med-, respektive utan Ikaros då parken har full verksamhet. Uppmätta värden skall underskrida miljöförvaltningens kravnivå om  $L_{Aeq} = 60$  dBA. Samtliga värden har korrigerats för att motsvara frifältsvärden.*

Mätpunkt	Ljudnivå före parkens öppning $L_{Aeq}$ [dB]	Total ekvivalent ljudnivå i parken utan Ikaros $L_{Aeq}$ [dB]	Total ekvivalent ljudnivå i parken med Ikaros $L_{Aeq}$ [dB]	Kommentar
Mätpunkt 1	56	58	58	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån
Mätpunkt 2	53	57	57	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån
Mätpunkt 3	50	59	59	Påverkar ej ekvivalent ljudnivån

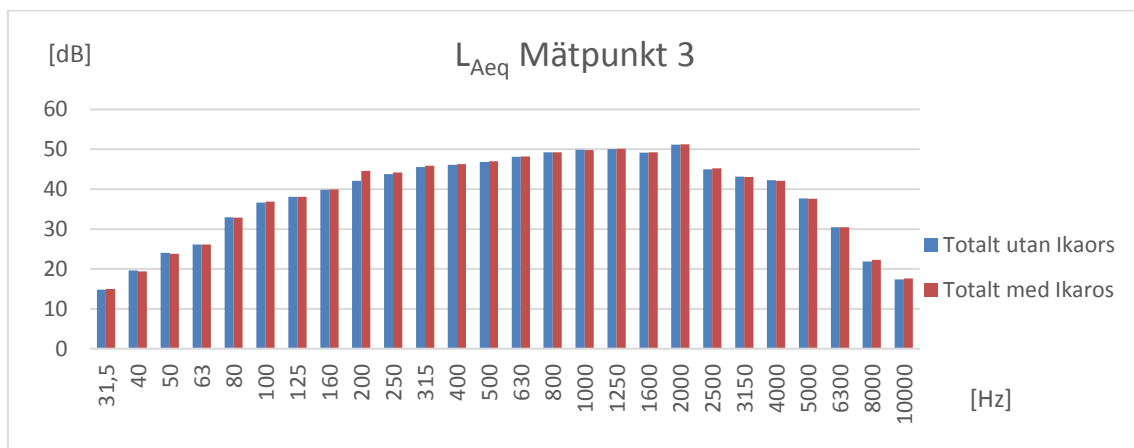
I Figur 3 Visar A-vägda ekvivalenta ljudnivåer från mätpunkt Figur 3 - Figur 5 visas uppmätta ljudnivåer för respektive frekvensband från tre olika mätpunkterna. Det går att urskilja en marginell ljudnivåökning vid 200 Hz, i övrigt är ljudbilden oförändrad.



Figur 3 Visar A-vägda ekvivalenta ljudnivåer från mätpunkt 1, med- respektive utan Ikaros då hela parken är igång.



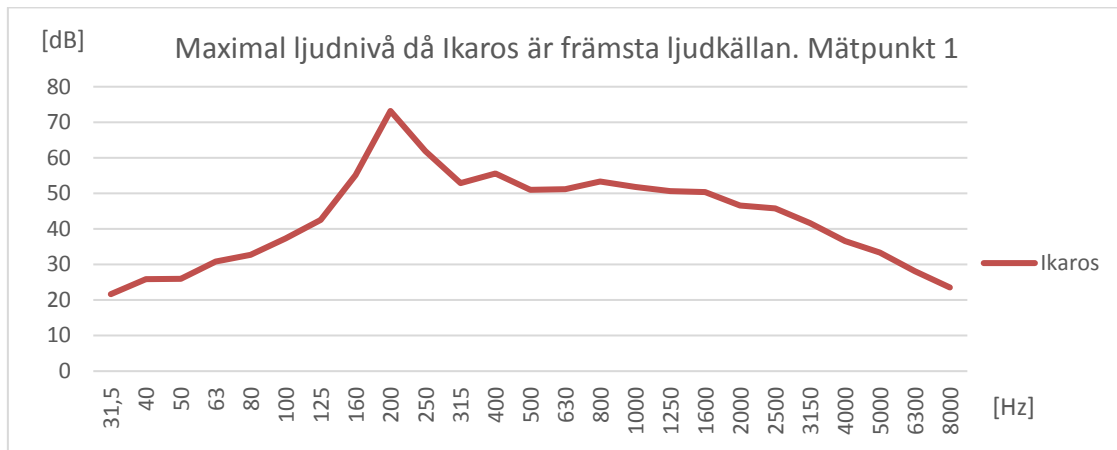
Figur 4 Visar A-vägda ekvivalenta ljudnivåer från mätpunkt 2, med- respektive utan Ikaros då hela parken är igång.



Figur 5 Visar A-vägda ekvivalenta ljudnivåer från mätpunkt 3, med- respektive utan Ikaros då hela parken är igång.

#### 4.1 IKAROS

Ikaros orsakar som mest ljud vid 200 Hz, se Figur 6 vid vilken Ikaros urskiljer. Bullerpåverkan sker i form av en impuls likt ett dovt trumslag och vara under en kort period. Trots att Ikaros har en påverkan vid tersbandet 200 Hz, så varar impulsen under en kort period och får således försumbart utslag på den totala ekvivalenta ljudnivån. Attraktionens främsta bullerpåverkan sker under ca 2 s och upprepas ungefär en gång per min.



Figur 6 visar maximala ljudnivån orsakat främst av Ikaros. Samtliga mätpunkter ger detta tydliga utseende och utslag vid frekvensen 200 Hz.

## 5 SLUTSATS

De bullernivåer som härstammar från Ikaros bidrar ej till att öka ekvivalenta eller maximala bullernivåer i området. Den nya attraktionen är inte på något sätt ohörbar, dock går det att konstatera att attraktionen inte bidrar till en ökad bullernivå i området som avser maximal- och/eller ekvivalent ljudnivå. Främsta ljudpåverkan ifrån Ikaros kan härledas till frekvenser kring 200 Hz.

Miljöförvaltningen beskriver endast krav på ekvivalenta ljudnivåer utomhus vilket möjligen ej ger en rättvisande bild av bullersituationen eftersom många av de maximala ljudnivåerna sker mycket momentant. Detta medför att det krävs starka maximala ljudnivåer för att påverka den totala ekvivalenta ljudnivån.

Mätresultatet vid samtliga mätpunkter visar ingen förändring av den totala ekvivalenta ljudnivån.

Vår bedömning är att det finns möjligheter att med en teknisk åtgärd ytterligare reducera den impuls Ikaros ger ifrån sig när attraktionen släpps.

RAPPORT  
BULLERUTREDNING GRÖNA LUND -  
SNAKE



SLUTRAPPORT  
2018-12-18

UPPDRAG 291948, Gröna Lund - Snake  
Titel på rapport: Bullerutredning Gröna Lund - Snake  
Status: Slutrapport  
Datum: 2018-12-18

#### MEDVERKANDE

Beställare: Gröna Lunds Tivoli  
Kontaktperson: Peter Osbeck

Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid  
Kvalitetsgranskare: Ricardo Ocampo Daza

Författare:  
Daniel Wärnelid

---

Datum: 2018-12-18

Handlingen granskad av:  
Ricardo Ocampo Daza

---

Datum: 2018-12-18

## SAMMANFATTNING

Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion, Snake. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund.

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen används allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Beräknade ljudnivåer från Snake bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller.

Ekvivalent ljudnivå uppgår som mest till 49 dBA och maximal ljudnivå till 54 dBA vid närmast bostadsfasad vid korsningen mellan Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	5
2	BEDÖMNINGSGRUNDER.....	6
	2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS.....	6
	2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	6
	2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER.....	6
	2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER.....	7
3	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	8
	3.1 UNDERLAG.....	8
	3.2 BERÄKNINGSMODELL.....	9
4	RESULTAT.....	10
5	SLUTSATS.....	11
6	DISKUSSION.....	12



## 1 INLEDNING

Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion som skall heta Snake. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund.

Tyréns har fått i uppdrag att beräkna bulleremissioner från den planerade attraktionen.

Gröna Lunds tivolverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är idag beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivoli publiken. Gröna Lund är beläget på Djurgården med bra kommunikationer och närhet till Stockholms innerstad. Med anledning av att området är så pass centralt i staden är det viktigt att förändringar som görs i verksamheten genomförs med hänsyn till eventuell påverkan på Gröna Lunds närmast angränsande omgivning. Därav tas även hänsyn till det buller som kan tillföras av planerade attraktioner.

Med anledning av Gröna Lunds unika placering och den kravbild som ställs på attraktioner inom området kommer bullerreducerande åtgärder diskuteras i designprocessen av den nya attraktionen. Inga bullerreducerande åtgärder har inkluderats i de beräkningar som presenteras i denna utredning.

## 2 BEDÖMNINGSGRUNDER

För att bedöma bullerpåverkan från den nya attraktionen Snake används nedanstående allmänna råd och riktvärden som vägledning. Gröna Lunds målsättning är att nya attraktioner inte skall bidra till ökade bullernivåer i området.

Där det saknas direkt tillämpliga normer finns exempel på prejudicerande domar som beskriver tillämpning av miljöbalken<sup>1</sup>. I aktuellt fall är området redan idag påverkat av verksamheten vid Gröna Lund och ljud från Stockholms innerstad. Toleransnivån för ljud från tivolverksamhet bör enligt tidigare resonemang vara något högre.

### 2.1 FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus beslutades den 2 januari 2014 och används som bedömningsgrunder för att avgöra vad som skall anses vara en sanitär olägenhet.

I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpningen av 9 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) vad gäller buller inomhus. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Dessa riktvärden bör tillämpas vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger. Såväl värdena i Tabell 1 som Tabell 2 bör beaktas vid bedömningen.

#### 2.1.1 TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS

Tabell 1. Bullerriktvärden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Storhet	Högsta ljudnivå
Maximalt ljud med tidsvägning FAST	45 dBA
Ekvivalent ljud	30 dBA
Ekvivalent ljud med hörbara tonkomponenter	25 dBA
Ekvivalent ljud från musikanläggningar	25 dBA

#### 2.1.2 LÅGFREKVENT BULLER

I utrymme för sömn och vila uttrycks krav på högsta tillåtna ljudnivå i varje tersband.

Tabell 2. Högsta tillåtna lågfrekventa bullernivåer [dB].

Tersband [Hz]	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{peq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

<sup>1</sup> DOM 2017-09-04 Stockholm Mål nr P 11198-16

## 2.2 EXTERNT INDUSTRIBULLER

I april 2015 kom så Naturvårdsverkets nu gällande vägledning angående industribuller<sup>2</sup> som skall tillämpas vid prövning och tillsyn enligt miljöbalken.

Ljud från fläktar, kylmedelkylare, kompressorer m.m. faller under kategorin externt industribuller. Riktlinjerna gäller för verksamhet för hela dagar, kvällar respektive nätter. Om verksamheten endast pågår en viss del av dag/kväll/natt bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid då verksamheten pågår.

Vägledningen är inte framtagen för buller från lek, musik och sorl från restauranger och evenemang såsom konserter. Denna vägledning är inte heller direkt tillämpbar på all verksamhet Gröna lund bedriver, som exempelvis denna nya attraktion Snake. Trots att denna vägledning inte direkt är tillämpbar kan angivna riktvärden vara vägledande när en helhetsbedömning genomförs.

Tabell 3. Utomhusriktvärden för industribuller. Värden avser frifältsvärden eller till frifält korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudtrycksnivå utomhus.

Områdesanvändning	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAeq}$ [dB]			Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]
	Dag kl 06-18	Kväll kl 18-22 samt lör-, sön- och helgdag kl 06-18	Natt kl 22-06	Momentana ljud nattetid kl 22-06
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap	50	45	40	55

<sup>2</sup> Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller

### 3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Den nya attraktionen Snake är placerad relativt nära ingången strax söder om Tyrol, se placering enligt Figur 1. Åkattraktionen har i startläget en höjd på ca 30 meter men i utsträckt läge når attraktionen en höjd närmare 40 m. De bulleralstrande motorerna är placerade centralt på huvudaxeln och centralt på sekundäraxeln, se Figur 2. Motorn på huvudaxeln är den dominerande bullerkällan och har en ljudeffekt på närmare 100 dB.

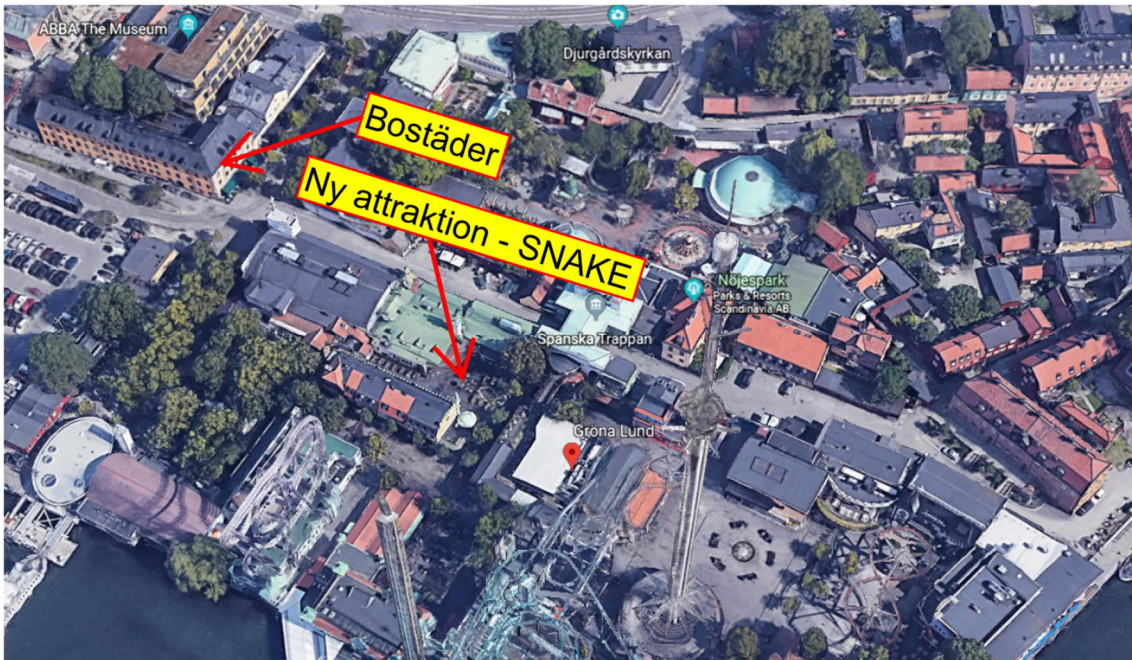
Var 3:e minut startar en åktur, en åktur varar i en minut. Således går maximalt 20 turer varje timme under den period som Gröna Lund har öppet.

Gröna Lund har öppet måndag till lördag mellan 12 och 23 samt 12 till 20 på söndagar.

#### 3.1 UNDERLAG

Digitalt kartunderlag och positionering av åkattraktionen från Jonas Sjöberg på Tillsammans Arkitekter

- GronaLund.dwg
- 1150\_Zusammenbau Farben.PDF
- A01\_1 SITUATIONSPLAN.pdf
- A02\_1 PLANRITNING.pdf
- A03\_1 ELEVATION SYDFAST.pdf
- A03\_2 ELEVATION SYDOST.pdf



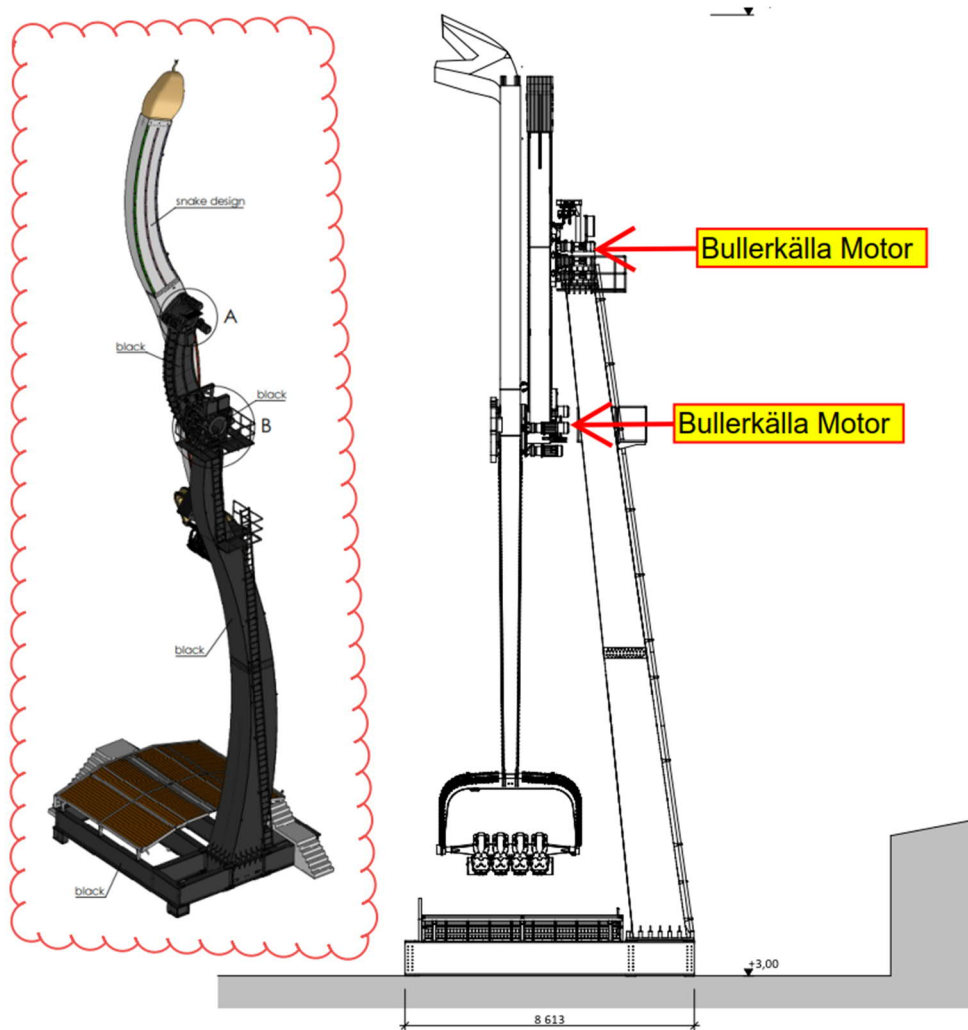
Figur 1. Placering av ny attraktion Snake.

### 3.2 BERÄKNINGSMODELL

För ljudutbredningsberäkningar från Gröna Lunds nya åkattraktion har beräkningsmodellen Svensk Standard ISO 9613 används.

Beräkningarna har genomförts med programmet SoundPlan (version 7.4) från Braunstein + Berndt GmbH. Programmet utnyttjar tredimensionella digitalkartor över området, även inkluderande byggnader. Utbredningsdämpning, markabsorption, skärmning, reflektioner mm., hanteras automatiskt av programmet i enlighet med rådande beräkningsmodeller.

I beräkningarna används en sökradie mellan källa och mottagare som för direktbidraget är 400 meter och för reflexerna 50 meter från källposition och 150 meter från mottagarposition. 3 reflexer har använts.



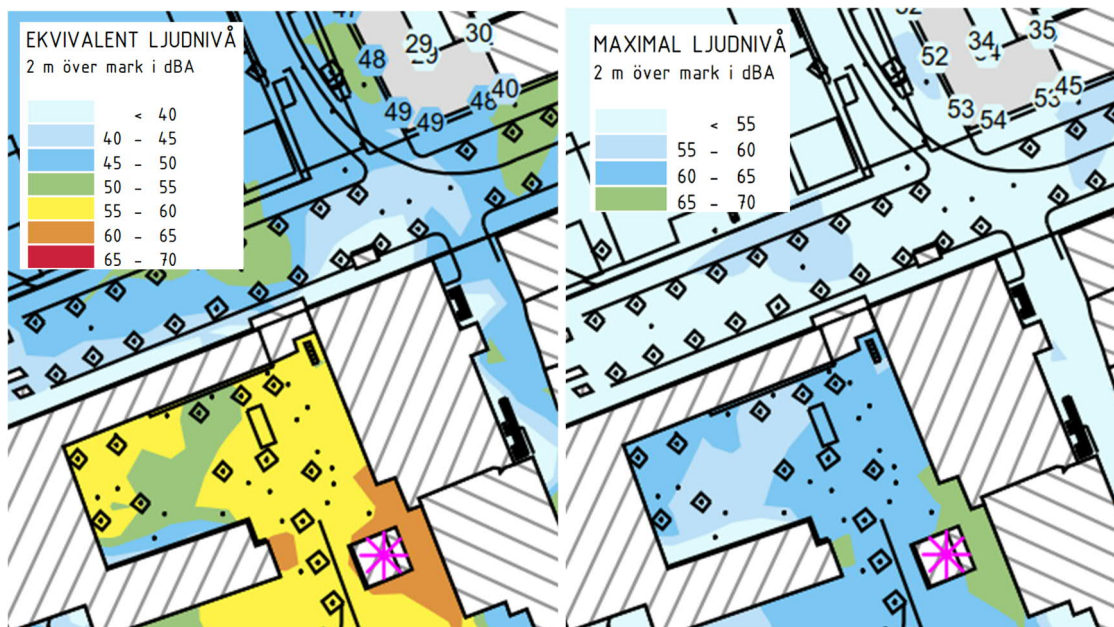
Figur 2. 3-D illustration av Snake samt en sektion vy från sydost.

## 4 RESULTAT

Genomförda beräkningar redovisas även som bullerkartor där frifältkorrigerade fasadnivåer för de närmaste bostäderna framgår, Se Bilaga AK01 och AK02. I Tabell 4 nedan presenteras de högsta ljudnivåerna som beräknats från attraktionen Snake.

Tabell 4. Dimensionerande ljudnivåer då den nya attraktionen Snake är i drift.

Fastighet	Ekvivalent ljudnivå $L_{pA}$ [dB]	Maximal ljudnivå $L_{pAFmax}$ [dB]
Konsthallen 14	49	54
Djurgården 1:40	42	46



Figur 3. Ekvivalentn och maximal ljudutbredning från Snake. Bostaden i hörnet Falkenbergsgatan och Allmänna gränd ligger närmast den nya attraktionen.

## 5 SLUTSATS

Ekvivalent ljudnivå uppgår som mest till 49 dBA och maximal ljudnivå till 54 dBA vid närmast bostadsfasad vid korsningen mellan Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller.

De beräknade ekvivalenta ljudnivåerna överstiger något de riktvärden som återfinns i Naturvårdsverkets vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller avseende perioden Kväll(18-22) och Natt (22-06) då ekvivalent ljudnivå som högst beräknats till Leq 49 dBA. Den ekvivalenta ljudnivå som anges för perioden Dag (LAeq 50 dB) överskrids ej. Tidsperioden Natt har även riktvärde avseende maximal ljudnivå LpAFmax = 55 dBA och överskrids ej av attraktionen Snake.

## 6 DISKUSSION

I dagsläget präglas området av buller från framförallt Gröna Lunds verksamhet, men även andra attraktioner på Djurgården bidrar till den samlade ljudbilden. Utöver de verksamheter som finns i området är ljud från Stockholm stad också en ljudkälla som är högst påtagligt, ljud från trafikleder och restauranger längs vattnet färgar den totala ljudmiljön i området under vår, sommar och höst. Generellt görs bedömningen att ljud från Snake inte kommer påverka befintlig ljudmiljö runt Gröna Lund i större utsträckning under de perioder då attraktionen är i drift.

Beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximal eller lågfrekvent buller<sup>3</sup>. På uppdrag av Gröna Lund har Tyréns tittat på dagens bullersituation. Detta arbete skedde inom ramen för detaljplan Skeppsholmsviken<sup>4</sup>. Mätningar visar att ljudnivån idag uppgår till mellan 58-66 dBA där fasadytor som vetter mot Allmänna gränd visar på högre ljudnivåer än fasad norrut på Falkenbergsgatan. Då beräknat ljudbidrag från den nya attraktionen är 9-17 dB lägre än dagens ekvivalent bakgrundsljud görs bedömningen att attraktionen inte påverkar områdets ekvivalenta ljudnivå. Maxnivåer från den nya attraktionen är även de drygt 10 dB-enheter lägre än dagens maximala ljudnivåer i området och bedöms inte heller förändra dagens maximala ljudnivåer eller förändra områdets ljudbild eller karaktär.

Sammantaget kommer alltså inte attraktionen Snake att medföra en märkbar förändring av ljudbilden och eller heller riktvärdena för inomhusbuller.

Tabell 5. Översiktlig beskrivning av den resulterande bullerpåverkan attraktionen Snake har på närmast angränsande bostadshus Kv Konsthallen 14.

	Ljudnivå utan ny Attraktion Snake Dagens bullernivå $L_{Aeq}$ [dB]	Ekvivalent ljudbidrag från Snake $L_{Aeq}$ [dB]	Total ekvivalent ljudnivå med Blue Harvest $L_{Aeq}$ [dB]	Kommentar
Fasad som vetter mot Allmänna Gränd Kv Konsthallen 14	61-66	48-49	61-66	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå
Fasad som vetter mot Falkenbergsgatan Kv Konsthallen 14	58-61	45-49	58-61	Påverkar ej ekvivalent ljudnivå

<sup>3</sup> Baseras på uppmätt fasadisolering och beräknade fasadnivåer

<sup>4</sup> SBK 05 nov R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken.pdf



# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från framtida attraktion Snake. Under öppettider 12-23

## Teckenförklaring

- Bostad
- Övrig byggnad
- Skärmbaslinje
- Punktkälla Snake

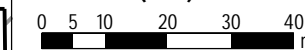
## EKVIVALENT LJUDNIVÅ 2 m över mark i dBA

< 40
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
>= 75



BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 272690  
HANDLÄGGARE: Ricardo Ocampo Daza  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1200



2018-12-18

BILAGA: AK01



# BERÄKNAD LJUDUTBREDNING

Beräknade ljudnivåer från framtida attraktion Snake.

## Teckenförklaring

- Bostad
- Övrig byggnad
- Skärmbaslinje
- Punktkälla Snake

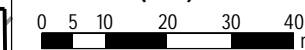
## MAXIMAL LJUDNIVÅ 2 m över mark i dBA

< 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80
80 - 85
85 - 90
>= 90



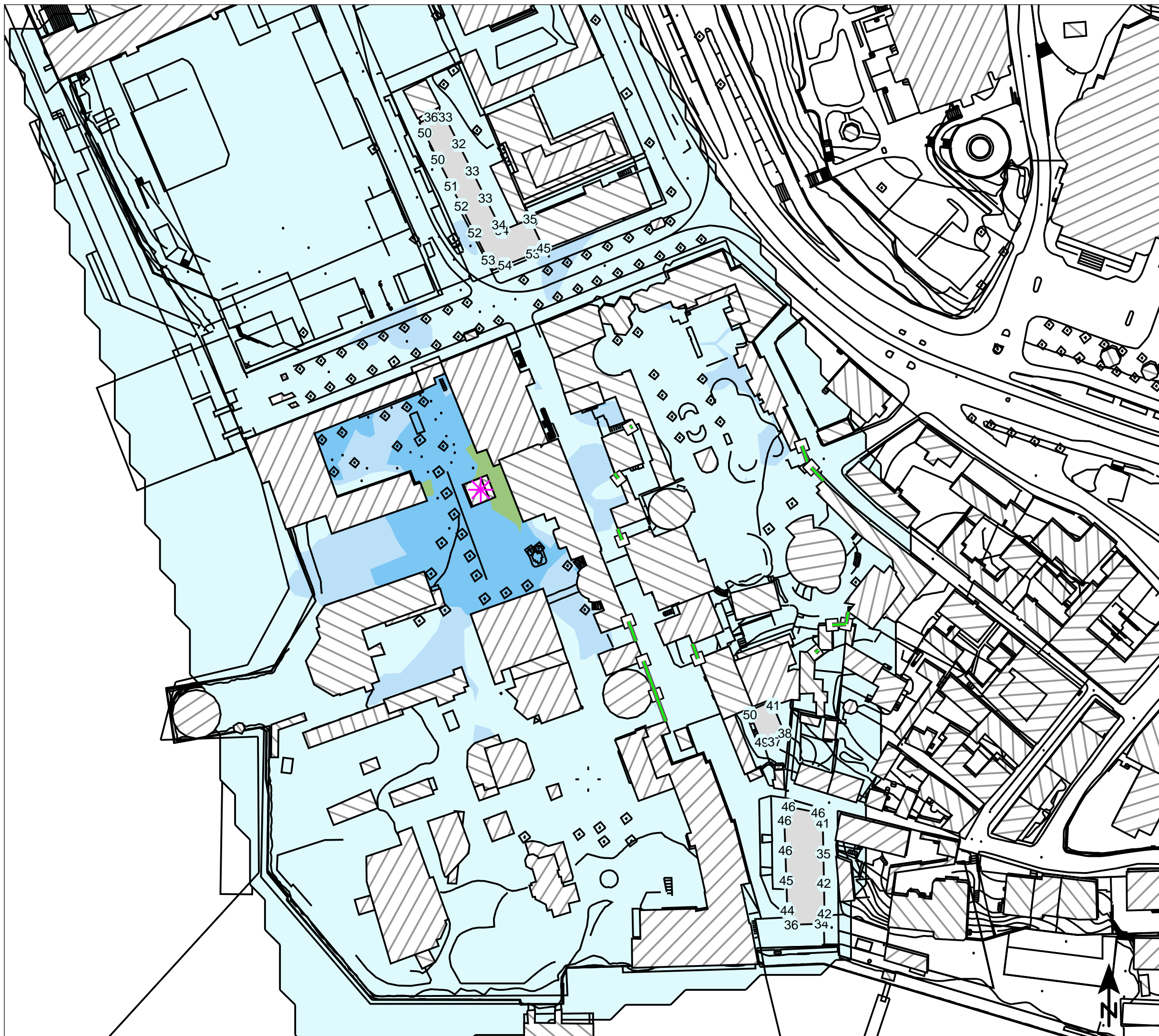
BESTÄLLARE: AB Gröna Lunds Tivoli  
OMRÅDE: Gröna Lunds Tivoli  
UPPDRAG: 272690  
HANDLÄGGARE: Ricardo Ocampo Daza  
GRANSKAD: Daniel Wärnelid  
SOUNDPLAN VER: 7.4  
BERÄKNING ENL: NPM 1996

Skala (A3) 1:1200



2018-12-18

BILAGA: AK02



R01-296236

KONTROLLMÄTNING, MAMMA MIA  
FALKENBERGSGATAN 5, DJURGÅRDEN



SLUTRAPPORT  
2019-06-28

## UPPDRAG

296236, Ljudmätning - Ljudstörning från Mamma Mia

Titel på rapport:

Kontrollmätning, Mamma Mia Falkenbergsgatan 5, Djurgården

Status:

Slutrapport

Datum:

2019-06-28

## MEDVERKANDE

Beställare:

Gröna Lunds Tivoli

Kontaktperson:

Annika Troselius

Konsult:

Namn, Företag

Uppdragsansvarig:

Daniel Wärnelid 010 452 31 28

Kvalitetsgranskare:

Daniel Wärnelid

## REVIDERINGAR

Revideringsdatum

Version:

Initialer:

Författare:

Moa Ljörnlund

---

Datum: 2019-06-28

Handlingen granskad av:

Daniel Wärnelid

---

Datum: 2019-06-28

## SAMMANFATTNING

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2019-05-25 kontrollerat ljud- & vibrationsnivån från krogshowen "Mamma Mia! The Party" som går på Tyrol i lägenhet på Falkenbergsgatan 5C. Mätningen utfördes mellan 21:00 – 00:50 och görs efter att klagomål avseende höga lågfrekventa ljudnivåer samt vibrationer tagits emot från boende Åsa De Graaff.

Lågfrekvent buller från krogshowen "Mamma Mia – The Party" uppfyller ej de allmänna råden vid ett flertal tillfällen i tersbanden 50, 63 och 80 Hz förutom under tidsperioden 23:30 – 00:50 (slut) då samtliga riktvärden innehålls. Som mest överskrider ett enskilt lågfrekvent riktvärde med 17 dB under tidsperioden 23:10 – 23:25 i tersband 63 Hz.

De ekvivalenta A-vägda ljudnivåerna från krogshowen "Mamma Mia – The Party" överstiger allmänna råd enligt FoHMFS 2014:13 vid ett flertal tillfällen 21:00 - 23:30. Samtliga överskridanden kan dock konstateras vara helt beroende av det lågfrekventa bidraget.

Resultat från mätningen visar på att åtgärder krävs för att minska det lågfrekventa ljudet i tersband 50, 63 och 80 Hz. Förslag på åtgärder kan ses i avsnitt 0.

Uppmätt maximal vibrationsnivå i lägenhet innehåller riktvärden avseende komfortvibrationer med god marginal och problematiken är inte relaterad till stomburna vibrationer.

## INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	4
1.1	BAKGRUND .....	4
2	BEDÖMNINGSGRUNDER.....	5
2.1	ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS.....	5
2.2	RIKTVÄRDEN FÖR BEDÖMNING AV KOMFORT I BYGGNADER.....	5
3	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	5
3.1	MÄTFÖRFARANDE.....	5
3.2	MÄTUTRUSTNING.....	6
4	MÄTRESULTAT.....	7
4.1	LJUDNIVÅ I LÄGENHET .....	7
4.2	LÅGFREKVENT LJUD I LÄGENHETEN .....	9
4.2.1	TIDSPERIOD 23:10 – 23:25 (AKT 3).....	9
4.3	VIBRATIONSNIKVÅ I LÄGENHETEN .....	10
5	ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	11
6	UTLÅTANDE .....	12
7	BILAGA – BILDER.....	13

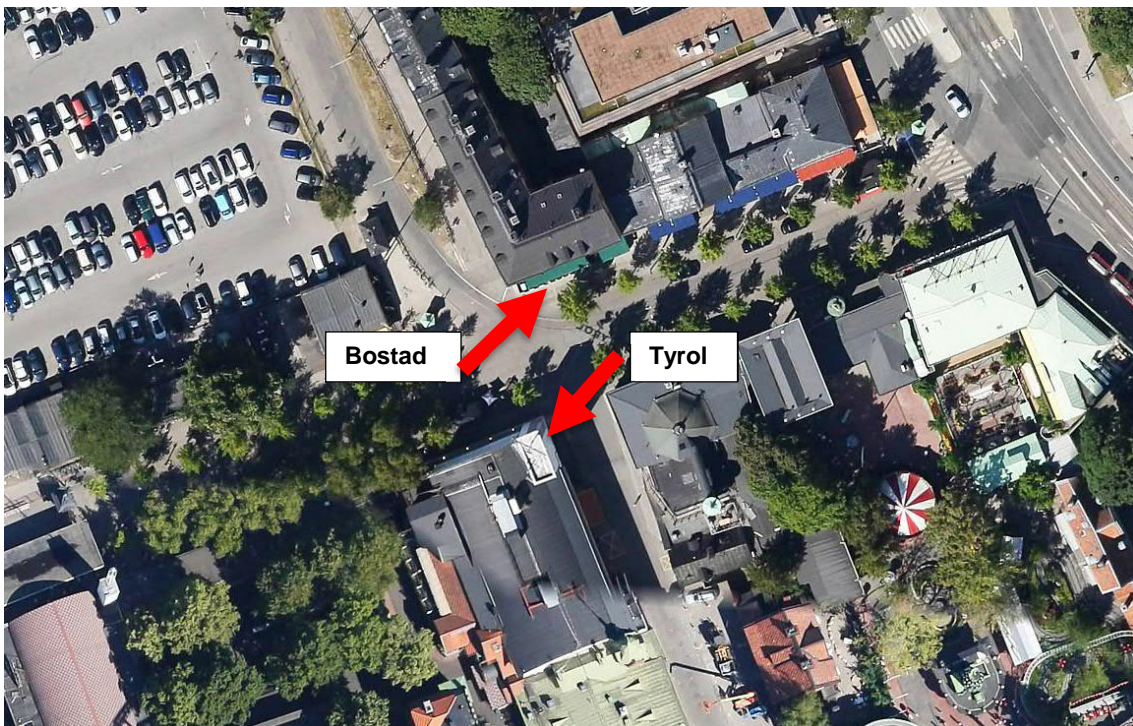
## 1 INLEDNING

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2019-05-25 kontrollerat ljud- & vibrationsnivån från krogshowen "Mamma Mia! The Party" som går på Tyrol i lägenhet på Falkenbergsgatan 5C. Mätningen är en påföljd av klagomål avseende höga ljudnivåer kvällstid.

Vardagsrum med två fönster mot Tyrol anses vara representativt för problemet enligt boende och mätning har därför utförts i detta rum.

### 1.1 BAKGRUND

På Tyrol vid Gröna Lund hålls en krogshow vid namn "Mamma Mia! The Party". Showen går främst på fredagar och lördagar men även torsdagar förekommer. Åsa De Graaff, boende högst upp (plan 3) på Falkenbergsgatan 5C, har framfört klagomål om att krogshowen orsakar störande ljudnivåer under kvällstid. Bostaden befinner sig över gatan från Tyrol enligt Figur 1. Se bilaga för bilder från mätning. Akt 1 i showen börjar kl. 21.00 och showen pågår fram till kl 23:30 (start akt 2 ca 22.00 och start akt 3 ca 23.00). Gästerna har sedan möjlighet att stanna kvar på disco som pågår som längst till kl 01.00.



Figur 1: Översikt av bostad och lokal.

## 2 BEDÖMNINGSGRUNDER

Folkhälsomyndigheten ställer allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

Bedömning gällande komfort i byggnader (avseende uppmätt vibrationsnivå) görs enligt SS 460 48 61.

### 2.1 ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS

*Tabell 1. A-vägd ljudtrycksnivå inomhus som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.*

Källa	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Maximal A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{AFmax}$ [dB(A)]
Ljud från musikanläggningar	25	45

*Tabell 2: Lågfrekvent buller som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. FoHMFS 2014:13.*

Tersband [Hz]	31,5	40	50	60	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{eq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

### 2.2 RIKTVÄRDEN FÖR BEDÖMNING AV KOMFORT I BYGGNADER

*Tabell 3. Riktvärden för bedömning av vibrationskomfort i byggnader enligt SS 460 48 61.*

Gränsvärden	Vägd acceleration [ $mm/s^2$ ]
Måttlig störning	14,4 – 36,0
Sannolik störning	> 36

## 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Mätningen utfördes 2019-05-25 mellan kl 21:00 – 00:50 av Moa Ljörnlund, Tyréns AB.

### 3.1 MÄTFÖRFARANDE

Trepunktsmätning av installationsbuller i vardagsrum utfördes enligt SS-EN ISO 16032:2004.

Ljudmätning utfördes även under samma tid på fasad utanför lägenhet (dikt fönster) samt inne på Tyrol. Inne på Tyrol mäter även ansvariga för ljudanläggningen upp nivå i rummet med egen mikrofon.

Under samma tid utfördes även mätning av vibrationsnivå i vardagsrummet i två punkter.

### 3.2 MÄTUTRUSTNING

Instrument och dess beteckningar ses i Tabell 4. Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet enligt nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetsstandard.

*Tabell 4. Utrustning som utnyttjades vid mättillfället.*

Typ av utrustning	Fabrikat	Modell	Internbeteckning
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK01s
			AK02s
			AK03s
			AK04s
			AK08s
Enkanalig ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA01s
			LA02s
			LA03s
			LA04s
			LA08s
Accelerometer	Wilcoxon	731A	wilcox
			wilcox
Mätsystem (multikanalsystem)	Bruel&Kjaer	Pulse	Pulse 03

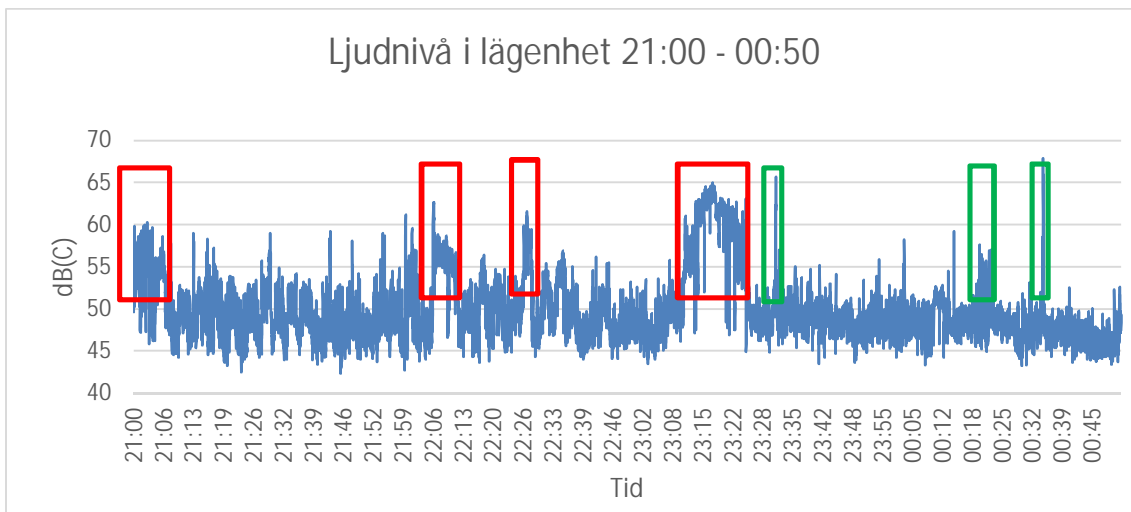


## 4 MÄTRESULTAT

Resultat har tagits fram för tidsförloppet 21:00 - 00:50 där hörbara störningar registrerades från Tyrol vid ett flertal tillfällen mellan 21:00 – 23.30. Speciellt sker ett dimensionerande överskridande 23:10 – 23:25 i samband med akt 3 av showen. Tid efter akt 3 (discot) gav ej upphov till några överskridanden vid mätning 2019-05-25.

### 4.1 LJUDNIVÅ I LÄGENHET

C-vägning av ljudnivån i lägenheten tydliggör det lågfrekventa bidraget i ljudet som i detta fall upplevs som mycket störande av boende. Mellan 23:10 – 23:25 kan t.ex. ett längre parti med bas ses i Figur 2 nedan. Även något mindre partier med bas finns strax efter 21:00, 22:00 samt 22:30. "Spikar" i data nedan bör ses som störningar. Lågfrekvent ljud bedöms i detta fall utifrån Tabell 2.



*Figur 2. Variation i ljudnivå i vardagsrummet under kvällen. Observera att värden är uttryckta i dB(C) och därför ej jämförbara mot värden i Tabell 1. Perioder med mycket bas markerade med rött. Exempel på störningar markerad med grön färg (störning i rummet / trafik).*

Även LAeq-värden presenterade nedan överskrids även de vissa tidsperioder, dock är dessa resultat inte en rättvis indikator då störningen är huvudsakligen lågfrekvent ljud. Samtliga överskridanden i Tabell 5 nedan beror av överskridanden i låga frekvenser som visualiseras bättre i Avsnitt 0.

Tabell 5. Uppmätta ekvivalenta ljudnivåer uppmätta i lägenheten under kvällen.

Tid	Riktvärde Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Resultat Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Kommentar
21:00 – 21:30	25	29	Riktvärde överskrids under delar av tidsperioden
21:30 – 22:00	25	28	Riktvärde överskrids under delar av tidsperioden
22:00 – 22:30	25	29	Riktvärde överskrids under delar av tidsperioden
22:30 – 23:00	25	28	Riktvärde överskrids under delar av tidsperioden
23:00 – 23:30	25	31	Riktvärde överskrids under delar av tidsperioden <sup>1)</sup>
23:30 – 00:00	25	25	Riktvärde innehålls under hela tidsperioden
00:00 – 00:30	25	24	Riktvärde innehålls under hela tidsperioden
00:30 – 00:50	25	22	Riktvärde innehålls under hela tidsperioden

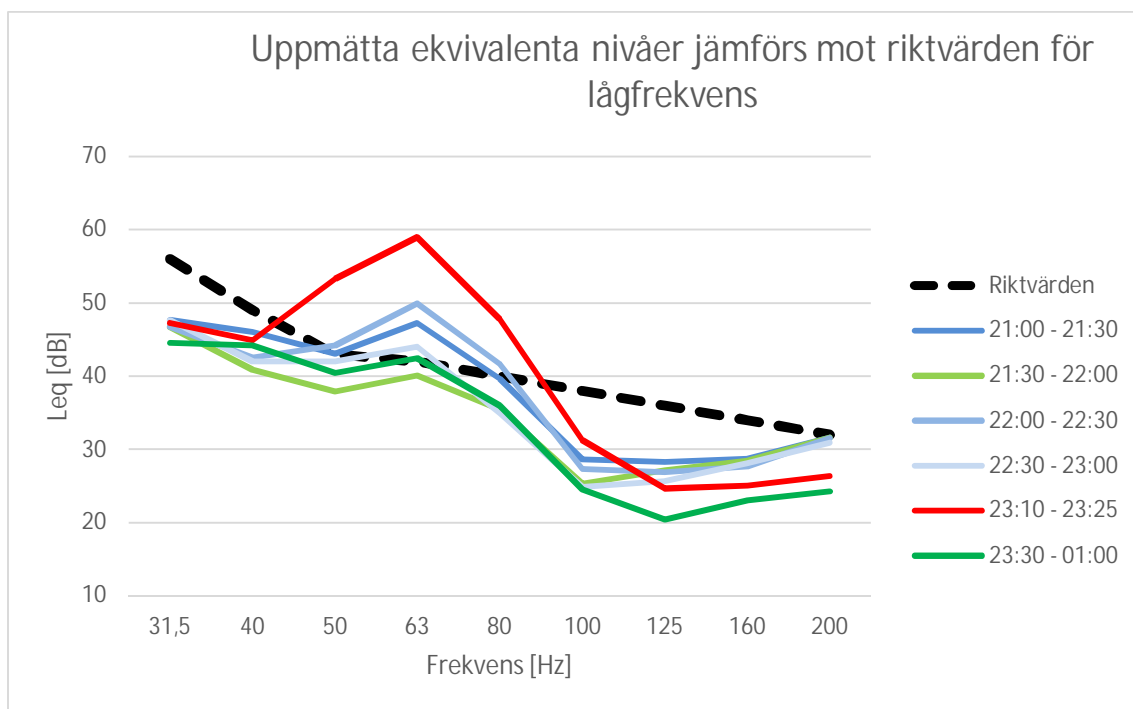
<sup>1)</sup> Mer information i avsnitt 4.2.1 nedan.

Observera att resultat ej jämförs mot maximala kravnivåer, LAFmax, enligt Tabell 1. Detta för att LAFmax ej anses vara relevant för vad som upplevts på plats (eller de klagomål som framförts). Samtliga ev. överskridanden gällande LAFmax skulle med största sannolikhet vara störningar från andra ljudkällor än krogshowen Mamma Mia.

#### 4.2 LÅGFREKVENT LJUD I LÄGENHETEN

I Figur 3 nedan ses medelvärden av lågfrekvent ljud mellan olika klockslag under kvällen. Alla perioder (utom 23:30 – 01:00) har minst en kortare period av bas som överskrider riktvärden. Det kan även konstateras att medelvärden i de flesta fall överskrider riktvärden vid 63 Hz.

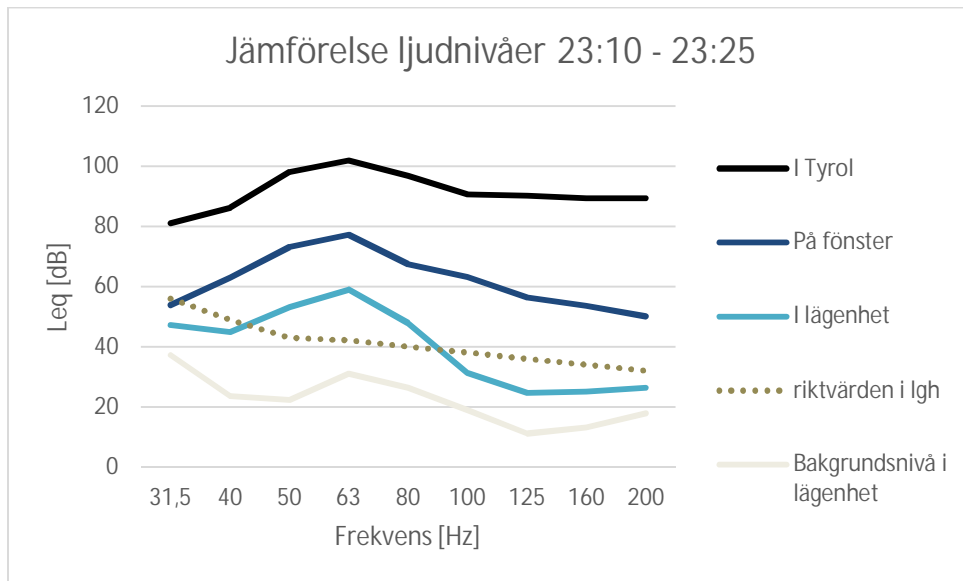
En period som dock utmärker sig extra är 23:10 – 23:25 (del av akt 3) där lågfrekventa riktlinjer överskrids kraftigt i 50, 60 och 80 Hz. Speciellt i tersband 63 Hz där riktvärde överskrids med 17 dB. Se speciellt Figur 3 och Figur 4 nedan.



Figur 3. Uppmätta ekvivalenta resultat ( $T = 15 - 30$  min) jämförda mot riktlinjer gällande lågfrekvent ljud. Riktlinje hämtad från FoHMFS 2014:13 (se Tabell 2).

##### 4.2.1 TIDSPERIOD 23:10 – 23:25 (AKT 3)

Under tidsperiod 23:10 – 23:25 kunde speciellt höga ljudnivåer registreras. Jämförelse mot Folkhälsomyndighetens riktvärden gällande lågfrekvens görs i Figur 4 nedan där samtliga mätpositioner redovisas tillsammans.



Figur 4. Ljudtrycksnivå i lägenhet mellan 23:10 - 23:25 jämfört mot bl.a. lågfrekventa riktvärden. Värden överskrider riktvärden i tersband 50, 63 och 80 Hz. Riktlinje hämtad från FoHMFS 2014:13 (se Tabell 2).

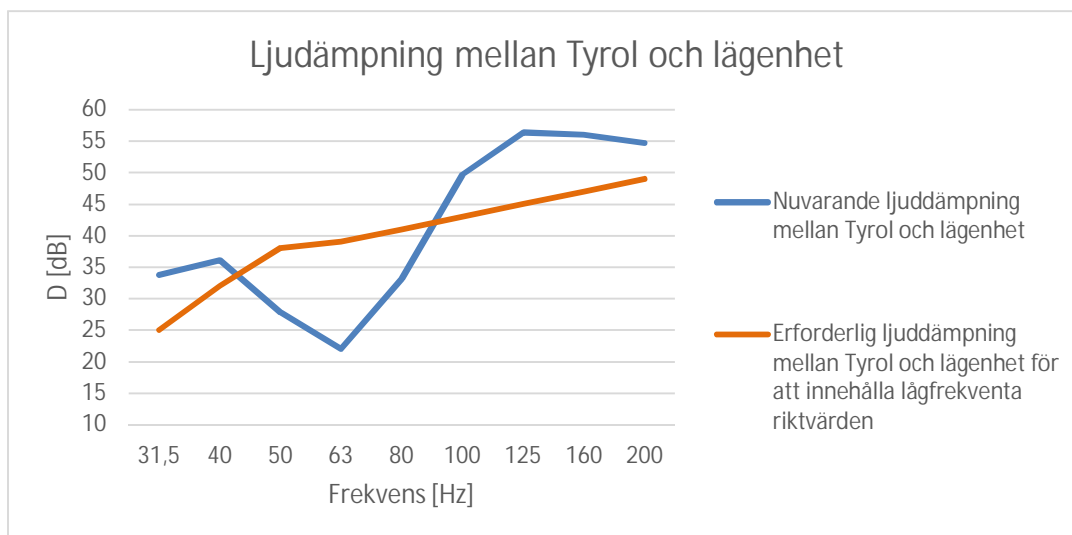
#### 4.3 VIBRATIONSNIVÅ I LÄGENHETEN

Högsta uppmätta vägda vibrationsnivån på golvet under kvällen är 3,8 mm/s<sup>2</sup>. Detta är med marginal under riktvärden presenterade i Tabell 3.

Den upplevda störningen gällande vibrationer kan vara en produkt av den pulserande känslan som kan uppstå vid lågfrekvent luftljud. Luftljud (samt lägre vibrationsnivåer) kan även sätta igång större vibrationer i vekare konstruktioner som lätt kan exciteras. Dessa vibrationer kravsätts ej då de oftast är en konsekvens av vald upphängning / infästning.

## 5 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Utifrån resultat i Figur 4 kan en ljudnivåskillnad för varje tersband mellan Tyrol och Lägenhet tas fram. Detta är alltså ljuddämpningen mellan Tyrol och lägenheten. För att innehålla riktvärden i lägenhet erfordras alltså en högre ljuddämpning mellan Tyrol och lägenhet i tersband 50, 63 och 80 Hz. Se Figur 5 nedan.



Figur 5. Ljudnivåskillnad mellan Tyrol och lägenhet. De faktorer som påverkar ljuddämpningen är bl.a. vägg in till Tyrol, vägg in till lägenhet samt avståndet mellan Tyrol och lägenhet.

Tabell 6. Erforderlig ytterligare ljuddämpning mellan Tyrol och lägenhet som krävs för att innehålla lågfrekventa krav mellan 23:10 - 23:25 (dimensionerande). Negativa värden kan således bortses ifrån.

Erforderlig ytterligare ljuddämpning mellan Tyrol och lägenhet [dB]	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
$\Delta D$	-9	-4	10	17	8	-7	-11	-9	-6

Denna erforderliga dämpning av ljudnivå i lägenhet kan erhållas på lite olika sätt men i stort sett finns det tre alternativ:

1. Ljudnivån inne på Tyrol kan reduceras avseende tersband 50, 80 samt 100 Hz enligt Tabell 6. Detta innebär alltså en sänkning av nivån i Tyrol vid 63 Hz med 17 dB. Denna åtgärd kommer högst troligt påverka upplevelsen på Tyrol i den grad att det inte är ett alternativ.
2. Tillför ljudisolering till väggar samt ev. tak hos Tyrol som vetter mot lägenhet enligt Tabell 6. Vad detta skulle innebära ligger utanför detta projekt men kan undersökas vidare framöver.
3. En kombination av 1 & 2 (vilket gissningsvis kan vara den mest rimliga lösningen förutsatt att shown kommer att fortsätta).

## 6 UTLÅTANDE

Uppmätt maximal vibrationsnivå i lägenhet innehåller riktvärden med god marginal.

De ekvivalenta A-väga ljudnivåerna från krogshowen "Mamma Mia – The Party" överstiger allmänna råden vid ett flertal tillfällen fram till 23:30.

Lågfrekvent buller från krogshowen "Mamma Mia – The Party" anses vara orsaken till samtliga överskridanden och uppfyller ej de allmänna råden vid ett flertal tillfällen i tersbanden 50, 63 och 80 Hz förutom under tidsperioden 23:30 – 00:50 (slut) då samtliga riktvärden innehålls. Som mest överskrids lågfrekventa riktvärden med 17 dB under tidsperioden 23:10 – 23:25 i tersband 63 Hz.

Resultat från mätning visar på att åtgärd krävs gällande lågfrekvent ljud i tersband 50, 63 och 80 Hz. Förslag på åtgärder kan ses i avsnitt 0.

## 7 BILAGA – BILDER



*Figur 6: Utsikt från rum i lägenheten där mätningen utfördes. Som synes ligger Tyrol rakt över gatan.*

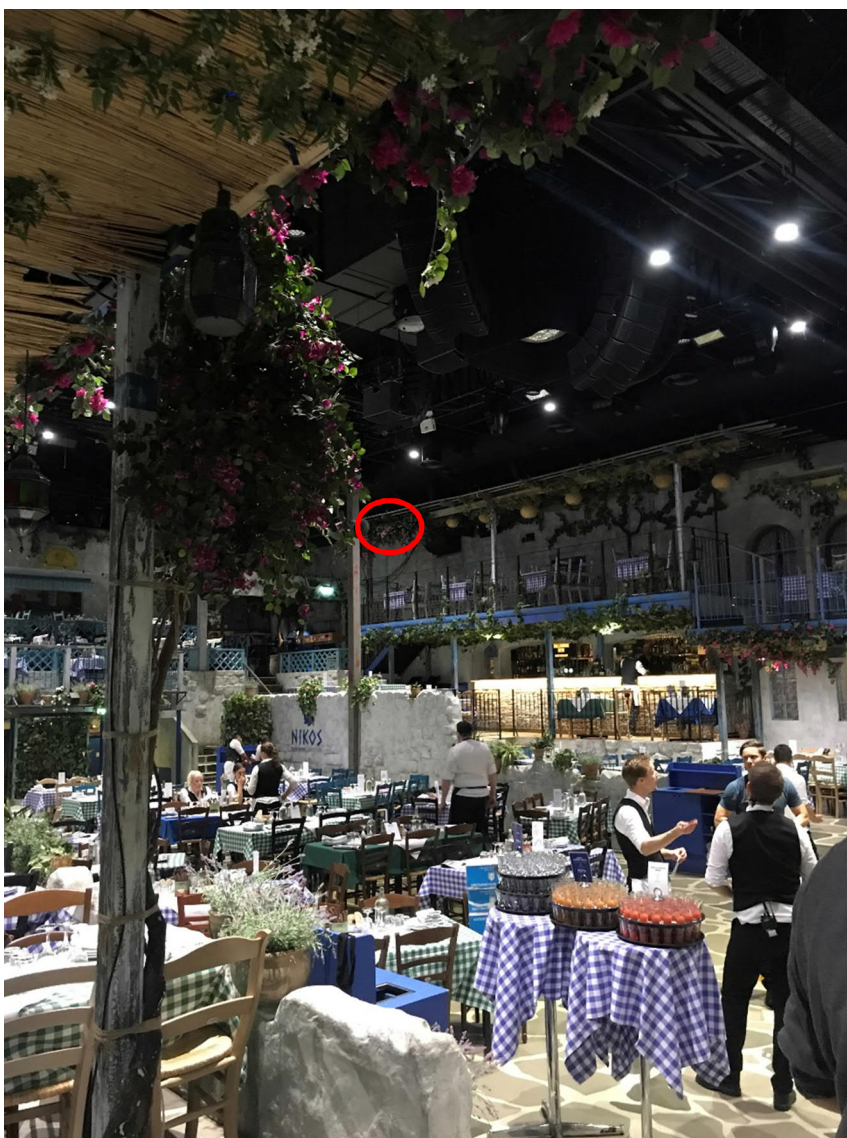


*Figur 7: Bild på lägenhetshus sett från Tyrol (bilden är från 2016). Rum som användes för mätning har två fönster och ligger högst upp vid takkonstruktionen, enligt bild ovan.*





*Figur 8. Placering av mikrofon LA01 inne på Tyrol. Mikrofonen är placerad mot vägg som vetter mot aktuell lägenhet.*



Figur 9. Ungefärlig placering av mikrofon tillhörande ljudanläggningen på Tyrol markerad med rött.

R01 298291

GRÖNA LUND: LJUDMÄTNING ÖVER  
HELG I LGH



UPPDRAG 298291, Ljudmätning över helg i Igh, Gröna Lund

Titel på rapport: Gröna Lund: Ljudmätning över helg i Igh

Status: Rapport

Datum: 2019-11-07

#### MEDVERKANDE

Beställare: AB Gröna Lunds Tivoli

Kontaktperson: Christer Ekermann

Konsult: Moa Ljörnlund, Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Moa Ljörnlund, Tyréns AB

Kvalitetsgranskare: Martin Almgren, Tyréns AB

## SAMMANFATTNING

Tyréns har på beställning av Gröna Lund Tivoli AB utfört en längre ljudmätning i lägenhet på Falkenbergsgatan 5c. Rum för mätning är beläget högst upp i byggnaden med fasad mot Gröna Lund. Ljudmätningen pågick mellan 5/9 – 9/9 2019. Mätningens syfte är att se hur aktiviteter på Gröna Lund under en helg kan påverka ljudnivån i närliggande bostäder.

Resultat från mätningen är presenterade som ekvivalenta ljudnivåer uppdelade över tid för mätning för att lättare kunna koppla resultat till respektive event och jämföra mot de riktvärden som finns gällande ljudnivåer inomhus.

Event under helgen är t.ex. konsert på stora scen, Gröna Lund är öppet/stängt samt natt.

Observera att aktuell lägenhet är omöblerad vid mätning vilket gör att en viss ljuddämpning som annars kommer från möbleringen i rummet uteblir vid högre frekvenser. Samtliga presenterade A-vägda resultat är därför justerade med ett schablonmässigt avdrag om 3 dB <sup>[1]</sup>.

Resultat från mätningen visar på A-vägda ljudnivåer inomhus som överskrider riktvärden enligt Tabell 1 och Tabell 2 under öppettider för Gröna Lund. Störst överskridanden inträffar under konsert den 6/9. Att det märks skillnad mellan typ av konsert i närliggande bostäder syns tydligt i resultaten.

Lågfrekventa riktvärden överskrids främst under konsert den 6/9 men även vid ett flertal andra tillfällen som troligtvis främst är kopplade till nära förbipasserande fordon.

Viss osäkerhet finns kring huruvida fönsterventilen varit delvis öppen under tid för mätning (som den helst inte ska vara). Detta skulle i så fall utifrån fasadmätningar ge en förbättring av den A-vägda ljudnivån inomhus men är inget vi tagit hänsyn till i resultaten presenterade i denna rapport.

<sup>[1]</sup> SP Rapport 2015:02, Vägledning för mätning av ljudnivå i rum med stöd av SS-EN ISO 10052/16032:Larsson K, Simmons C.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	5
1.1	BEDÖMNINGSGRUNDER.....	6
1.1.1	ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS, FOHMS 2014:13 .....	6
2	METOD.....	6
2.1	MÄTUTRUSTNING.....	8
2.3	TID FÖR MÄTNING .....	9
3	RESULTAT.....	10
3.1	EKVIVALENT A-VÄGD LJUDNIVÅ I LÄGENHET .....	10
3.2	EKVIVALENT C-VÄGD LJUDNIVÅ I LÄGENHET .....	11
3.3	FASADENS LJUDISOLERING.....	12
4	SLUTSATS OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRD.....	12
4.1	ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	13
4.1.1	LÅGFREKVENT BULLER .....	13
4.1.2	A-VÄGD LJUDNIVÅ.....	13
5	APPENDIX .....	13
5.1	EKVIVALENTA A-/C-VÄGDA LJUDNIVÅER I LÄGENHET (15 MIN).....	13
5.2	UPPMÄTT FASADISOLERING 9/9 2019.....	14
5.3	EKVIVALENTA LJUDNIVÅER I LÄGENHET (15 MIN) PER TERSBAND .....	15

## 1 INLEDNING

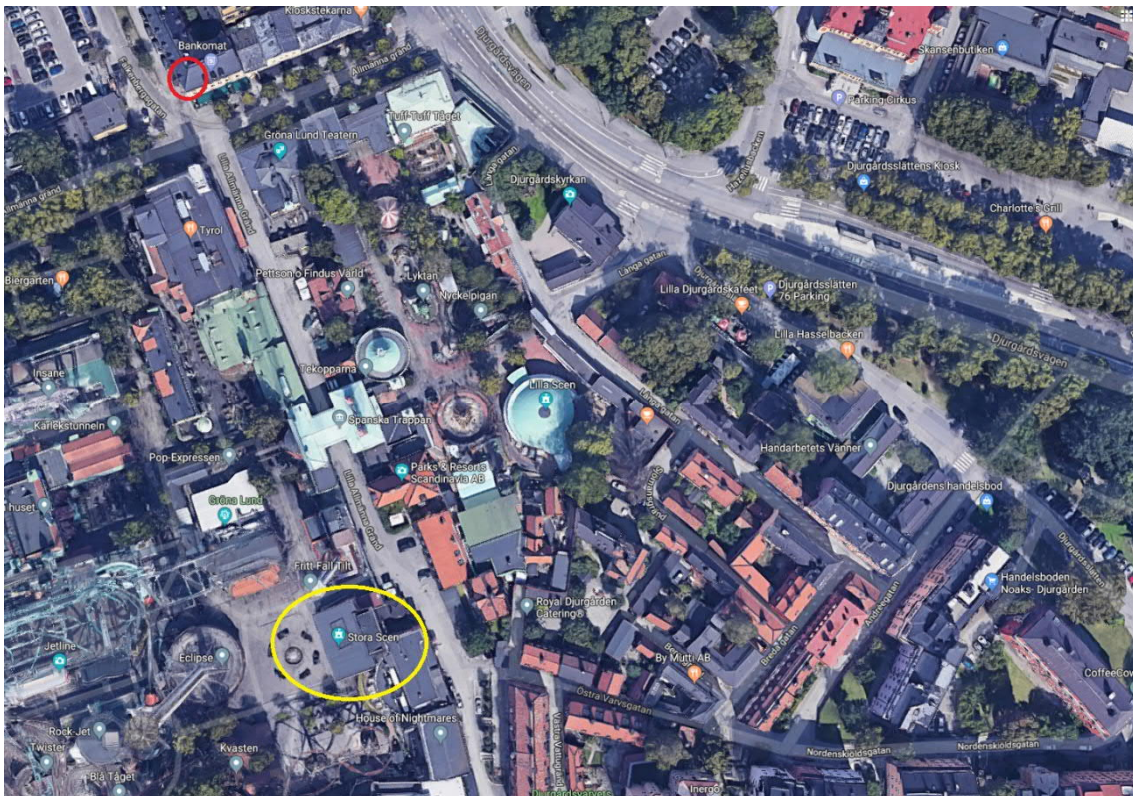
Tyréns har på beställning av Gröna Lund Tivoli AB utfört en längre ljudmätning i ett omöblerat rum på Falkenbergsgatan 5c, se Figur 1 nedan.

Bakgrunden till mätningens genomförande är att ge en representativ bild av vilka variationer i ljudnivå hos närliggande bostäder (vid Gröna Lund) som verksamheten ger upphov till en vanlig helg.

Mätresultaten är framförallt uppdelade med hänsyn till följande event:

- Nattetid
- Tid då Gröna Lund inte har öppnat ännu
- Tid då Gröna Lund har öppet
- Tid då konsert pågår på stora scen
- Tid efter att Gröna Lund stängt

Rummet som mätningen utförts i är beläget högst upp i hörnet av byggnaden och har en fasad med ett fönster åt väster (mot vattnet) och en fasad söderut (mot Gröna Lunds tivoli) helt utan fönster.



Figur 1. Aktuell lägenhet ligger högst upp i huset och är markerad med rött. Stora scen på Gröna Lund är markerad med gult.

## 1.1 BEDÖMNINGSGRUNDER

Folkhälsomyndigheten ställer allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

### 1.1.1 ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS, FOHMS 2014:13

*Tabell 1. A-vägd ljudtrycksnivå inomhus som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.*

Källa	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, LAeq,T [dB(A)]	Maximal A-vägd ljudtrycksnivå, LAFmax [dB(A)]
Ekvivalent ljud	30	45
Ljud med hörbara tonkomponenter	25	45
Ljud från musikanläggningar	25	45

*Tabell 2: Lågfrekvent buller som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. FoHMFS 2014:13.*

Tersband [Hz]	31,5	40	50	60	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, Leq [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

## 2 METOD

Resultaten för uppmätt ljudnivå inomhus är ett medelvärde av mikrofonpositioner 1 och 2 i Figur 2 nedan.

Ljudnivån utomhus vid fasad (på sida som vetter västerut mot vattnet) är uppmätt under torsdagen och mikrofonposition ses i Figur 3 nedan.

Fasadens egenskaper spelar en stor roll då den bestämmer hur stor del av den inkommande ljudenergin som kan ta sig in i rummet. Fasadens ljuddämpande egenskaper kan dels uppskattas genom att bedöma skillnaden mellan uppmätt ljudnivå på fasad (i mikrofon i Figur 3) mot uppmätt simultan nivå inomhus (mikrofoner i Figur 2).

Ett annat noggrannare sätt att göra detta på är att mäta upp fasadens ljudisolering med en känd högtalare som ljudkälla utifrån, vilket gjordes den 9/9 2019, se Figur 3. Denna mätning gjordes separat för fasad västerut och fasad söderut.

Resultatet presenteras för vardera fasad i form av ett totalt reduktionstal samt reduktionstal vid separata tersband som förenklat ger information om hur mycket av ljudet som kan isoleras av fasaden vid olika frekvenser.





Figur 2. Mikrofonpositioner 1 och 2 i rum.



Figur 3. Mikrofonposition på fasad västerut under torsdagen 5/9 (till vänster) & mikrofonposition vid fasadmätning 9/9 med hjälp av högtalare (till höger).

## 2.1 MÄTUTRUSTNING

Tabell 3. Utrustning som använts vid mättilfället.

Typ av utrustning	Fabrikat	Modell	Internbeteckning
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK02s
Enkanalig ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA01s
			LA02s
Mikrofoner	Bruel&Kjaer	4189-A-021	Mic 1: 2986549
			Mic 2: 2986547
Mätsystem (multikanalsystem)	Bruel&Kjaer	Pulse	Pulse 03

### 2.3 TID FÖR MÄTNING

En översikt över aktuell helg uppdelad per event presenteras i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Tid för ljudmätning aktivitetsbaserat uppdelad.

	TORS 5/9	FRE 6/9	LÖR 7/9	SÖN 8/9	MÅN 9/9
00:00 - 01:00	■	■	■	■	■
01:00 - 02:00	■	■	■	■	■
02:00 - 03:00	■	■	■	■	■
03:00 - 04:00	■	■	■	■	■
04:00 - 05:00	■	■	■	■	■
05:00 - 06:00	■	■	■	■	■
06:00 - 07:00	■	■	■	■	■
07:00 - 08:00	■	■	■	■	■
08:00 - 09:00	■	■	■	■	■
09:00 - 10:00	■	■	■	■	■
10:00 - 11:00	■	■	■	■	■
11:00 - 12:00	■	■	■	■	■
12:00 - 13:00	■	■	■	■	■
13:00 - 14:00	■	■	■	■	■
14:00 - 15:00	■	■	■	■	■
15:00 - 16:00	■	■	■	■	■
16:00 - 17:00	■	■	■	■	■
17:00 - 18:00	■	■	■	■	■
18:00 - 19:00	■	■	■	■	■
19:00 - 20:00	■	■	■	■	■
20:00 - 21:00	■	■	■	■	■
21:00 - 22:00	■	■	■	■	■
22:00 - 23:00	■	■	■	■	■
23:00 - 00:00	■	■	■	■	■

■	=	Natt
■	=	Konsert
■	=	Gröna Lund öppet
■	=	Gröna Lund stängt
■	=	Ingen mätning pågår

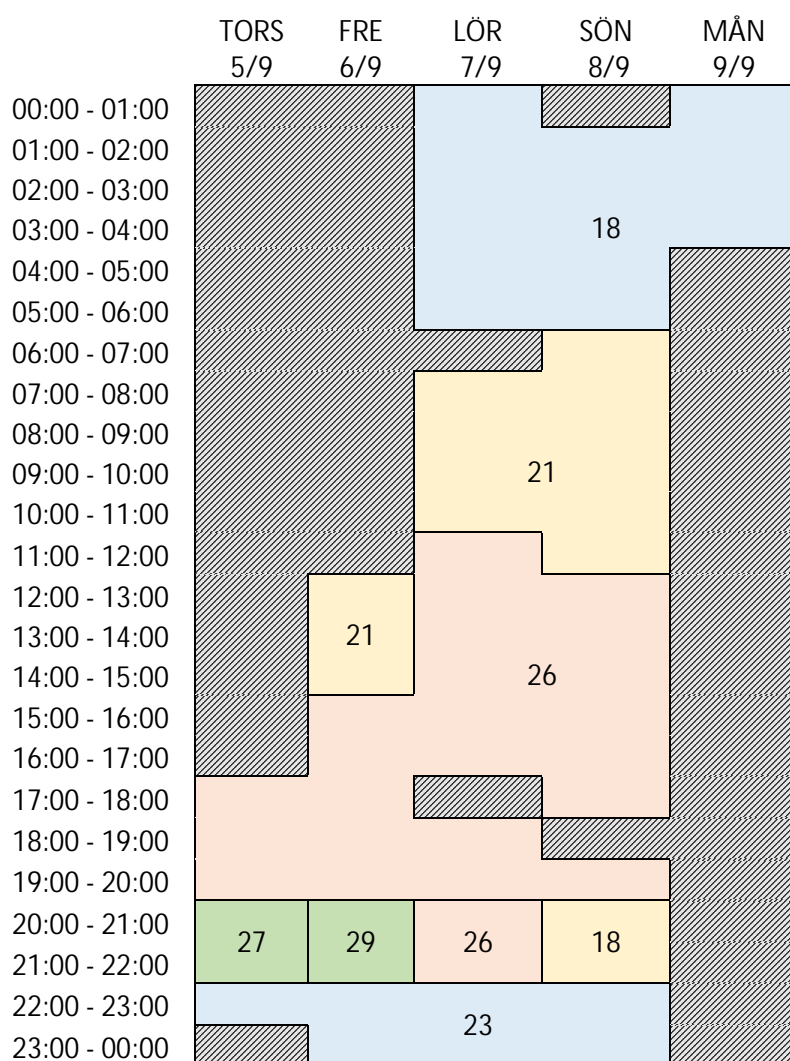
### 3 RESULTAT

Uppmätta resultat presenteras i avsnitt nedan som övergripande A-vägd & C-vägd ekvivalent ljudnivå. För mer detaljerade resultat se Appendix 5.1.

Riktvärden avser A-vägd ljudnivå samt ljudtrycksnivåer i tersband för de lägre frekvenserna enligt Tabell 2. Dock kan även en hög C-vägd ljudnivå indikera risk för störande lågfrekvent ljud. Tersbandsvärden motsvarande riktvärden i Tabell 2 redovisas i detalj i Appendix 5.3.

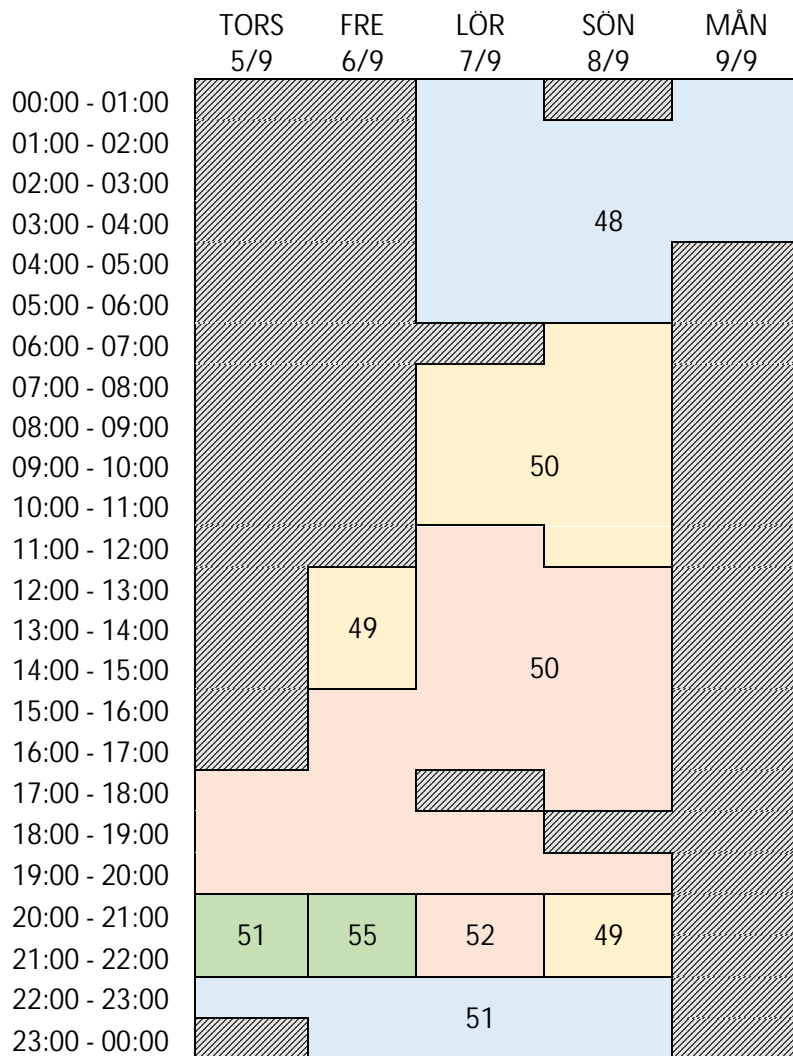
#### 3.1 EKVIVALENT A-VÄGD LJUDNIVÅ I LÄGENHET

Tabell 5. Presenterade värden,  $L_{pAeq}$  [dB], representerar ett medelvärde för den markerade tiden i tabell nedan. Detaljerade värden för  $L_{pAeq}$  (var 15 min) finns i Appendix 5.1.



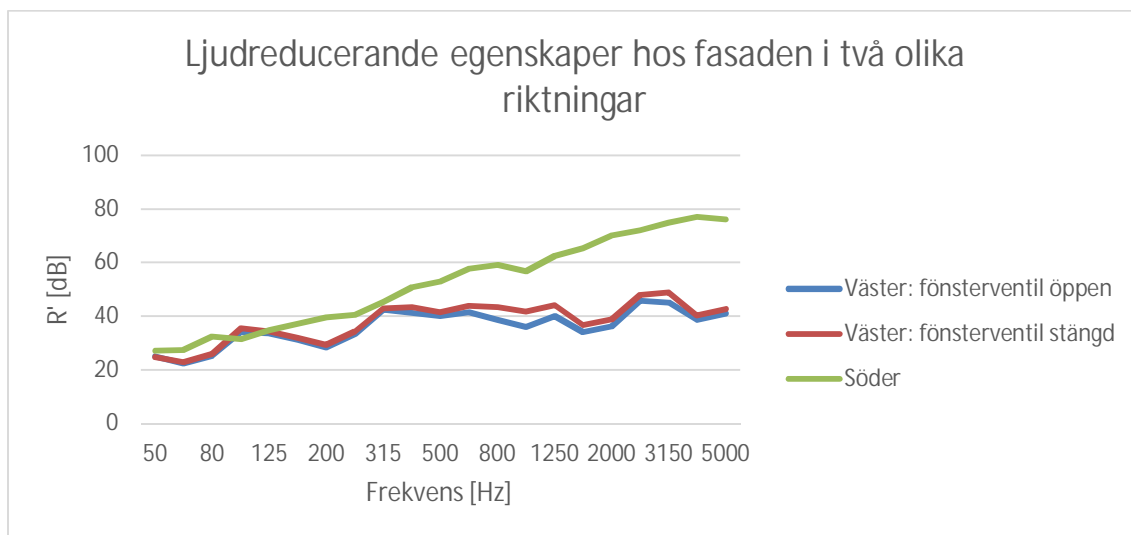
### 3.2 EKVIVALENT C-VÄGD LJUDNIVÅ I LÄGENHET

Tabell 6. Presenterade värden,  $L_{pCeq}$  [dB], representerar ett medelvärde för den markerade tiden i tabell nedan. Detaljerade värden för  $L_{pCeq}$  (varje 15 min) finns i Appendix 5.1.



### 3.3 FASADENS LJUDISOLERING

Detaljerade resultat gällande fasadens reduktionstal kan ses i Appendix 5.2. Sammanfattningsvis kan konstateras att fasad med fönster är betydligt sämre vid högre frekvenser, se Figur 4.



Figur 4. Reduktionstal för fasade i två olika riktningar och mätfall öppen/stängd fönsterventil.

## 4 SLUTSATS OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRD

Uppmätta ljudnivåer visar på mycket låga bakgrundsnivåer nattetid med ett medelvärde på 18 dB(A) (och 48 dB(C)).

Innan gröna lund öppnar på förmiddagen ligger samma medelnivå på 21 dB(A) (och 50 dB(C)).

Under Gröna Lunds öppettider (utan konsert) är nivån runt 26 dB(A) (fortfarande 50 dB(C)).

Under konsert på tors 5/9 (Jill Johnsson) på stora scen ligger nivån runt 27 dB(A) (och 51 dB(C)).

Under konsert på fre 6/9 (Millencolin) på stora scen ligger samma nivå runt 29 dB(A) (och 55 dB(C)).

Efter stängning av Gröna Lund (22 – 00) ligger medelnivån på 23 dB(A) (och 51 dB(C)).

Resultat från mätningen visar på A-vägda ljudnivåer inomhus som framförallt överskrider riktvärden enligt Tabell 1 och Tabell 2 under öppettider för Gröna Lund. Störst överskridanden inträffar under konsert den 6/9. Att det märks skillnad mellan typ av konsert i närliggande bostäder syns även tydligt i resultaten.

Lågfrekventa riktvärden överskrids främst under konsert den 6/9 men även vid ett flertal andra tillfällen som dock troligtvis främst är kopplade till nära förbipasserande fordon.

Viss osäkerhet finns kring huruvida fönsterventilen varit delvis öppen under tid för mätning (som den helst inte ska vara). Detta skulle i så fall utifrån fasadmätningar ge en förbättring av den A-vägda ljudnivån inomhus men är inget vi tagit hänsyn till i denna rapport.

#### 4.1 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

##### 4.1.1 LÅGFREKVENT BULLER

Gällande den lågfrekventa delen av bullret som med säkerhet kommer från Gröna Lund (överskridande vid vissa typer av konserter) är det sannolikt enklast att minska nivån vid källan (begränsa ljudnivån på basen vid stora scen till vissa nivåer vid vissa frekvenser).

Förslag på genomförande av åtgärd:

Steg 1: En mätning vid valfritt tillfälle utförs då bashögtalare på stora scen sänder ut "en frekvens åt gången" med hög volym, t.ex. 30 sekunder vid varje aktuell frekvens. Under tiden mäts både ljudnivå vid stora scen och i lägenhet/er på Falkenbergsgatan 5c. Efter denna mätning kan det bedömas vilken ljudnivå vid stora scen som genererar överskridanden i lägenhet på Falkenbergsgatan 5c och det skapas därmed möjlighet att sätta en gräns som medför att riktvärden kan innehållas.

Steg 2: För att innehålla riktvärden över tid och använda denna gräns behöver ljudnivån vid stora scen kontinuerligt bevakas (under varje konsert). Detta kan t.ex. göras genom att en fast installation med mikrofon placeras vid stora scen som kontinuerligt mäter ljudnivån och loggar så fort ett överskridande av den gränsen görs. Sedan kan resultaten antingen redovisas löpande så fort ett överskridande sker eller i form av en veckorapport som skickas ut till berörda parter.

##### 4.1.2 A-VÄGD LJUDNIVÅ

Gällande den A-vägda ljudnivån går sannolikt en stor del av ljudet via fönstret och in i lägenheten. Fasadisoleringen vid fasad med fönster var enligt mätning betydligt sämre vid höga frekvenser än fasad utan fönster. Som tidigare nämnts föreligger en viss osäkerhet kring fönsterventilen som skulle kunna betyda att de A-vägda värdena kan vara något bättre än presenterade i denna rapport. Detta är dock ingen garanti då vi inte vet exakt hur stor del av ljudet som tar sig in via fönstret. Sannolikt kvarstår fortfarande problem med skrik och starka ljud under konsert.

Förslag på genomförande av åtgärd:

Steg 1: En åtgärd med koppling till detta bör vara att se över fönster och i första hand göra det möjligt att fönster sluter helt tätt (utan små glipor) när det stängs. I nästa steg kan det bli aktuellt att komplettera fönster med ytterligare ett glas utanför (eller byta ut helt om det är ett alternativ).

Steg 2: Verifiering av effekten av åtgärder på fönster kan göras i form av en fasadmätning och jämföras mot mätning AK01/AK01X i Appendix 5.2. Den slutliga verifieringen av effekten på den A-vägda inomhusnivån bör dock återigen göras med mätning av ljudnivå inomhus över längre tid.

## 5 APPENDIX

### 5.1 EKVIVALENTA A-/C-VÄGDA LJUDNIVÅER I LÄGENHET (15 MIN)

Medelvärden för ljudnivå i dB(A) varje kvart

	TORS 5/9	FRE 6/9	LÖR 7/9	SÖN 8/9	MÅN 9/9
00:00 - 00:15			19		16
00:15 - 00:30			19		15
00:30 - 00:45			20		16
00:45 - 01:00			17		16
01:00 - 01:15			15	17	17
01:15 - 01:30			15	16	17
01:30 - 01:45			15	16	17
01:45 - 02:00			15	16	16
02:00 - 02:15			15	16	16
02:15 - 02:30			15	16	17
02:30 - 02:45			17	16	16
02:45 - 03:00			18	16	16
03:00 - 03:15			30	16	16
03:15 - 03:30			21	16	16
03:30 - 03:45			17	16	17
03:45 - 04:00			15	16	17
04:00 - 04:15			15	16	
04:15 - 04:30			15	16	
04:30 - 04:45			16	16	
04:45 - 05:00			16	16	
05:00 - 05:15			16	16	
05:15 - 05:30			16	16	
05:30 - 05:45			16	27	
05:45 - 06:00			17	20	
06:00 - 06:15				16	
06:15 - 06:30				26	
06:30 - 06:45				23	
06:45 - 07:00				16	
07:00 - 07:15			25	17	
07:15 - 07:30			25	17	
07:30 - 07:45			21	21	
07:45 - 08:00			23	16	
08:00 - 08:15			23	17	
08:15 - 08:30			22	17	
08:30 - 08:45			19	18	
08:45 - 09:00			17	17	
09:00 - 09:15			20	17	
09:15 - 09:30			19	17	
09:30 - 09:45			18	17	
09:45 - 10:00			20	18	
10:00 - 10:15			19	18	
10:15 - 10:30			19	20	
10:30 - 10:45			20	23	
10:45 - 11:00			22	19	
11:00 - 11:15			24	26	
11:15 - 11:30			24	23	
11:30 - 11:45			25	19	



11:45 - 12:00			26	23
12:00 - 12:15			27	22
12:15 - 12:30		22	26	24
12:30 - 12:45		23	26	24
12:45 - 13:00		19	25	24
13:00 - 13:15		21	26	24
13:15 - 13:30		20	28	25
13:30 - 13:45		20	34	24
13:45 - 14:00		21	36	24
14:00 - 14:15		21	25	24
14:15 - 14:30		21	26	25
14:30 - 14:45		21	26	25
14:45 - 15:00		20	26	25
15:00 - 15:15		22	25	24
15:15 - 15:30		25	26	23
15:30 - 15:45		24	26	24
15:45 - 16:00		24	26	25
16:00 - 16:15		25	26	25
16:15 - 16:30		25	27	25
16:30 - 16:45		26	27	24
16:45 - 17:00		24	27	25
17:00 - 17:15		26		25
17:15 - 17:30	25	25		25
17:30 - 17:45	26	25		25
17:45 - 18:00	26	25		24
18:00 - 18:15	26	26	26	
18:15 - 18:30	25	27	26	
18:30 - 18:45	28	26	26	
18:45 - 19:00	27	25	26	
19:00 - 19:15	26	26	26	23
19:15 - 19:30	26	26	25	24
19:30 - 19:45	26	25	25	23
19:45 - 20:00	26	25	26	23
20:00 - 20:15	26	27	26	23
20:15 - 20:30	26	29	25	18
20:30 - 20:45	27	29	26	16
20:45 - 21:00	26	29	26	18
21:00 - 21:15	28	29	25	18
21:15 - 21:30	28	30	26	17
21:30 - 21:45	28	28	26	16
21:45 - 22:00	27	27	26	16
22:00 - 22:15	26	25	24	18
22:15 - 22:30	24	23	22	17
22:30 - 22:45	24	25	22	17
22:45 - 23:00	23	24	20	16
23:00 - 23:15		25	19	16
23:15 - 23:30		32	23	17
23:30 - 23:45		22	24	16
23:45 - 00:00		19	21	16

Medelvärden för ljudnivå i dB(C) varje kvart

	TORS 5/9	FRE 6/9	LÖR 7/9	SÖN 8/9	MÅN 9/9
00:00 - 00:15			47		48
00:15 - 00:30			46		47
00:30 - 00:45			45		49
00:45 - 01:00			43		50
01:00 - 01:15			41	48	50
01:15 - 01:30			41	47	50
01:30 - 01:45			41	47	50
01:45 - 02:00			41	48	50
02:00 - 02:15			41	48	50
02:15 - 02:30			41	48	50
02:30 - 02:45			42	49	50
02:45 - 03:00			43	49	49
03:00 - 03:15			46	49	50
03:15 - 03:30			46	49	50
03:30 - 03:45			47	49	50
03:45 - 04:00			44	49	49
04:00 - 04:15			45	49	
04:15 - 04:30			45	49	
04:30 - 04:45			48	49	
04:45 - 05:00			48	49	
05:00 - 05:15			48	49	
05:15 - 05:30			48	49	
05:30 - 05:45			48	49	
05:45 - 06:00			49	49	
06:00 - 06:15				49	
06:15 - 06:30				50	
06:30 - 06:45				49	
06:45 - 07:00				49	
07:00 - 07:15			50	49	
07:15 - 07:30			51	48	
07:30 - 07:45			51	51	
07:45 - 08:00			50	49	
08:00 - 08:15			53	49	
08:15 - 08:30			51	50	
08:30 - 08:45			50	49	
08:45 - 09:00			50	50	
09:00 - 09:15			50	50	
09:15 - 09:30			51	50	
09:30 - 09:45			49	50	
09:45 - 10:00			50	51	
10:00 - 10:15			51	51	
10:15 - 10:30			50	52	
10:30 - 10:45			50	51	
10:45 - 11:00			50	50	
11:00 - 11:15			51	50	
11:15 - 11:30			50	51	
11:30 - 11:45			52	50	

11:45 - 12:00			51	51
12:00 - 12:15			50	51
12:15 - 12:30		49	50	50
12:30 - 12:45		52	50	50
12:45 - 13:00		48	50	50
13:00 - 13:15		49	51	50
13:15 - 13:30		49	51	50
13:30 - 13:45		48	51	49
13:45 - 14:00		48	52	50
14:00 - 14:15		48	51	50
14:15 - 14:30		47	51	50
14:30 - 14:45		48	51	50
14:45 - 15:00		47	51	51
15:00 - 15:15		47	49	50
15:15 - 15:30		50	51	51
15:30 - 15:45		48	50	52
15:45 - 16:00		50	54	52
16:00 - 16:15		49	51	51
16:15 - 16:30		48	52	51
16:30 - 16:45		50	50	50
16:45 - 17:00		49	52	50
17:00 - 17:15		52		51
17:15 - 17:30	50	49		51
17:30 - 17:45	51	50		51
17:45 - 18:00	49	48		51
18:00 - 18:15	48	50	50	
18:15 - 18:30	48	49	50	
18:30 - 18:45	49	51	51	
18:45 - 19:00	49	47	52	
19:00 - 19:15	47	50	50	49
19:15 - 19:30	49	48	50	49
19:30 - 19:45	50	51	50	49
19:45 - 20:00	50	50	50	50
20:00 - 20:15	50	51	51	50
20:15 - 20:30	49	56	50	48
20:30 - 20:45	50	56	50	47
20:45 - 21:00	50	56	51	48
21:00 - 21:15	51	56	51	51
21:15 - 21:30	52	56	52	49
21:30 - 21:45	52	51	54	48
21:45 - 22:00	52	51	52	48
22:00 - 22:15	49	49	53	48
22:15 - 22:30	48	50	52	48
22:30 - 22:45	52	55	51	48
22:45 - 23:00	53	52	50	47
23:00 - 23:15		52	49	48
23:15 - 23:30		52	52	49
23:30 - 23:45		50	54	49
23:45 - 00:00		47	52	48

5.2 UPPMÄTT FASADISOLERING 9/9 2019

# AK01 - Mätning av fasadisolering med högtalarmetod



**Uppdragsgivare:** AB Gröna Lund Tivoli

Handläggare: Moa Ljömlund

Uppdragsnummer: 298291

Mätningen genomfördes: 2019-09-09

Ert beställningsnummer: -

## ADRESS / LÄGENHET

Falkenbergsgatan 5c



## PROVOBJEKT

Sändarrum: Utomhus

Mottagarum: västerut

Voly (mottagarum): 42 m<sup>3</sup>

Fasadarea: 10 m<sup>2</sup>

## MÄTUTRUSTNING

Analysator: Norsonic 140

Mikrofon: Norsonic

Kalibrator: Norsonic

Högtalare: Dynacord

## MÄTTEKNISKA DETALJER

Insignal: Bredbandigt rosa brus

Antal mikrofonpositioner: Mikrofonsväpning (mottagarum)

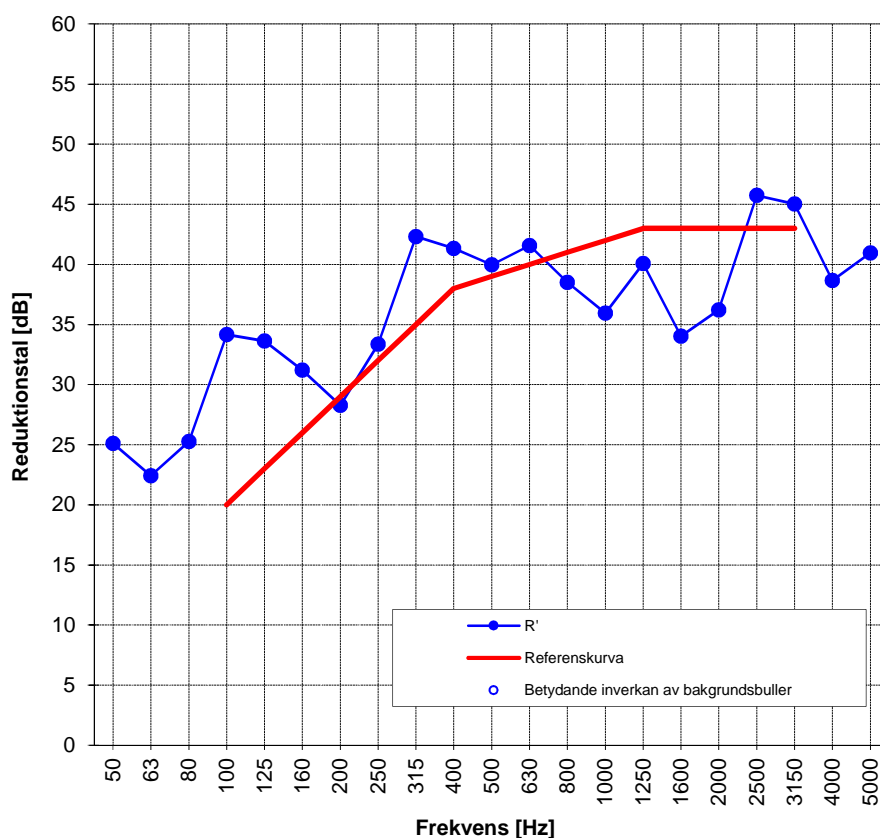
Ljudkälla: Dynacord riktad högtalare

Medelvärdesbildningstid: 30 sek per mikrofonposition

Ekvivalent absorptionsarea: Bestämde mha efterklangstidsmätning

Tillämpade mätstandarder: SS-EN ISO 16283-3

Frekvens [ Hz ]	R' [ dB ]
50	25
<b>63</b>	22
80	25
100	34
<b>125</b>	34
160	31
200	28
<b>250</b>	33
315	42
400	41
<b>500</b>	40
630	42
800	39
<b>1000</b>	36
1250	40
1600	34
<b>2000</b>	36
2500	46
3150	45
<b>4000</b>	39
5000	41
<b>R' w45°</b>	<b>39</b>
<b>R' w45° + C<sub>tr</sub></b>	<b>35</b>



## KOMMENTARER

Reduktionstalet är uppmätt med högtalare

Fasadarea varav 1 m<sup>2</sup> fönster.

**Fönsterventil öppen**

# K01X - Mätning av fasadisolering med högtalarmetod



**Uppdragsgivare:** AB Gröna Lund Tivoli

Handläggare: Moa Ljömlund

Uppdragsnummer: 298291

Mätningen genomfördes: 2019-09-09

Ert beställningsnummer: -

## ADRESS / LÄGENHET

Falkenbergsgatan 5c



## PROVOBJEKT

Sändarrum: Utomhus

Mottagarum: västerut

Volym (mottagarum): 42 m<sup>3</sup>

Fasadarea: 10 m<sup>2</sup>

## MÅTUTRUSTNING

Analysator: Norsonic 140

Mikrofon: Norsonic

Kalibrator: Norsonic

Högtalare: Dynacord

## MÄTTEKNISKA DETALJER

Insignal: Bredbandigt rosa brus

Antal mikrofonpositioner: Mikrofonsväpning (mottagarum)

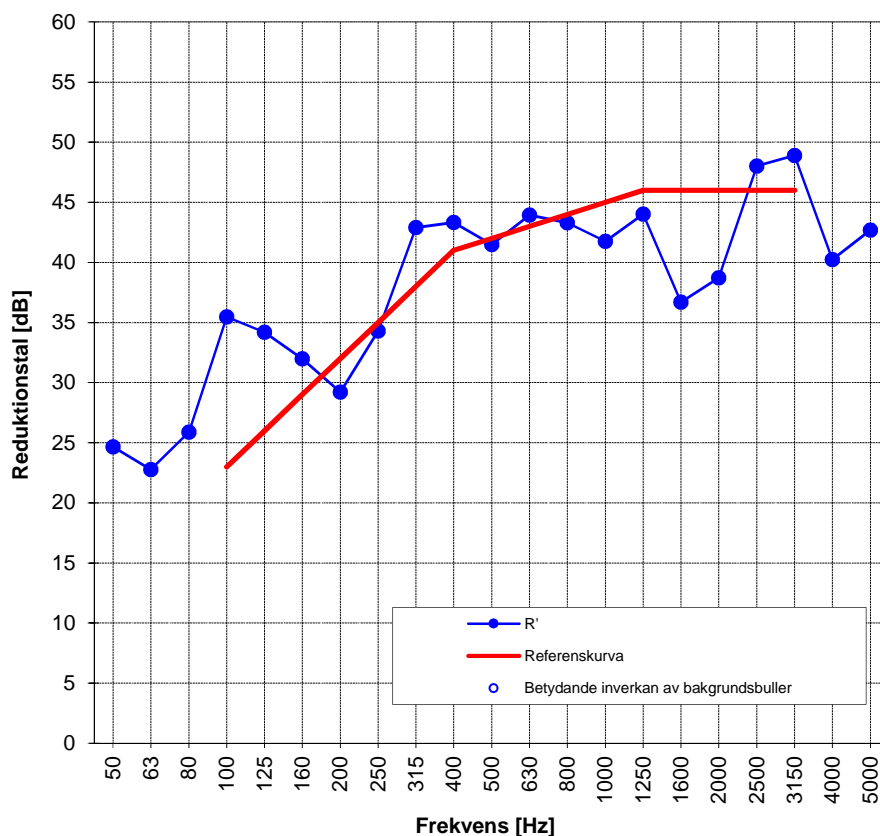
Ljudkälla: Dynacord riktad högtalare

Medelvärdesbildningstid: 30 sek per mikrofonposition

Ekvivalent absorptionsarea: Bestämdes mha efterklangstidsmätning

Tillämpade mätstandarder: SS-EN ISO 16283-3

Frekvens [ Hz ]	R' [ dB ]
50	25
63	23
80	26
100	35
125	34
160	32
200	29
250	34
315	43
400	43
500	41
630	44
800	43
1000	42
1250	44
1600	37
2000	39
2500	48
3150	49
4000	40
5000	43
<b>R' w45°</b>	
<b>42</b>	
<b>R' w45° + C<sub>tr</sub></b>	
<b>37</b>	



## KOMMENTARER

Reduktionstalet är uppmätt med högtalare

Fasadarea varav 1 m<sup>2</sup> fönster.

**Fönsterventil stängd**

# AK02 - Mätning av fasadisolering med högtalarmetod



**Uppdragsgivare:** AB Gröna Lund Tivoli

Handläggare: Moa Ljömlund

Uppdragsnummer: 298291

Mätningen genomfördes: 2019-09-09

Ert beställningsnummer: -

## ADRESS / LÄGENHET

Falkenbergsgatan 5c



## PROVOBJEKT

Sändarrum: Utomhus  
Mottagarrum: västerut  
Volym (mottagarrum): 42 m<sup>3</sup>  
Fasadarea: 11 m<sup>2</sup>

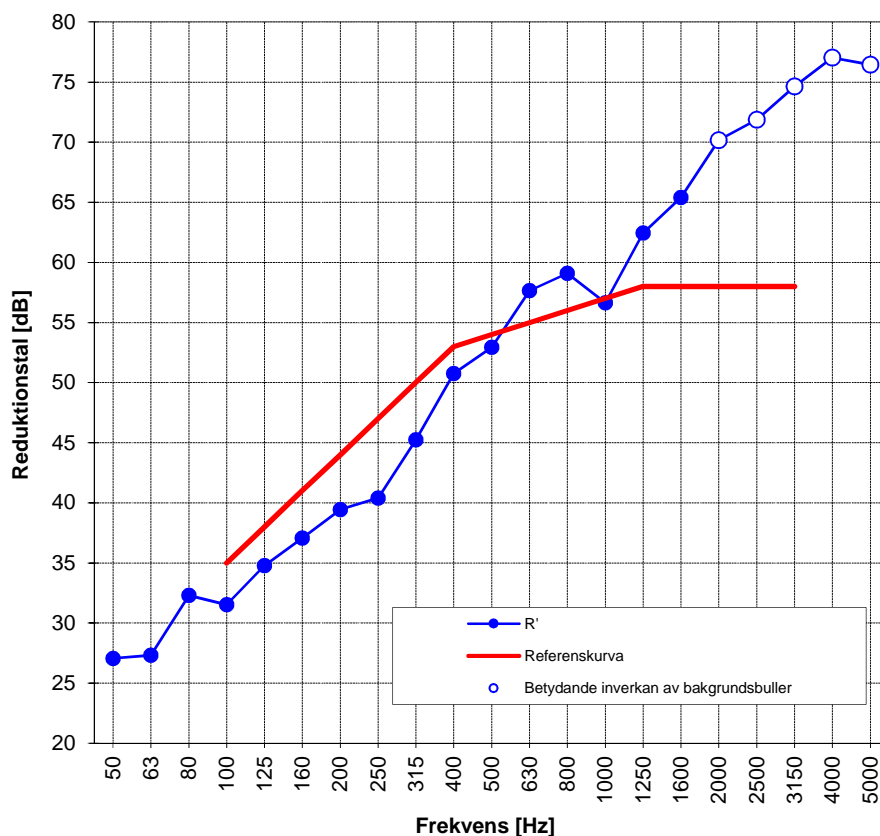
## MÄTUTRUSTNING

Analysator: Norsonic 140  
Mikrofon: Norsonic  
Kalibrator: Norsonic  
Högtalare: Dynacord

## MÄTTEKNISKA DETALJER

Insignal: Bredbandigt rosa brus  
Antal mikrofonpositioner: Mikrofonsväpning (mottagarrum)  
Ljudkälla: Dynacord riktad högtalare  
Medelvärdesbildningstid: 30 sek per mikrofonposition  
Ekvivalent absorptionsarea: Bestämdes mha efterklangstidsmätning  
Tillämpade mätstandarder: SS-EN ISO 16283-3

Frekvens [ Hz ]	R' [ dB ]
50	27
63	27
80	32
100	32
125	35
160	37
200	39
250	40
315	45
400	51
500	53
630	58
800	59
1000	57
1250	62
1600	65
2000	70*
2500	72*
3150	75*
4000	77*
5000	76*
<b>R' w45°</b>	
	<b>54</b>
<b>R' w45° + C<sub>tr</sub></b>	
	<b>44</b>



## KOMMENTARER


Reduktionstalet är uppmätt med högtalare

### 5.3 EKVIVALENTA LJUDNIVÅER I LÄGENHET (15 MIN) PER TERSBAND

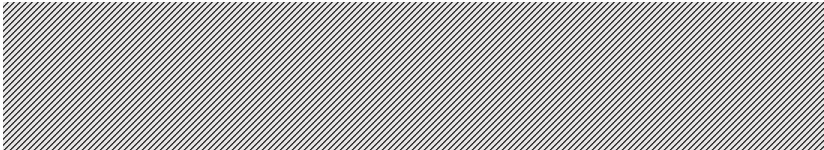




11:45 - 12:00  
12:00 - 12:15  
12:15 - 12:30  
12:30 - 12:45  
12:45 - 13:00  
13:00 - 13:15  
13:15 - 13:30  
13:30 - 13:45  
13:45 - 14:00  
14:00 - 14:15  
14:15 - 14:30  
14:30 - 14:45  
14:45 - 15:00  
15:00 - 15:15  
15:15 - 15:30  
15:30 - 15:45  
15:45 - 16:00  
16:00 - 16:15  
16:15 - 16:30  
16:30 - 16:45  
16:45 - 17:00  
17:00 - 17:15  
17:15 - 17:30  
17:30 - 17:45  
17:45 - 18:00  
18:00 - 18:15  
18:15 - 18:30  
18:30 - 18:45  
18:45 - 19:00  
19:00 - 19:15  
19:15 - 19:30  
19:30 - 19:45  
19:45 - 20:00  
20:00 - 20:15  
20:15 - 20:30  
20:30 - 20:45  
20:45 - 21:00  
21:00 - 21:15  
21:15 - 21:30  
21:30 - 21:45  
21:45 - 22:00  
22:00 - 22:15  
22:15 - 22:30  
22:30 - 22:45  
22:45 - 23:00  
23:00 - 23:15  
23:15 - 23:30  
23:30 - 23:45  
23:45 - 00:00



17:15 - 17:30	49	47	37	34	34	29	24	24	28
17:30 - 17:45	49	47	41	37	33	30	24	24	28
17:45 - 18:00	48	45	36	33	33	29	23	24	28
18:00 - 18:15	47	45	33	33	32	26	24	25	29
18:15 - 18:30	48	43	32	32	32	26	22	23	28
18:30 - 18:45	48	45	37	36	34	29	25	25	30
18:45 - 19:00	49	43	34	34	33	27	23	25	28
19:00 - 19:15	46	42	32	32	30	26	24	23	28
19:15 - 19:30	48	46	38	34	31	28	23	23	27
19:30 - 19:45	47	48	39	35	33	29	23	24	28
19:45 - 20:00	48	48	40	35	33	29	23	24	27
20:00 - 20:15	48	48	41	36	32	28	22	22	26
20:15 - 20:30	45	46	41	37	34	30	24	24	30
20:30 - 20:45	47	46	42	41	38	33	24	26	31
20:45 - 21:00	48	47	39	37	35	32	24	26	32
21:00 - 21:15	47	49	41	41	37	34	27	28	35
21:15 - 21:30	51	48	39	37	35	31	24	27	32
21:30 - 21:45	49	49	44	40	38	33	25	27	32
21:45 - 22:00	48	48	43	42	38	31	26	25	31
22:00 - 22:15	48	44	39	38	34	27	23	25	28
22:15 - 22:30	47	44	33	29	29	24	21	20	22
22:30 - 22:45	49	48	45	44	38	31	19	20	21
22:45 - 23:00	48	47	49	47	38	31	20	20	21





11:45 - 12:00									
12:00 - 12:15									
12:15 - 12:30	47	47	39	33	34	24	20	25	25
12:30 - 12:45	52	47	34	35	36	29	22	25	26
12:45 - 13:00	48	45	32	29	30	24	18	21	23
13:00 - 13:15	49	46	34	30	30	23	17	21	22
13:15 - 13:30	49	46	35	34	31	24	21	22	24
13:30 - 13:45	46	47	35	33	31	24	18	21	22
13:45 - 14:00	46	45	32	34	34	25	21	23	23
14:00 - 14:15	46	45	32	37	32	24	20	23	23
14:15 - 14:30	46	45	34	37	31	23	21	24	25
14:30 - 14:45	46	45	36	38	33	23	22	23	24
14:45 - 15:00	45	44	34	30	29	24	19	21	23
15:00 - 15:15	46	43	33	30	30	25	21	23	26
15:15 - 15:30	48	45	33	34	33	27	23	25	27
15:30 - 15:45	46	45	32	30	31	27	22	24	27
15:45 - 16:00	49	49	37	33	32	27	24	23	28
16:00 - 16:15	48	47	34	33	33	27	26	24	28
16:15 - 16:30	46	46	34	35	34	29	31	26	30
16:30 - 16:45	48	47	36	37	40	31	25	28	30
16:45 - 17:00	48	44	40	35	33	28	23	27	29
17:00 - 17:15	48	52	43	32	33	28	23	29	29
17:15 - 17:30	48	46	33	35	32	28	23	25	29
17:30 - 17:45	48	49	33	32	32	27	23	24	28
17:45 - 18:00	47	46	37	32	31	27	23	24	28
18:00 - 18:15	48	49	33	33	32	27	23	24	28
18:15 - 18:30	49	46	34	33	32	27	23	25	28
18:30 - 18:45	48	50	35	32	32	28	23	24	28
18:45 - 19:00	46	43	32	32	31	28	23	25	28
19:00 - 19:15	48	49	34	32	32	28	24	24	28
19:15 - 19:30	47	44	35	35	33	29	23	24	29
19:30 - 19:45	48	50	36	34	32	29	23	24	28
19:45 - 20:00	48	47	41	37	35	30	23	25	29
20:00 - 20:15	47	50	42	40	38	32	25	29	31
20:15 - 20:30	51	56	45	44	39	35	33	30	36
20:30 - 20:45	51	56	44	43	39	35	34	33	38
20:45 - 21:00	51	57	43	42	41	36	35	32	36
21:00 - 21:15	51	57	43	41	39	36	35	31	36
21:15 - 21:30	51	57	45	45	41	38	36	32	36
21:30 - 21:45	49	49	43	42	37	31	26	29	33
21:45 - 22:00	48	48	40	38	38	32	26	27	32
22:00 - 22:15	47	48	37	33	31	26	22	23	25
22:15 - 22:30	47	46	43	42	36	29	20	26	22
22:30 - 22:45	48	55	49	47	39	32	21	21	22
22:45 - 23:00	50	49	43	36	38	29	22	23	24
23:00 - 23:15	49	50	44	42	40	32	27	29	26
23:15 - 23:30	47	51	44	37	36	27	22	22	23
23:30 - 23:45	46	46	42	35	37	28	19	21	22
23:45 - 00:00	44	45	38	35	36	27	17	19	20

## Ljudtrycksnivå i rum presenterade i tersband [dB]

LÖR 6/9

Tersband [Hz]:	32	40	50	63	80	100	125	160	200
00:00 - 00:15	45	45	37	33	35	26	18	19	20
00:15 - 00:30	44	43	35	33	34	25	17	19	21
00:30 - 00:45	44	41	32	28	30	23	16	19	20
00:45 - 01:00	42	39	30	28	28	22	17	18	20
01:00 - 01:15	39	37	28	25	25	21	15	18	18
01:15 - 01:30	41	37	28	26	24	20	15	17	18
01:30 - 01:45	41	37	28	25	24	19	14	17	18
01:45 - 02:00	40	37	28	25	23	19	14	17	18
02:00 - 02:15	40	37	28	25	26	18	13	17	18
02:15 - 02:30	40	37	28	23	23	18	12	17	17
02:30 - 02:45	41	39	32	30	27	21	16	19	21
02:45 - 03:00	42	39	34	29	29	22	18	22	23
03:00 - 03:15	42	42	34	34	35	31	28	30	33
03:15 - 03:30	44	44	31	31	32	27	23	27	28
03:30 - 03:45	44	46	33	34	30	25	18	20	19
03:45 - 04:00	41	44	27	22	21	17	11	16	16
04:00 - 04:15	42	44	26	22	21	19	11	16	17
04:15 - 04:30	41	44	26	21	21	18	10	16	16
04:30 - 04:45	45	47	26	22	21	18	11	16	17
04:45 - 05:00	45	47	26	21	21	18	11	16	17
05:00 - 05:15	46	47	26	21	21	19	11	16	17
05:15 - 05:30	46	48	28	23	22	18	12	16	16
05:30 - 05:45	45	48	29	22	22	19	11	16	17
05:45 - 06:00	47	48	31	27	23	18	12	17	17
06:00 - 06:15									
06:15 - 06:30									
06:30 - 06:45									
06:45 - 07:00									
07:00 - 07:15	47	49	33	33	30	25	23	26	29
07:15 - 07:30	48	50	38	35	31	25	22	25	29
07:30 - 07:45	49	49	37	32	28	23	17	20	25
07:45 - 08:00	48	49	37	35	30	24	18	21	26
08:00 - 08:15	51	52	36	35	30	23	19	21	26
08:15 - 08:30	50	50	36	35	28	23	18	20	24
08:30 - 08:45	47	49	36	34	29	21	16	25	23
08:45 - 09:00	47	49	28	24	25	19	15	18	20
09:00 - 09:15	48	49	33	32	26	21	17	21	22
09:15 - 09:30	48	50	33	30	28	22	17	20	22
09:30 - 09:45	47	49	29	26	26	20	15	18	20
09:45 - 10:00	48	49	32	32	34	24	20	23	23
10:00 - 10:15	48	50	34	32	30	23	19	21	22
10:15 - 10:30	46	50	37	32	34	24	20	22	22
10:30 - 10:45	47	49	36	30	30	24	19	20	23
10:45 - 11:00	48	48	33	29	30	23	18	21	28
11:00 - 11:15	48	49	33	31	35	25	21	23	28
11:15 - 11:30	47	49	34	31	32	26	21	23	29
11:30 - 11:45	50	51	35	33	31	26	21	23	29

11:45 - 12:00	48	49	33	32	33	27	23	24	29
12:00 - 12:15	48	48	32	33	34	28	23	25	30
12:15 - 12:30	47	48	37	41	37	27	24	26	29
12:30 - 12:45	47	48	32	35	32	26	22	24	29
12:45 - 13:00	48	49	34	33	33	29	22	24	28
13:00 - 13:15	49	49	35	39	33	27	24	27	29
13:15 - 13:30	50	49	34	37	36	28	25	27	30
13:30 - 13:45	51	49	32	33	34	29	29	31	33
13:45 - 14:00	52	49	35	36	35	30	32	33	35
14:00 - 14:15	47	50	32	36	35	26	23	25	29
14:15 - 14:30	49	49	40	40	37	28	23	26	30
14:30 - 14:45	47	50	40	39	36	29	22	23	28
14:45 - 15:00	47	49	40	37	36	28	22	25	29
15:00 - 15:15	46	48	32	33	34	29	22	24	28
15:15 - 15:30	48	49	34	33	34	27	22	24	28
15:30 - 15:45	48	49	31	31	32	27	22	23	28
15:45 - 16:00	50	54	41	39	35	28	22	24	29
16:00 - 16:15	48	49	41	40	37	29	23	25	29
16:15 - 16:30	50	50	40	37	36	29	23	25	29
16:30 - 16:45	48	48	35	35	36	29	23	25	30
16:45 - 17:00	49	50	42	42	37	31	23	25	28
17:00 - 17:15									
17:15 - 17:30									
17:30 - 17:45									
17:45 - 18:00									
18:00 - 18:15	47	48	36	33	37	28	24	25	30
18:15 - 18:30	48	48	35	33	33	28	23	25	30
18:30 - 18:45	49	48	36	34	36	29	24	26	31
18:45 - 19:00	50	50	37	34	33	28	25	26	30
19:00 - 19:15	48	48	34	32	34	28	23	24	29
19:15 - 19:30	48	48	34	34	35	30	23	24	28
19:30 - 19:45	48	48	37	33	32	28	22	23	27
19:45 - 20:00	49	48	36	34	32	29	22	23	27
20:00 - 20:15	50	49	36	33	33	30	22	23	27
20:15 - 20:30	49	47	35	33	34	28	22	24	28
20:30 - 20:45	49	48	36	34	38	30	22	25	30
20:45 - 21:00	49	50	40	36	36	29	22	25	31
21:00 - 21:15	49	48	40	38	37	30	22	26	31
21:15 - 21:30	51	49	41	37	35	28	22	25	30
21:30 - 21:45	52	52	37	36	41	32	23	28	31
21:45 - 22:00	50	48	35	34	36	30	23	27	31
22:00 - 22:15	50	51	36	33	32	25	22	23	27
22:15 - 22:30	50	50	41	38	35	28	22	22	23
22:30 - 22:45	48	50	40	39	36	27	21	21	22
22:45 - 23:00	48	48	40	37	35	28	21	21	21
23:00 - 23:15	46	48	35	34	32	26	19	20	21
23:15 - 23:30	50	48	40	37	36	29	20	21	23
23:30 - 23:45	47	51	49	48	40	34	24	22	23
23:45 - 00:00	47	50	43	37	39	29	19	20	21

## Ljudtrycksnivå i rum presenterade i tersband [dB]

Tersband [Hz]:	SÖN 6/9								
	32	40	50	63	80	100	125	160	200
00:00 - 00:15									
00:15 - 00:30									
00:30 - 00:45									
00:45 - 01:00									
01:00 - 01:15	46	47	31	28	27	22	15	18	20
01:15 - 01:30	42	46	30	26	26	23	15	18	19
01:30 - 01:45	42	47	31	26	26	22	14	17	18
01:45 - 02:00	45	48	29	25	25	21	13	17	17
02:00 - 02:15	45	48	30	25	23	20	13	17	17
02:15 - 02:30	46	48	27	21	21	21	12	16	16
02:30 - 02:45	46	48	27	21	20	20	13	16	16
02:45 - 03:00	46	48	26	20	19	21	11	16	15
03:00 - 03:15	46	48	26	20	19	18	11	16	15
03:15 - 03:30	46	49	27	20	19	22	13	16	16
03:30 - 03:45	47	49	28	21	19	21	15	16	15
03:45 - 04:00	46	49	27	19	18	21	11	15	15
04:00 - 04:15	47	49	26	20	17	18	11	15	14
04:15 - 04:30	46	49	27	20	18	21	11	15	16
04:30 - 04:45	46	49	26	21	18	19	11	16	16
04:45 - 05:00	46	49	27	20	18	22	12	15	15
05:00 - 05:15	47	49	27	22	22	19	12	16	15
05:15 - 05:30	47	48	25	17	17	21	11	15	15
05:30 - 05:45	47	48	26	19	19	20	12	16	16
05:45 - 06:00	47	48	25	17	18	22	12	17	23
06:00 - 06:15	47	49	26	20	20	19	13	16	17
06:15 - 06:30	47	50	30	28	29	24	23	28	30
06:30 - 06:45	47	49	28	26	25	22	20	22	26
06:45 - 07:00	46	48	26	19	20	22	13	16	16
07:00 - 07:15	45	48	27	22	21	21	14	16	17
07:15 - 07:30	43	48	26	19	20	21	14	16	17
07:30 - 07:45	50	49	36	32	26	22	17	20	21
07:45 - 08:00	45	49	28	21	21	21	13	16	16
08:00 - 08:15	44	49	26	21	21	19	12	16	17
08:15 - 08:30	46	50	26	20	21	20	12	16	16
08:30 - 08:45	46	49	27	22	23	21	13	18	19
08:45 - 09:00	46	49	27	21	22	21	13	16	16
09:00 - 09:15	46	50	27	23	23	21	15	17	18
09:15 - 09:30	48	50	29	23	23	20	14	17	18
09:30 - 09:45	47	50	29	23	24	20	15	17	18
09:45 - 10:00	49	50	29	27	25	21	16	18	19
10:00 - 10:15	49	50	31	26	27	20	16	18	19
10:15 - 10:30	48	52	36	32	31	22	17	21	21
10:30 - 10:45	48	50	34	39	34	23	21	24	25
10:45 - 11:00	46	50	34	27	26	22	21	19	20
11:00 - 11:15	47	49	33	36	33	21	20	23	24
11:15 - 11:30	48	50	33	33	30	22	19	21	21
11:30 - 11:45	47	50	30	25	26	20	15	18	19

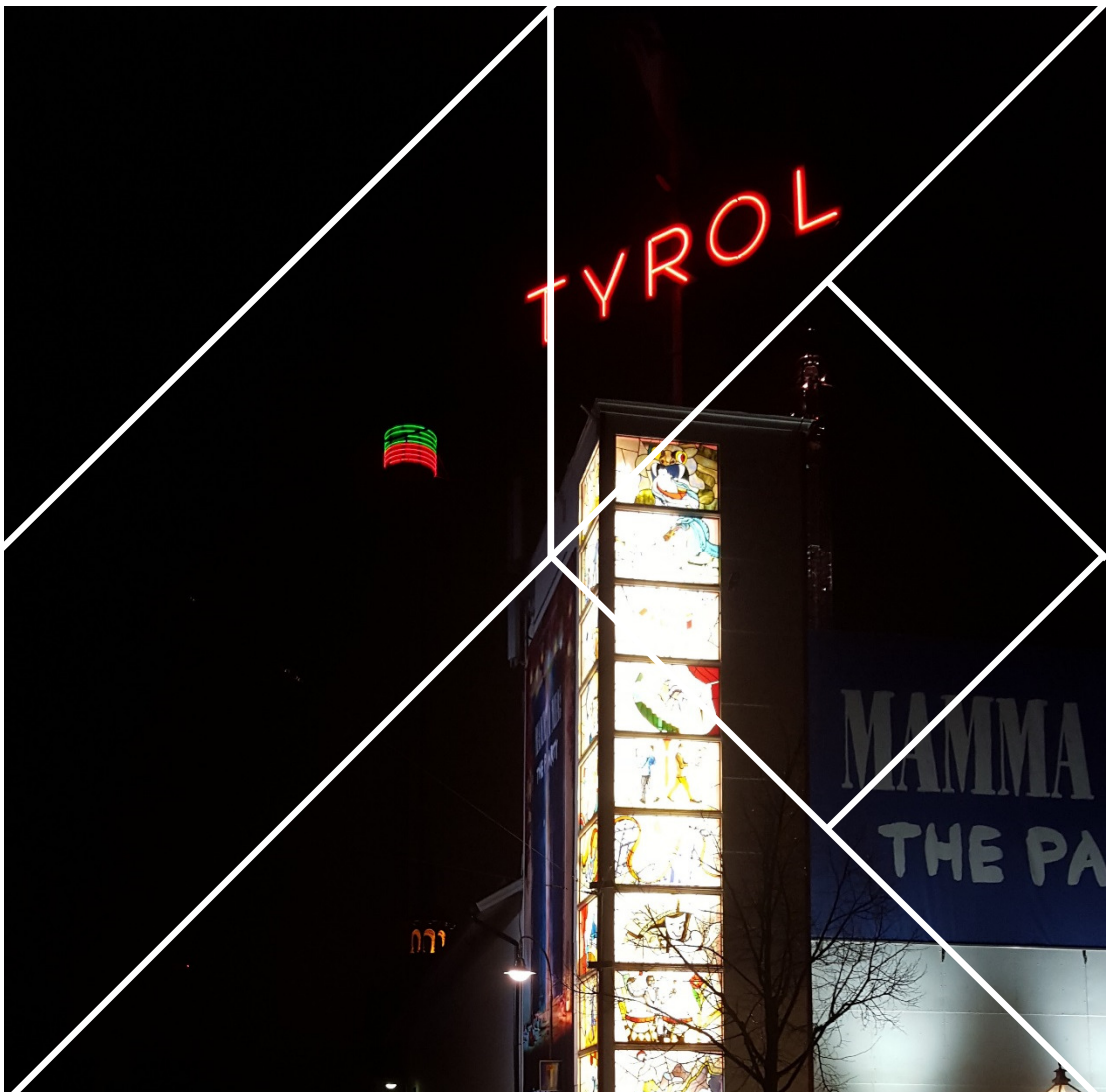
11:45 - 12:00	47	50	32	33	35	29	24	30	27
12:00 - 12:15	47	49	31	31	29	24	22	21	21
12:15 - 12:30	47	49	31	32	33	25	20	23	28
12:30 - 12:45	47	49	29	29	30	25	20	24	30
12:45 - 13:00	46	49	31	30	31	27	21	23	30
13:00 - 13:15	47	49	31	34	32	27	22	25	29
13:15 - 13:30	48	49	31	32	33	27	22	24	30
13:30 - 13:45	45	49	30	29	30	25	21	22	29
13:45 - 14:00	47	49	30	28	29	26	20	22	26
14:00 - 14:15	46	50	31	29	29	26	21	22	27
14:15 - 14:30	48	50	34	29	29	25	24	23	27
14:30 - 14:45	46	49	30	29	31	26	21	23	28
14:45 - 15:00	47	49	32	31	33	27	22	23	27
15:00 - 15:15	47	49	30	30	30	24	20	22	26
15:15 - 15:30	48	50	32	30	31	24	20	23	28
15:30 - 15:45	47	52	34	29	30	25	20	22	27
15:45 - 16:00	50	50	34	30	32	26	21	23	27
16:00 - 16:15	48	50	36	34	34	27	22	23	27
16:15 - 16:30	48	51	37	32	31	25	22	22	25
16:30 - 16:45	47	49	31	30	31	26	21	22	26
16:45 - 17:00	48	49	30	28	29	25	22	26	29
17:00 - 17:15	48	50	33	28	31	25	20	21	28
17:15 - 17:30	49	50	31	30	30	29	22	22	29
17:30 - 17:45	48	50	30	30	32	25	20	22	29
17:45 - 18:00	48	50	32	30	30	26	22	23	29
18:00 - 18:15									
18:15 - 18:30									
18:30 - 18:45									
18:45 - 19:00									
19:00 - 19:15	46	48	30	29	29	24	20	21	26
19:15 - 19:30	47	48	30	27	27	24	20	21	27
19:30 - 19:45	46	48	31	30	30	26	20	21	26
19:45 - 20:00	47	49	29	28	28	25	19	21	27
20:00 - 20:15	46	49	34	33	32	29	22	22	26
20:15 - 20:30	44	47	30	26	24	23	17	17	18
20:30 - 20:45	44	47	28	23	22	20	13	16	16
20:45 - 21:00	44	47	29	24	25	25	15	17	22
21:00 - 21:15	47	52	35	22	22	19	13	16	16
21:15 - 21:30	46	48	30	25	22	19	14	17	16
21:30 - 21:45	44	48	28	21	22	20	13	16	16
21:45 - 22:00	44	47	27	24	26	22	15	17	17
22:00 - 22:15	44	48	31	24	26	21	15	18	19
22:15 - 22:30	44	48	28	24	24	22	17	18	19
22:30 - 22:45	44	47	27	21	21	20	13	17	17
22:45 - 23:00	42	47	26	19	21	21	15	16	16
23:00 - 23:15	43	48	26	19	21	19	12	16	16
23:15 - 23:30	45	49	27	24	21	19	13	17	16
23:30 - 23:45	45	49	26	19	20	20	12	16	15
23:45 - 00:00	44	48	26	19	19	20	12	16	15





R01-268235

# KONTROLLMÄTNING 1, MAMMA MIA FALKENBERGSGATAN 5, DJURGÅRGEN



**Uppdrag:** 268235, Ljudmätning Mamma Mia  
Titel på rapport: Kontrollmätning 1, Mamma Mia. Falkenbergsgatan 5, Djurgården.  
Status: GRANSKAD HANDLING  
Datum: 2016-02-16

### **Medverkande**

Beställare: AB Gröna Lunds Tivoli  
Kontaktperson: Annika Troselius

Konsult: Tyréns AB  
Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid  
Handläggare: David Nilsson  
Kvalitetsgranskare: Daniel Wärnelid

Författare: David Nilsson

Datum: 2016-02-12

Handlingen granskad av: Daniel Wärnelid

Datum: 2016-02-16

### **Tyréns AB**

Tel: 010 452 20 00  
[www.tyrens.se](http://www.tyrens.se)

Säte: Stockholm  
Org.nr: 556194-7986

## Sammanfattning

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2016-02-10 kontrollerat ljudnivån från krogshowen "Mamma Mia – The Party" på Falkenbergsgatan 5C.

De ekvivalenta och maximala A-väga ljudnivåerna ligger inom Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

Lågfrekvent buller uppfyller ej de allmänna råden då tersbanden 50 Hz och 63 Hz överskrider riktlinjén med 2 respektive 5 dB.

Tyréns har uppskattat fasadisoleringen till  $R'_w$  35 dB utifrån ljudnivåskillnader mellan sovrummet ljudnivå vid fasad. På grund av denna svaga ljudisolering, speciellt vid lägre frekvenser, kan det antas att hela konstruktionen har för låg massa och förmodligen krävs mer omfattande åtgärder än enbart fönsteråtgärder för att med säkerhet åtgärda problemet.

## Innehåll

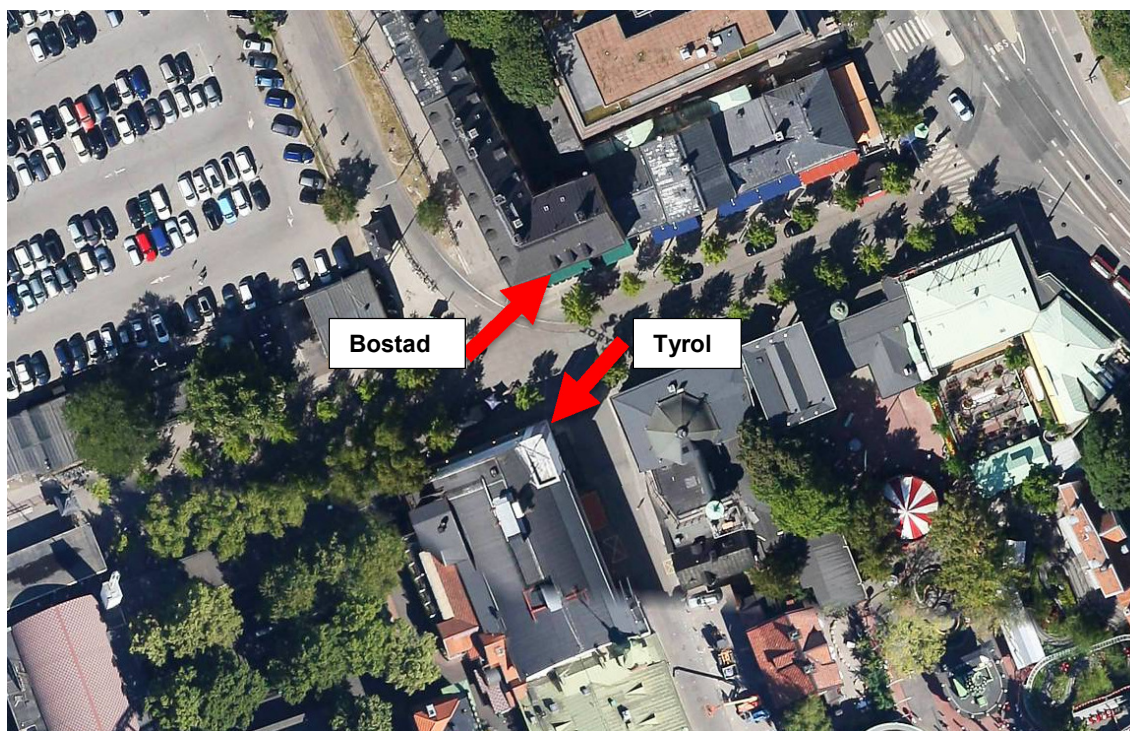
<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrund .....	4
<b>2</b>	<b>Bedömningsgrunder</b> .....	<b>5</b>
2.1	Allmänna råd om buller inomhus.....	5
<b>3</b>	<b>Förutsättningar</b> .....	<b>5</b>
3.1	Mätmetod .....	5
3.2	Mätutrustning.....	5
<b>4</b>	<b>Mätresultat</b> .....	<b>6</b>
4.1	Ljudtrycksnivå inomhus från installationer .....	6
<b>5</b>	<b>Utlåtande</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Bilaga – Bilder</b> .....	<b>8</b>

## 1 Inledning

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2016-02-10 kontrollerat ljudnivån från krogshowen "Mamma Mia – The Party" på Falkenbergsgatan 5C.

### 1.1 Bakgrund

På Tyrol vid Gröna Lund hålls en krogshow vid namn "Mamma Mia – The Party" mellan datumen 2016-01-20 och 2016-11-20. Hélène Andrae boendes högst upp (plan 3) på Falkenbergsgatan 5C har klagat över att krogshowen är ett störande moment under kvällstid. Bostaden befinner sig över gatan från Tyrol enligt Figur 1. Se bilaga för bilder från mätning. Showen ska pågå från kl 19:30 till kl 23:30 men gästerna har möjlighet att stanna kvar senare.



Figur 1: Översikt av bostad och lokal.

## 2 Bedömningsgrunder

Folkhälsomyndigheten ställer allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

### 2.1 Allmänna råd om buller inomhus

Tabell 1. A-vägd ljudtrycksnivå inomhus som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.

Källa	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dBA]	Maximal A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{AFmax}$ [dBA]
Ljud från musikanläggningar	25	45

Tabell 2: Lågfrekvent buller som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.

Tersband [Hz]	31,5	40	50	60	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{eq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

## 3 Förutsättningar

Mätningen utfördes 2016-02-10 av David Nilsson.

### 3.1 Mätmetod

Trepunktsmätning av installationsbuller i sovrummet utfördes enligt SS-EN ISO 16032:2004. Mätningen utfördes mellan kl 19:55-23:40 den 2016-02-10.

### 3.2 Mätutrustning

Instrument och dess beteckningar ses i Tabell 3. Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet enligt nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetsstandard.

Tabell 3. Utrustning som utnyttjades vid mättillfället.

Typ av utrustning	Fabrikat	Modell	Internbeteckning	Serienummer	Kalibreringsdatum
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK01s	32201	2015-08-20
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK02s	29978	2016-01-08
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK03s	32658	2015-08-20
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK08s	34095	2014-04-28
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA01s	1403386	2015-08-21
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA02s	1403387	2016-01-12
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA03s	1403388	2015-08-21
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA04s	1403561	2014-08-06

## 4 Mätresultat

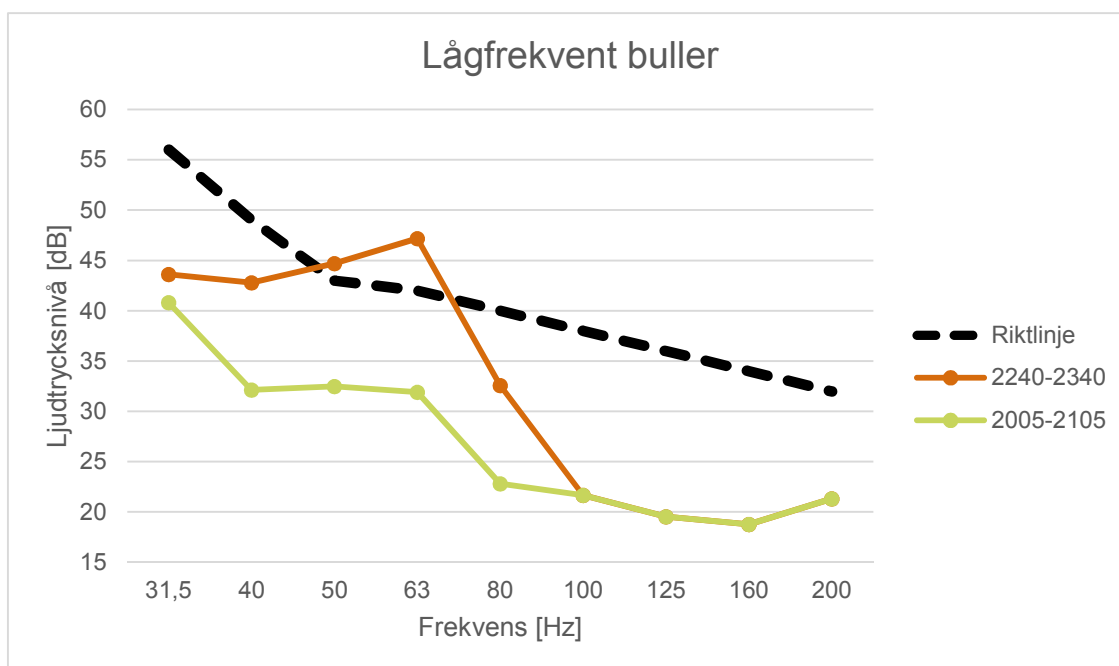
Resultat togs fram för hela tidsförloppet, mellan kl 20:05-21:05 då minimala störningar registrerades från Tyrol samt mellan kl 22:40-23:40 då hörbara störningar registrerades från Tyrol.

### 4.1 Ljudtrycksnivå inomhus från installationer

Tabell 4. Uppmätt A-vägd ljudtrycksnivå, ekvivalent och maximal nivå. Uppmätta värden skall vara lägre eller lika med kravnivå för att uppfylla krav.

tidsförlopp	Uppmätt ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dBA]	Uppmätt maximal A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{AFmax}$ [dBA]	Krav för projektet $L_{Aeq,T}/ L_{AFmax}$	Kommentar
19:55-23:40	22	26	25/45	Uppfyller krav
20:05-21:05	18	19	25/45	Uppfyller krav
22:40-23:40	24	28	25/45	Uppfyller krav

Nedan i Figur 2 redovisas uppmätta ekvivalenta ljudnivåer mellan kl 20:05-21:05 då minimala störningar registrerades från Tyrol samt mellan kl 22:40-23:40 då hörbara störningar registrerades från Tyrol. Under den senare delen överskrider Folkhälsomyndighetens lågfrekvenskrav vid 50 och 63 Hz.



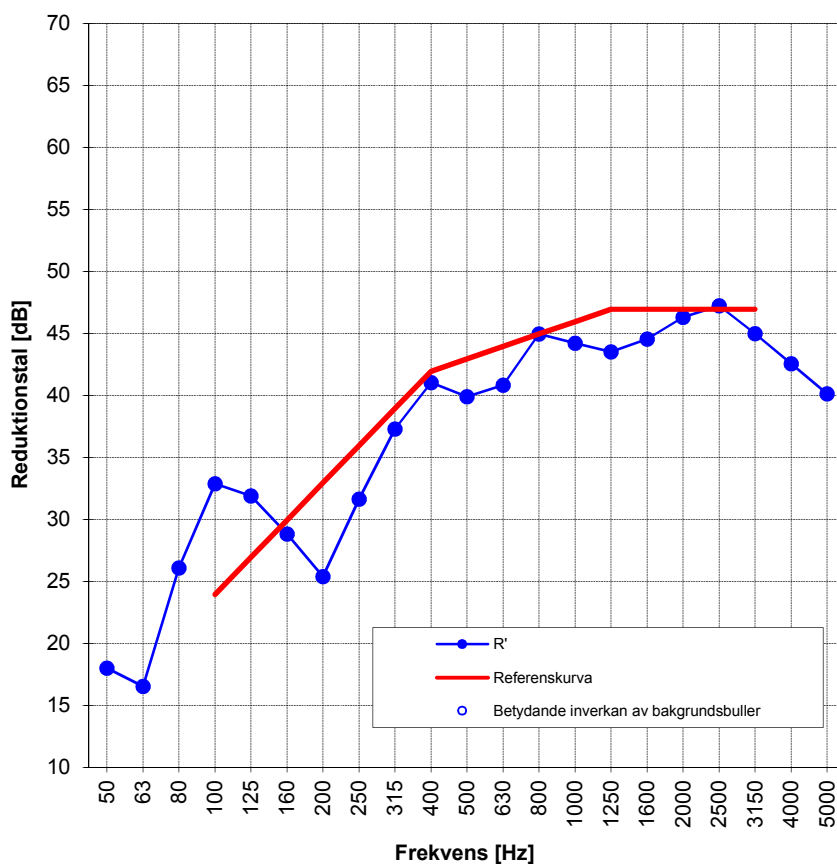
Figur 2: Uppmätt ljudtrycksnivå av tersbanden 31,5 Hz - 200 Hz. Riktlinje hämtad från FoHMFS 2014:13.

## 5 Utlåtande

De ekvivalenta och maximala A-väga ljudnivåerna ligger inom Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

Lågfrekvent buller uppfyller ej de allmänna råden då tersbanden 50 Hz och 63 Hz överskrider riktlinjen med 2 respektive 5 dB.

Tyréns har uppskattat fasadisoleringen till  $R'_w$  35 dB utifrån ljudnivåskillnader mellan sovrummet ljudnivå vid fasad, se Figur 3. På grund av denna svaga ljudisolering, speciellt vid lägre frekvenser, kan det antas att hela konstruktionen har för låg massa och förmodligen krävs mer omfattande åtgärder än enbart fönsteråtgärder för att med säkerhet åtgärda problemet.



Figur 3: Uppskattad fasadisolering.



## 6 Bilaga – Bilder



*Figur 4: Utsikt från sovrummet i lägenheten där mätningen utfördes. Som synes ligger Tyrol rakt över gatan.*



*Figur 5: Bild på lägenhetshus sett från Tyrol. Sovrummet som användes för mätning ligger högst upp vid takkonstruktionen, längst åt vänster.*

**KONTROLLMÄTNING 2, MAMMA MIA  
FALKENBERGSGATAN 5, DJURGÅRDEN**



**Uppdrag:** 268235, Ljudmätning Mamma Mia  
Titel på rapport: Kontrollmätning 2, Mamma Mia. Falkenbergsgatan 5, Djurgården.  
Status: GRANSKAD HANDLING  
Datum: 2016-05-19

### **Medverkande**

Beställare: AB Gröna Lunds Tivoli  
Kontaktperson: Annika Troselius

Konsult: Tyréns AB  
Uppdragsansvarig: Daniel Wärnelid  
Handläggare: Moa Ljörnlund  
Kvalitetsgranskare: Daniel Wärnelid

Författare: Moa Ljörnlund

Datum: 2016-05-19

Handlingen granskad av: Daniel Wärnelid

Datum: 2016-05-19

### **Tyréns AB**

Tel: 010 452 20 00  
[www.tyrens.se](http://www.tyrens.se)

Säte: Stockholm  
Org.nr: 556194-7986

## Sammanfattning

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2016-05-06 kontrollerat ljudnivån från krogshowen "Mamma Mia – The Party" på Falkenbergsgatan 5C som en påföljd av föregående mätning som ej uppfyllde kraven för lågfrekvent ljud.

Föregående mätning gjordes den 2 februari 2016 och överskred då ljudkraven med 3 resp. 5 dB i tersband 50 och 63 Hz under tidsperioden 22.40 - 23.40.

Mätresultaten den 2016-05-06 vid perioden 22.40 – 23.40 som vid föregående mätning överskred kraven visar nu godkända värden enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

De ekvivalenta A-väga ljudnivåerna mellan 22:15 – 22:30 samt det lågfrekventa bullret i tersband 50, 63 och 80 Hz vid samma tid överskrider Folkhälsomyndighetens allmänna råd den 2016-05-06. Kraven för maximala A-vägda ljudnivåer är dock uppfyllda.

Övrig tid anses samtliga krav enligt FoHMFS 2014:13 vara uppfyllda för störningar från krogshowen "Mamma Mia – The Party".

Tyréns har vid föregående mätning uppskattat fasadisoleringen till  $R'_w$  35 dB utifrån ljudnivåskillnader mellan sovrummet ljudnivå vid fasad. På grund av denna svaga ljudisolering, speciellt vid lägre frekvenser, kan det antas att hela konstruktionen har för låg massa och förmodligen krävs mer omfattande åtgärder än enbart fönsteråtgärder för att med säkerhet åtgärda problemet.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrund.....	4
<b>2</b>	<b>Bedömningsgrunder</b> .....	<b>5</b>
2.1	Allmänna råd om buller inomhus.....	5
<b>3</b>	<b>Förutsättningar</b> .....	<b>5</b>
3.1	Mätmetod.....	5
3.2	Mätutrustning .....	5
<b>4</b>	<b>Mätresultat</b> .....	<b>6</b>
	Ljudtrycksnivå inomhus från installationer.....	6
<b>5</b>	<b>Utlåtande</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Bilaga – Bilder</b> .....	<b>8</b>

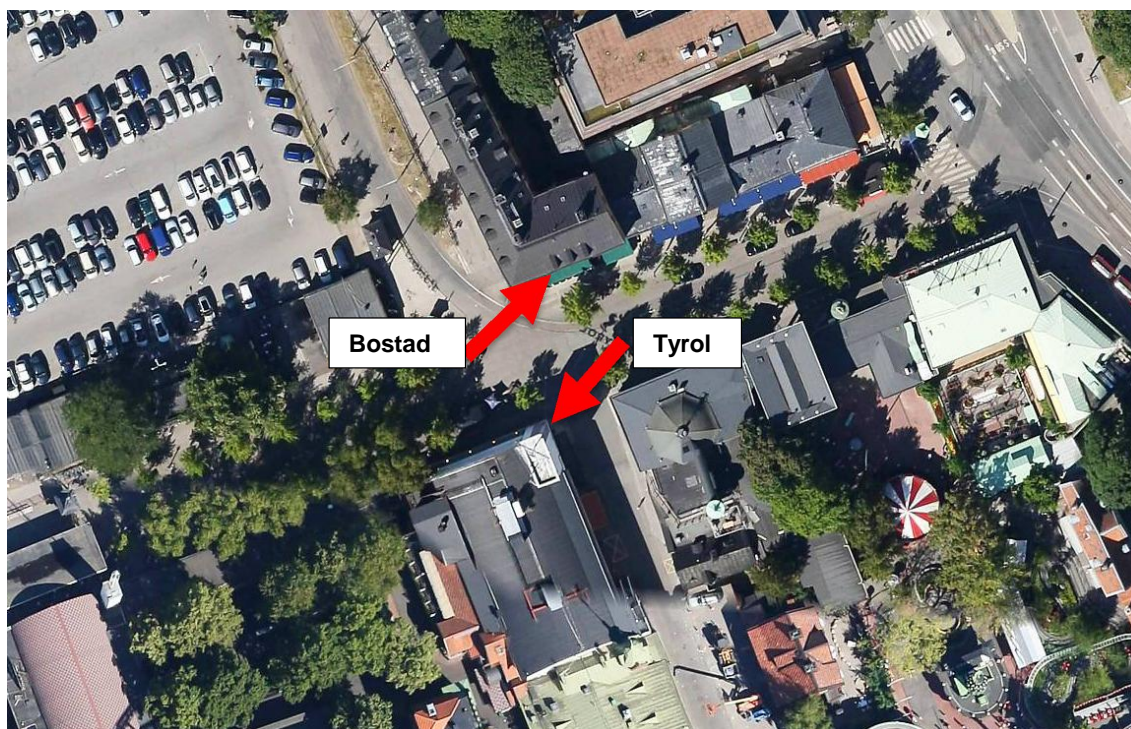
## 1 Inledning

Tyréns AB har på uppdrag av AB Gröna Lunds Tivoli den 2016-05-06 kontrollerat ljudnivån från krogshowen "Mamma Mia – The Party" på Falkenbergsgatan 5C som en påföljd av föregående mätning som ej uppfyllde kraven för lågfrekvent ljud.

### 1.1 Bakgrund

På Tyrol vid Gröna Lund hålls en krogshow vid namn "Mamma Mia – The Party" mellan datumen 2016-01-20 och 2017-04-09. Hélène Andrae boendes högst upp (plan 3) på Falkenbergsgatan 5C har klagat över att krogshowen är ett störande moment under kvällstid. Bostaden befinner sig över gatan från Tyrol enligt Figur 1. Se bilaga för bilder från mätning. Showen ska pågå från kl 19:30 till kl 23:30 men gästerna har möjlighet att stanna kvar senare.

Föregående mätning gjordes den 2 februari 2016 och överskred då ljudkraven med 3 resp. 5 dB i tersband 50 och 63 Hz under tidsperioden 22.40 - 23.40.



Figur 1: Översikt av bostad och lokal.

## 2 Bedömningsgrunder

Folkhälsomyndigheten ställer allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

### 2.1 Allmänna råd om buller inomhus

Tabell 1. A-vägd ljudtrycksnivå inomhus som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.

Källa	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dBA]	Maximal A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{AFmax}$ [dBA]
Ljud från musikanläggningar	25	45

Tabell 2: Lågfrekvent buller som enligt Folkhälsomyndigheten ej bör överskridas. Taget från FoHMFS 2014:13.

Tersband [Hz]	31,5	40	50	60	80	100	125	160	200
Ljudtrycksnivå, $L_{eq}$ [dB]	56	49	43	42	40	38	36	34	32

## 3 Förutsättningar

Mätningen utfördes 2016-05-06 av Moa Ljörnlund.

### 3.1 Mätmetod

Trepunktsmätning av installationsbuller i sovrummet utfördes enligt SS-EN ISO 16032:2004. Mätningen utfördes mellan kl 22:00 - 00.45 den 2016-05-06.

### 3.2 Mätutrustning

Instrument och dess beteckningar ses i Tabell 3. Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet enligt nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetsstandard.

Tabell 3. Utrustning som utnyttjades vid mättillfället.

Typ av utrustning	Fabrikat	Modell	Internbeteckning	Serienummer
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK01s	32201
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK02s	29978
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK03s	32658
Kalibrator för Mikrofon	Norsonic	1251	AK08s	34095
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA01s	1403386
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA02s	1403387
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA03s	1403388
Enkanalig integrerande ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA04s	1403561

## 4 Mätresultat

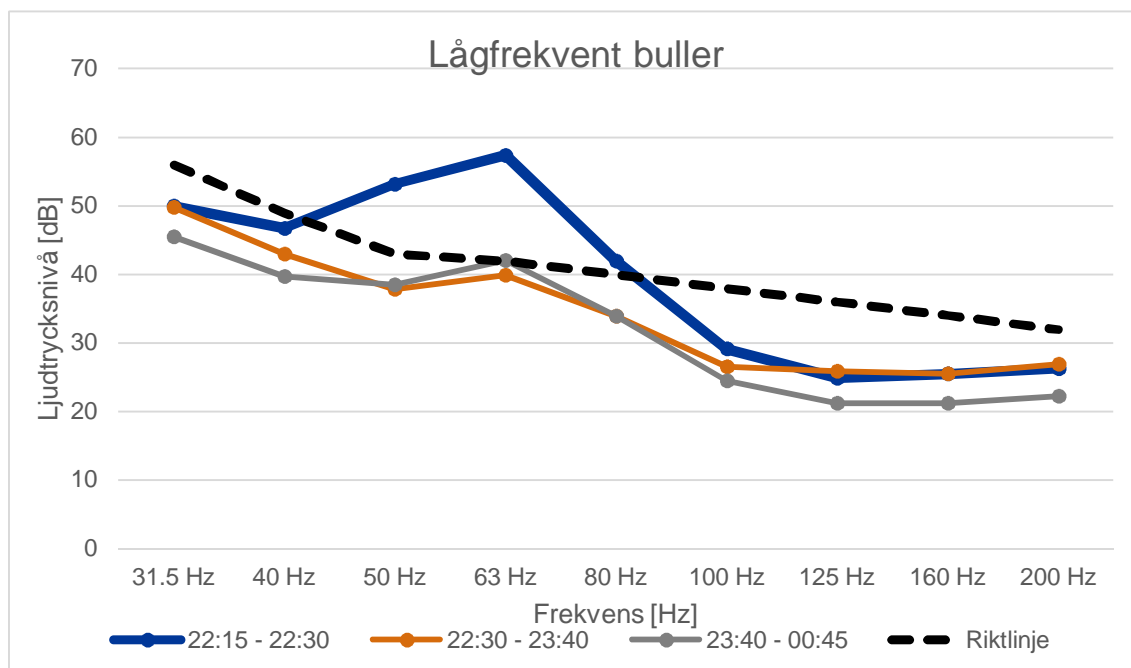
Resultat togs fram för tidsförloppet 22:00 - 00:45 där hörbara störningar registrerades från Tyrol mellan kl 22:15 - 22.30. Övriga tider uppfylls kraven för krogshowen "Mamma Mia – The Party".

### Ljudtrycksnivå inomhus från installationer

Tabell 4. Uppmätt A-vägd ljudtrycksnivå, ekvivalent och maximal nivå. Uppmätta värden skall vara lägre eller lika med kravnivå för att uppfylla krav.

tidsförlopp	Uppmätt ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,T}$ [dBA]	Uppmätt maximal A-vägd ljudtrycksnivå, $L_{AFmax}$ [dBA]	Krav för projektet $L_{Aeq,T}/ L_{AFmax}$	Kommentar
22.15-22.30	32	35	25/45	Uppfyller <b>ej</b> krav
22:30-23:40	24	25	25/45	Uppfyller krav
23:40-00:45	23	25	25/45	Uppfyller krav

Nedan i Figur 2 redovisas uppmätta ljudtrycksnivåer mellan kl 22:30 - 00:45 då minimala störningar registrerades från Tyrol samt mellan kl 22:15-22:30 då hörbara störningar registrerades från Tyrol. Under perioden 22:15-22:30 överskrids Folkhälsomyndighetens lågfrekvenskrav vid 50, 63 och 80 Hz.



Figur 2: Uppmätta ljudtrycksnivåer i tersbanden 31,5 Hz - 200 Hz. Riktlinje hämtad från FoHMFS 2014:13 (se tabell 2).



## 5 Utlåtande

De maximala A-väga ljudnivåerna ligger inom Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus enligt FoHMFS 2014:13.

De ekvivalenta A-väga ljudnivåerna från krogshowen "Mamma Mia – The Party" uppfyller de allmänna råden förutom under tidsperioden 22:15 – 22:30.

Lågfrekvent buller från krogshowen "Mamma Mia – The Party" uppfyller de allmänna råden förutom under tidsperioden 22:15 – 22:30 i tersbanden 50, 63 och 80 Hz som överskrider riktlinjen med 10, 15 resp. 2 dB.

## 6 Bilaga – Bilder



*Figur 3: Utsikt från sovrummet i lägenheten där mätningen utfördes. Som synes ligger Tyrol rakt över gatan.*



*Figur 4: Bild på lägenhetshus sett från Tyrol. Sovrummet som användes för mätning ligger högst upp vid takkonstruktionen, längst åt vänster.*

298291A – R01

ÅTGÄRDSFÖRSLAG AKUSTIK,  
FALKENBERGSGATAN 7C



UPPDRAG 298291A, Akustik enligt föreläggande från Miljöförvaltningen

Titel på rapport: Åtgärdsförslag akustik, Falkenbergsgatan 7C

Status: Rapport

Datum: 2020-03-16

#### MEDVERKANDE

Beställare: AB Gröna Lunds tivoli / AB Stadsholmen

Kontaktperson: Jonas Lundgren, Stadsholmen

Konsult: Moa Ljörnlund, Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Moa Ljörnlund, Tyréns AB

Kvalitetsgranskare: Daniel Wärnelid, Tyréns AB

## SAMMANFATTNING

Enligt föreläggande från Miljöförvaltningen "2018-19361 Beslut om föreläggande1.pdf" [punkt 2] ska förslag på ljudreducerande åtgärd för lägenhet 1302 på Falkenbergsgatan 5C inkomma som syftar till att varaktigt sänka ljudnivån inomhus så mycket som möjligt, med avseende på ljudkällor utanför lägenheten.

Befintliga fönster har en beräknad ljudreduktion,  $R'w$ : 33-36 dB. Det är värden som ligger generellt under den standard som vi rekommenderar för nybyggnationer idag. Läget vid Gröna Lund får dessutom bedömas som extra bullerutsatt enligt bl.a. rapport "SBK 20190902 R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken".

Det mest effektiva sättet att förbättra ljudisoleringen bedöms vara att byta ut befintliga fönster mot nya fönster med  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> (observera att även fönsterkåpor måste ha likvärdig ljudreduktionsförmåga för att inte försämra den totala ljudisoleringen för fasaden).

Fasad med fönster  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> beräknas ge en förbättrad total ljudisolering uppemot 11 dB.

Fönster med högre värde än  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> rekommenderas ej då den positiva effekten till stor del uteblir när fasaden blir dimensionerande (se Figur 3 under ca 315 Hz). Utifrån mätning bedöms övrig fasadkonstruktion (exkl. fönsterkåpor) ej behöva åtgärder gällande ljudisoleringen.

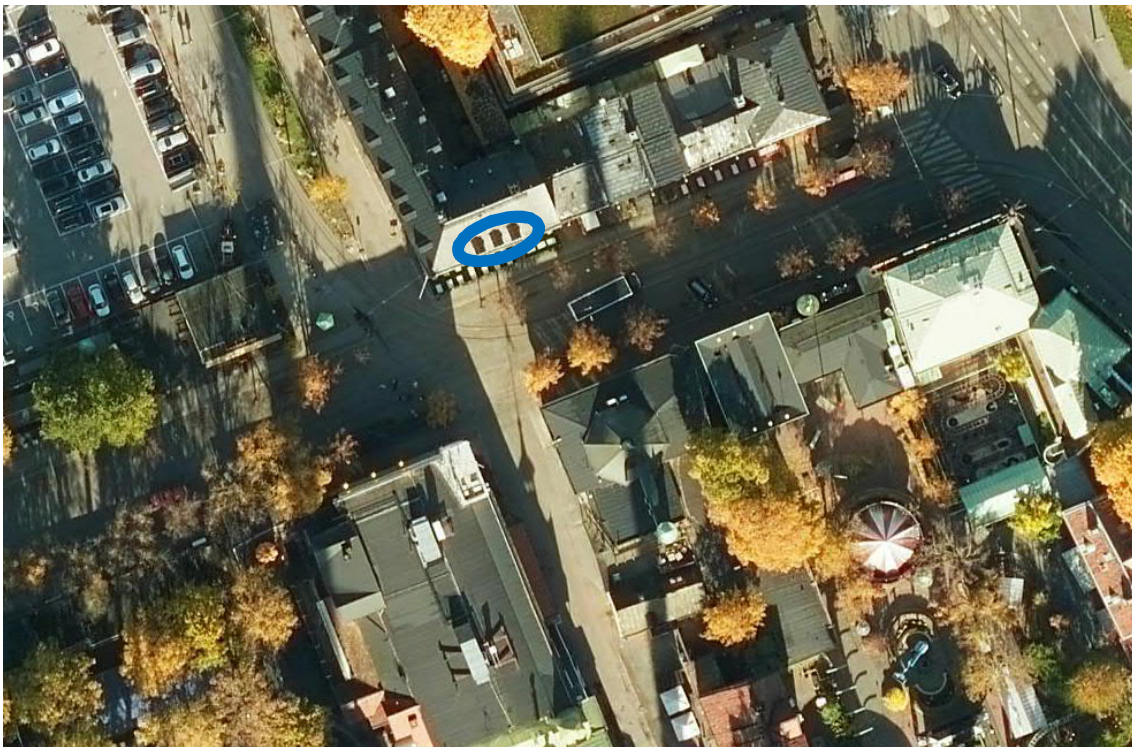
<sup>1)</sup> Observera att  $R'w = 49$  dB motsvarar  $Rw = 52$  dB samt att ljudreduceringsförmågan för olika fönster kan variera i tersband även när alla har  $R'w = 49$  dB. Val av specifikt fönster bör därför kontrolleras av akustiker innan inköp.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	4
1.1	UNDERLAG.....	4
1.2	SAMMANSTÄLLNING AV TIDIGARE RESULTAT.....	5
2	METOD.....	5
2.1	ANTAGANDEN VID BERÄKNINGAR.....	5
3	RESULTAT.....	6
4	SLUTSATS.....	6

## 1 INLEDNING

Enligt föreläggande från Miljöförvaltningen "2018-19361 Beslut om föreläggande1.pdf" [punkt 2] ska förslag på ljudreducerande åtgärd för lägenhet 1302 på Falkenbergsgatan 5C inkomma som syftar till att varaktigt sänka ljudnivån inomhus så mycket som möjligt från ljudkällor utanför lägenheten, se Figur 1.



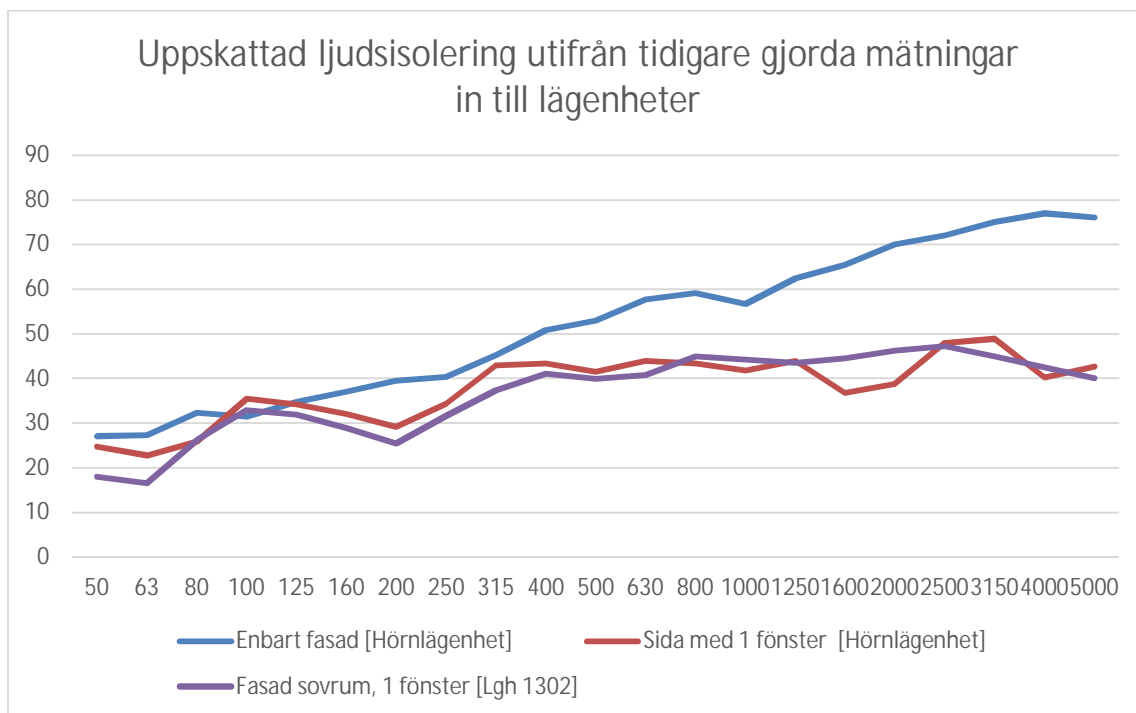
Figur 1. Aktuell lägenhet 1302 markerad med blått. Fasad högst upp i huset mot Allmänna gränd.

### 1.1 UNDERLAG

- 2018-19361 Beslut om föreläggande1
  - Föreläggande från Miljöförvaltningen
- R01 – 298291 – Ljudmätning över helg i lägenhet
  - Fasadisoleringsmätningar in till hörnlägenhet på Falkenbergsgatan 5C
- R01 – 268235 – Kontrollmätning 1, Mamma Mia
  - Mätning av ljudreduktion in till sovrum i Lgh 1302
- R01 – 296236\_Kontrollmätning, Mamma Mia
  - Mätning av ljudreduktion in till vardagsrum i Lgh 1302
- SBK 20190902 R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken
  - Bullerutredning detaljplan, Skeppsholmsviken

## 1.2 SAMMANSTÄLLNING AV TIDIGARE RESULTAT

Ljudmätningar in till aktuell lägenhet på Falkenbergsgatan 5C samt till hörnlägenhet bredvid (som antas ha likvärdig fasadkonstruktion) har gjorts vid flertalet tillfällen och dessa mätningar utgör underlaget för bedömning av fasadens ljudreducerande förmåga i denna rapport. En sammanfattning av underlagen kan ses i Figur 2 nedan.



Figur 2. Underlag från tidigare mätningar.

## 2 METOD

Utifrån tidigare mätning av enbart fasad (298291 – Ljudmätning över helg i lägenhet) samt mätningar/beräkningar av fasadens reduktionstal från mättillfällen listade i 1.1 beräknas ett reduktionstal fram för befintliga fönster.

Dessa värden jämförs sedan mot ett fönster med  $R'w = 49$  dB som är värdet som rekommenderas för fönster i rapport "SBK 20190902 R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken".

### 2.1 ANTAGANDEN VID BERÄKNINGAR

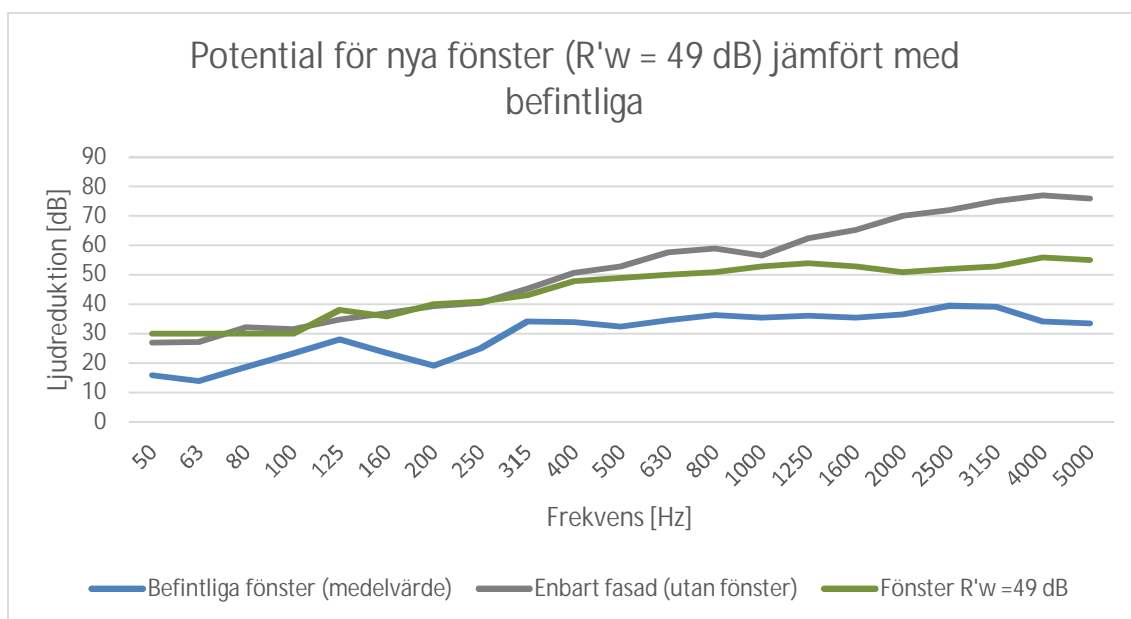
- Uppmätt ljudisolering in till hörnlägenhet (mot sida utan fönster) antas vara representativ för all fasad (utan fönster) in till lägenheter högst upp i huset på Falkenbergsgatan 5C.
- Fönsterkupor förutsätts hålla likvärdig ljudisolering som fönster efter åtgärd.



### 3 RESULTAT

Befintliga fönster har ett beräknat  $R'w$  mellan 33 - 36 dB.

Tidigare mätningar har främst visat på en ljudproblematik under 200 Hz. Beräknad skillnad i ljudreduktion mellan befintliga fönster och fönster med  $R'w = 49$  dB ses i Figur 3 nedan.



Figur 3. En jämförelse mellan uppmätta data för fönster med  $R'w = 49$  dB och en kombination av mätning/beräkning av befintliga fönster visar på potentiella förbättringar om minst 10 dB i flertalet tersband.

### 4 SLUTSATS

Befintliga fönster har en beräknad ljudreduktion,  $R'w$ : 33-36 dB. Det är värden som ligger generellt under den standard som vi rekommenderar för nybyggnationer idag. Läget vid Gröna Lund får dessutom bedömas som extra bullerutsatt enligt bl.a. rapport "SBK 20190902 R01-272690\_Bullerutredning, Skeppsholmsviken".

Det mest effektiva sättet att förbättra ljudisoleringen bedöms vara att byta ut befintliga fönster mot nya fönster med  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> (observera att även fönsterkupor måste ha likvärdig ljudreduktionsförmåga för att inte försämra den totala ljudisoleringen för fasaden).

Fasad med fönster  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> beräknas ge en förbättrad total ljudisolering uppemot 11 dB. I förlängningen bedöms detta ge goda förutsättningar för att minimera eventuell bullerstörning.

Fönster med högre värde än  $R'w = 49$  dB<sup>1)</sup> rekommenderas ej då den positiva effekten till stor del uteblir när fasaden blir dimensionerande (se Figur 3 under ca 315 Hz). Utifrån mätning bedöms övrig fasadkonstruktion (exkl. fönsterkåpor) ej behöva åtgärder gällande ljudisoleringen.

<sup>1)</sup> Observera att  $R'w = 49$  dB motsvarar  $Rw = 52$  dB samt att ljudreduceringsförmågan för olika fönster kan variera i tersband även när alla har  $R'w = 49$  dB. Val av specifikt fönster bör därför kontrolleras av akustiker innan inköp.

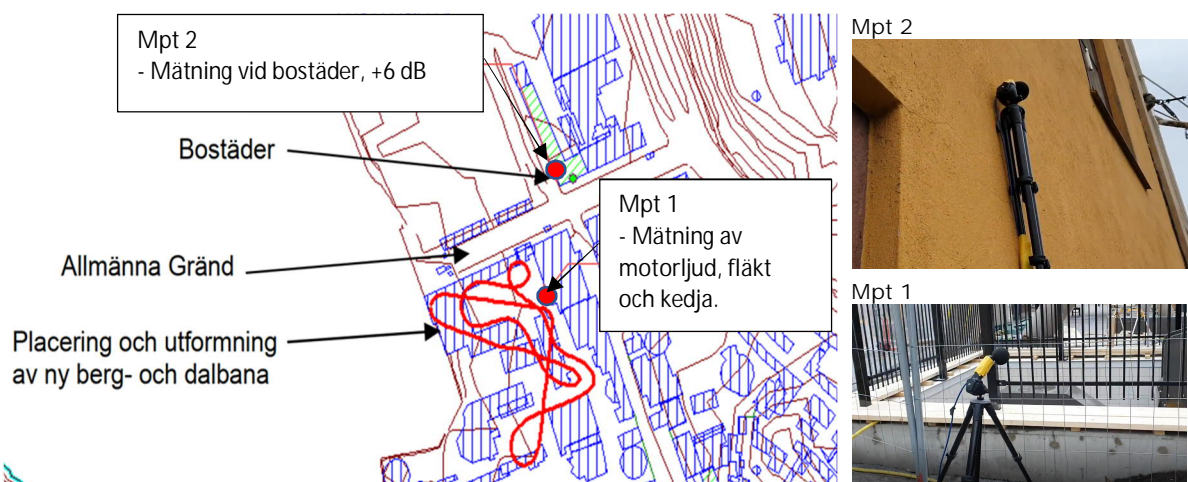
## SAMMANFATTNING MÄTRESULTAT OCH ÅTGÄRDER – MONSTER

### Delresultat – Utkast för vidare åtgärder monster

Gröna Lund har för avsikt att uppföra en ny attraktion i form av en inverterad berg-och dalbana där besökarna hänger under själva banan. Den nya attraktionen är tänkt att placeras i närhet av den stora entrén till Gröna Lund. Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lund utrett buller från den planerade attraktionen<sup>1</sup>.

Tidigare beräknade ljudnivåer bedöms inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller<sup>2</sup>. Mätningar visar att ljudnivån idag uppgår till 56–59 dBA på Allmänna Gränd, frifältsvärden.

Mätningen utfördes 2021-04-12. Vid mättillfället var motorutrymmet ej inbyggt och stålstomme ej fylld. Vid mättillfället var vagnarna försedda med mjuka hjul (Pollyetan). Mätningen utfördes på två mätpunkter, dels i parken i närheten motorn till monster, samt vid bostäderna på Allmänna Gränd. Temperaturen vid mättillfället var 7 grader och det vinden var 3 (6) m/s i nord- nordostlig riktning. Översikt av mätpunkter ses i Figur 1.



Figur 1. Mätpunkter intill motorn respektive vid bostäderna.

Vid mätningen testades scenarior som varierades på liftens effektnivå mellan 50–100%, om vagnar åkte eller ej, samt om fläkten var i gång eller ej. Följande scenarior utfördes vid mätpunkt 1 och 2:

Scenario	Lift	Fan	Train	Mpt 1	LAeq [dBA]	LAm <sub>ax</sub> [dBA]	Mpt 2	LAeq <sup>1</sup> [dBA]	LAm <sub>ax</sub> <sup>1</sup> [dBA]
1	100%	No	Yes	Yes	84	87	No	-	-
2	100%	Yes	Yes	Yes	84	90 <sup>2</sup>	Yes	58	68
3	50%	Yes	Yes	Yes	82	87	Yes	57	68
4	75%	Yes	Yes	Yes	82	87	Yes	58	69
5	85%	Yes	Yes	Yes	82	88	Yes	58	68
6	Standby	Yes	No	Yes	82	84	Yes	46	57

<sup>1</sup>Mätning har korrigerats för att motsvara frifältsvärden. (Mätning utförd som +6 mätning).

<sup>2</sup>Vid första turen under dagen förekommer en signal i början av turen vilken bedöms medföra en förhöjd maximalnivå vid mätningen.

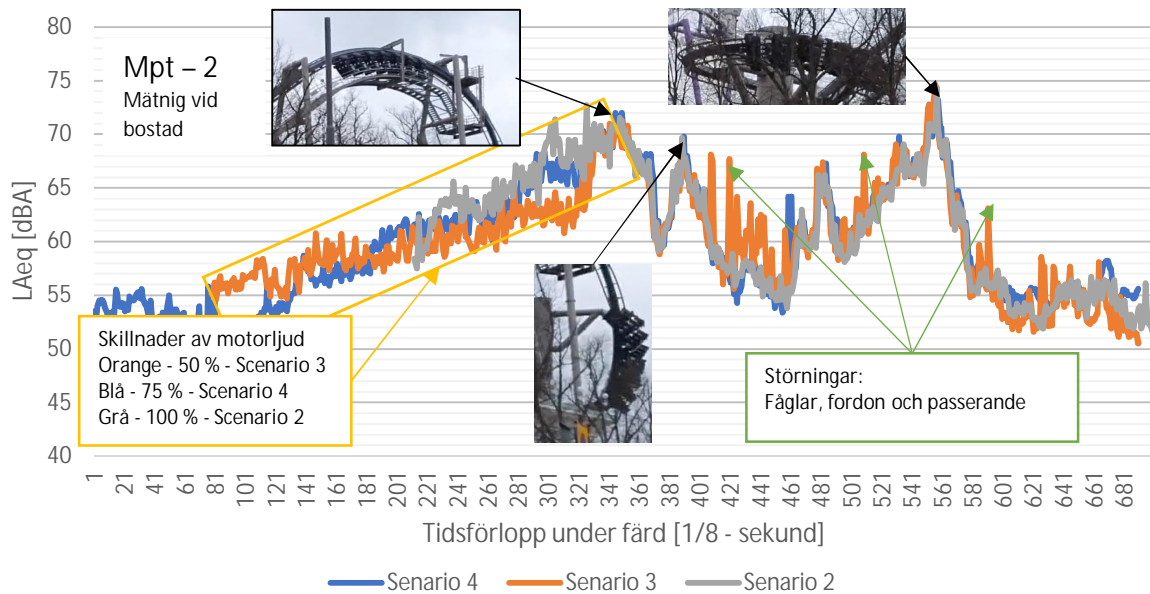
(Mätningarna av scenariona uppmättes ej i kronologisk ordning och således var första turen scenario 2).

<sup>1</sup> R01-264988\_Bullerutredning Gröna Lund.pdf

<sup>2</sup> Baseras på uppmätt fasadisolering och beräknade fasadnivåer

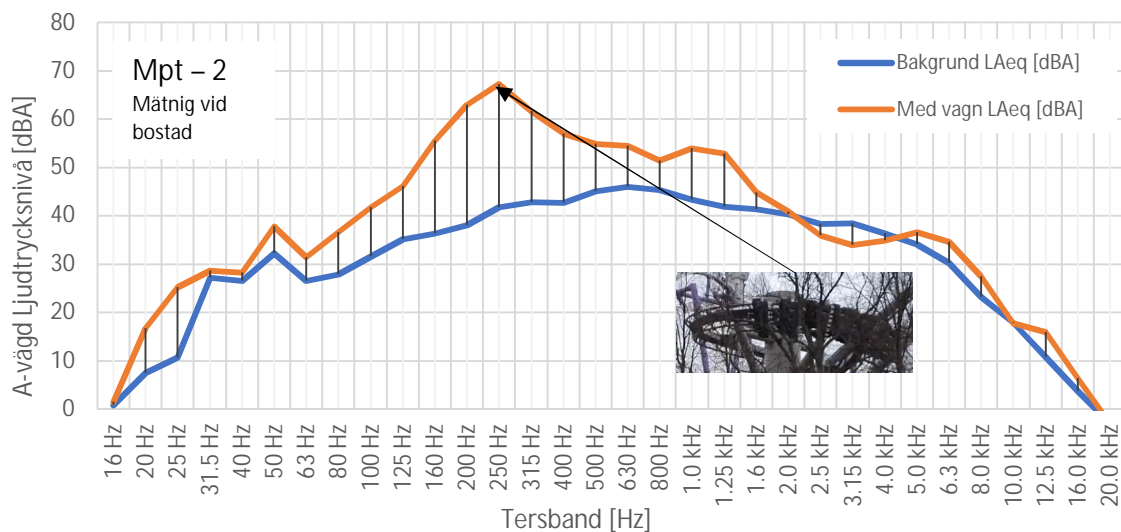
### Utvärdering Mätpunkt 2 - Bostadsfasad

Vid jämförelse av ljudnivå över tid i mätpunkt 2 under scenario 2, 3 och 4 visas var och när attraktionen skiljer i ljudnivå samt vilka delar under färden som genererar högre ljudnivåer. Scenario 1, 5 och 6 bedöms ej ge någon betydande ljudnivåskillnad jämfört med scenario 2, 3 och 4 och redovisas således inte i grafen nedan, se Figur 2.



Figur 2. LAeq över tid för scenario 2, 3 och 4. Ljudnivåerna är som högst efter att liften lyft vagnarna till toppen samt då vagnarna passerar snurrarna som är placerad närmst bostäderna på Allmän Gränd.

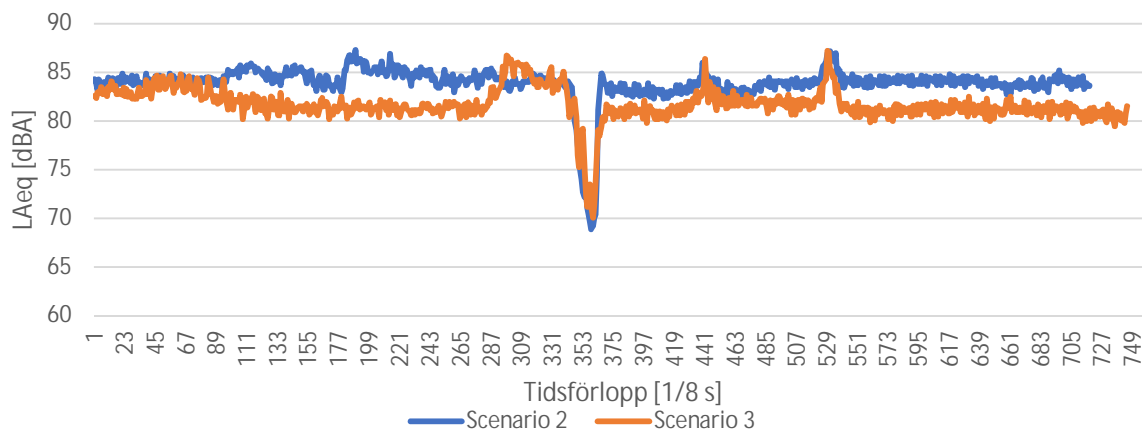
Vid jämförelse av ljudnivå och spektrum för då vagnarna kör som närmst bostäderna respektive med bakgrundsnyvån då endast fläkt och motor är i drift ges en tydlig bild av vilka frekvenser som dominerar från attraktionen, se Figur 3:



Figur 3. Spektrum och jämförelse mellan ljudnivå då vagnen är i färd och närmst bostäder, jämfört med då vagnen är på stationen och endast motorn är i drift. Ljudnivåer dominerar mellan 160 Hz till 400 Hz.

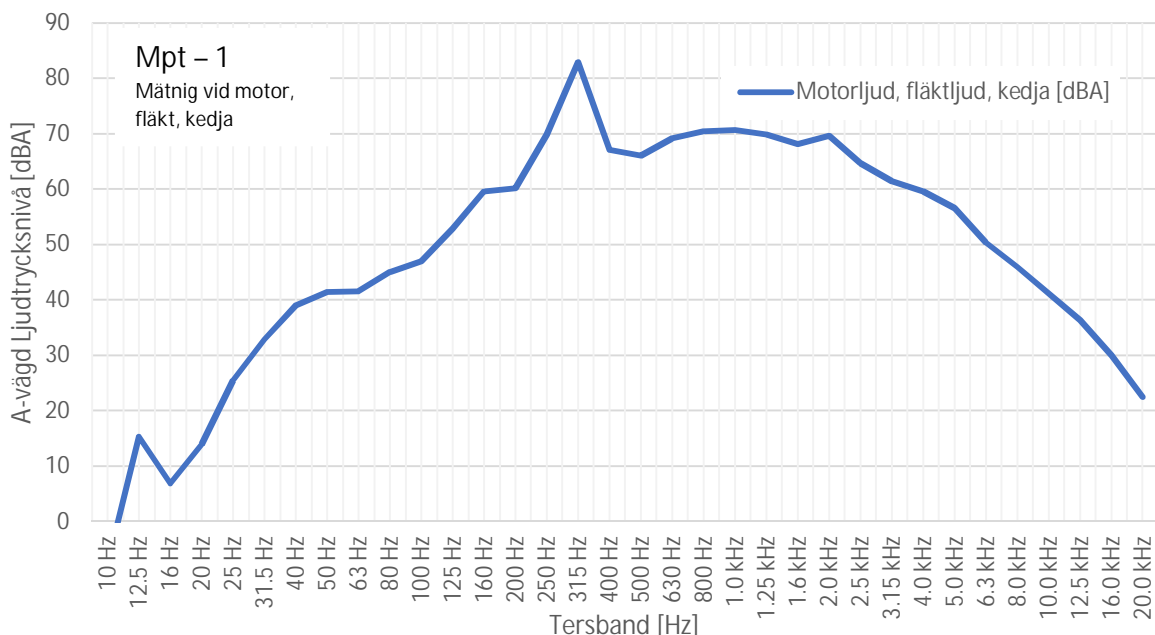
### Utvärdering Mätpunkt 1 – Motorljud

Motorns drift över tid visar att viss skillnad sker mellan de olika scenarios, där skillnaden mellan scenario 2 och 3 ger som störst ljudnivåskillnad. I grafen nedan ges A-vägd ljudnivå över tid, se Figur 4.



Figur 4. Visar motorljud och skillnader i ljudnivå då lifteffekten går mellan 50% (Orange) och 100 % (Blå).

Mätning av ljudnivåer från mätpunkt 1 visar en tydlig ton vid 315 Hz där det är motorn som huvudsakligen genererar den tydliga tonen.



Figur 5. Tersbandsnivåer från mätning av motorljud vid mätpunkt 2. Dominerande tersband är vid 315 Hz.

### Sammanfattning och åtgärdsförslag

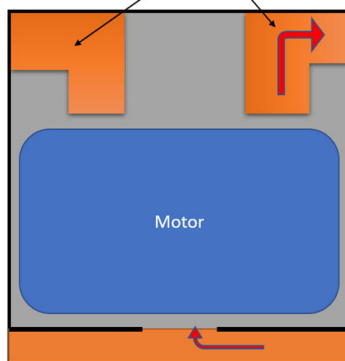
Uppmätta nivåer vid Allmänna Gränd visar att viss avvikelse från beräknade nivåer förekommer. Orsakerna till att mätvärden är något högre än beräknade bedöms delvis bero på att stommen i konstruktionen ej är fylld. Uppmätt frifältsvärden vid Allmänna Gränd ger ekvivalent ljudnivå 58 dBA, respektive maximal ljudnivå 68 dBA. Ljudnivåerna är relativt oberoende av liftens och motorns effekt eftersom maximala ljudnivån domineras av vagnens rörelser under färden.

Uppmätta nivåer inom parkområdet vid mätpunkt 2, visar att motorn ger dominerande ljudnivåer. Särskild ton sticker ut vid 315 Hz vilken dominerar ljudbilden i närområdet. Ljudnivåer vid enstaka tersbandet 315 Hz uppgår till 83 dBA. Totalt är ekvivalenta ljudnivån omkring 82-84 dBA. För att åtgärda de höga ljudnivåerna rekommenderas att motorn byggs in. Följande åtgärder rekommenderas

### Motorinbyggnad - Åtgärdsprincip

Syftet är att sänka ljudnivåerna totalt i närområdet genom att bygga in motorn men samtidigt förse motorn med tillräcklig mängd luft. Innerväggar förses med absorbenter för att ytterligare dämpa ljudnivån. Storlek på ljuddämparna kommer beror av mängden luft som krävs. Beaktning av ljudreduktionen vid 315 Hz skall ges vid val av ljuddämparen.

Vinkelljuddämpare typ Lento – Går att få stora



Inklädnad av hela motorrummet med:  
 2x10 mm fibercement/Ceminwood  
 +  
 100 mm tung stenull (100 kg/m<sup>3</sup>)

### Stålkonstruktion - Åtgärdsprincip

Syftet är att dämpa ljudavstrålningen från stålkonstruktionen genom att fylla stommen. Förslagsvis fylls konstruktionen med sand. Sanden dämpar avstrålningen från stålet men tillför inte en förhöjd styvhet vilket annars kan bidra till ökade vibrationer.

Vid problem med att fylla konstruktionen med sand kan betong användas.



Stålet fylls med sand eller betong.

## SAMMANFATTNING MÄTRESULTAT EFTER ÅTGÄRDER – MONSTER

### Delresultat – Utkast för vidare åtgärder monster

Gröna Lund har uppfört en ny attraktion i form av en inverterad berg-och dalbana där besökarna hänger under själva banan. Den nya attraktionen är placerat i närhet av den stora entrén till Gröna Lund. Akustikavdelningen på Tyréns har på uppdrag av Gröna Lund utrett buller från attraktionen<sup>1</sup>.

Tidigare beräknade ljudnivåer bedömdes inte ge upphov till någon ljudstörning i angränsande bostäder med utgångspunkt från Folkhälsomyndighetens allmänna råd och riktvärden varken avseende ekvivalent, maximalt eller lågfrekvent buller<sup>2</sup>. I Bullerutredningen för Monster beräknades bullernivån till 54 dBA mot närmaste bostäder. Mätningar visar att ekvivalent ljudnivå idag med delvis sandfylld bana uppgår till 57 dBA på hörnet Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd, vilket är en avvikelse jämfört med projekterade värden med ca 3 dB.

Åtgärdsförslag för att minska ljudnivåer vid fasad har redovisats i tidigare PM<sup>3</sup>. Dessa åtgärder har delvis implementerats. Stålstommen i sträckan som syns i Figur 1 har fyllts med sand och den elmotor som drar upp vagnarna har delvis byggts in. Sandfyllning av stommen resulterar i en reduktion upp mot 8 decibel. Slutsatsen av detta är att ytterligare ljuddämpning är möjlig om större delar av banan sandfylls. Inbyggd elmotor är inte möjlig att höra eller mäta vid hörnet Allmänna gränd och Falkenbergsgatan.

Mätningen utfördes vid bostäderna på Allmänna Gränd 2021-05-19 för att dokumentera effekt av sandfylld stålstomme i samma punkt som i tidigare PM<sup>3</sup>. Temperaturen vid mättillfället var 18 grader och vinden var 5 (9) m/s i västriktning.

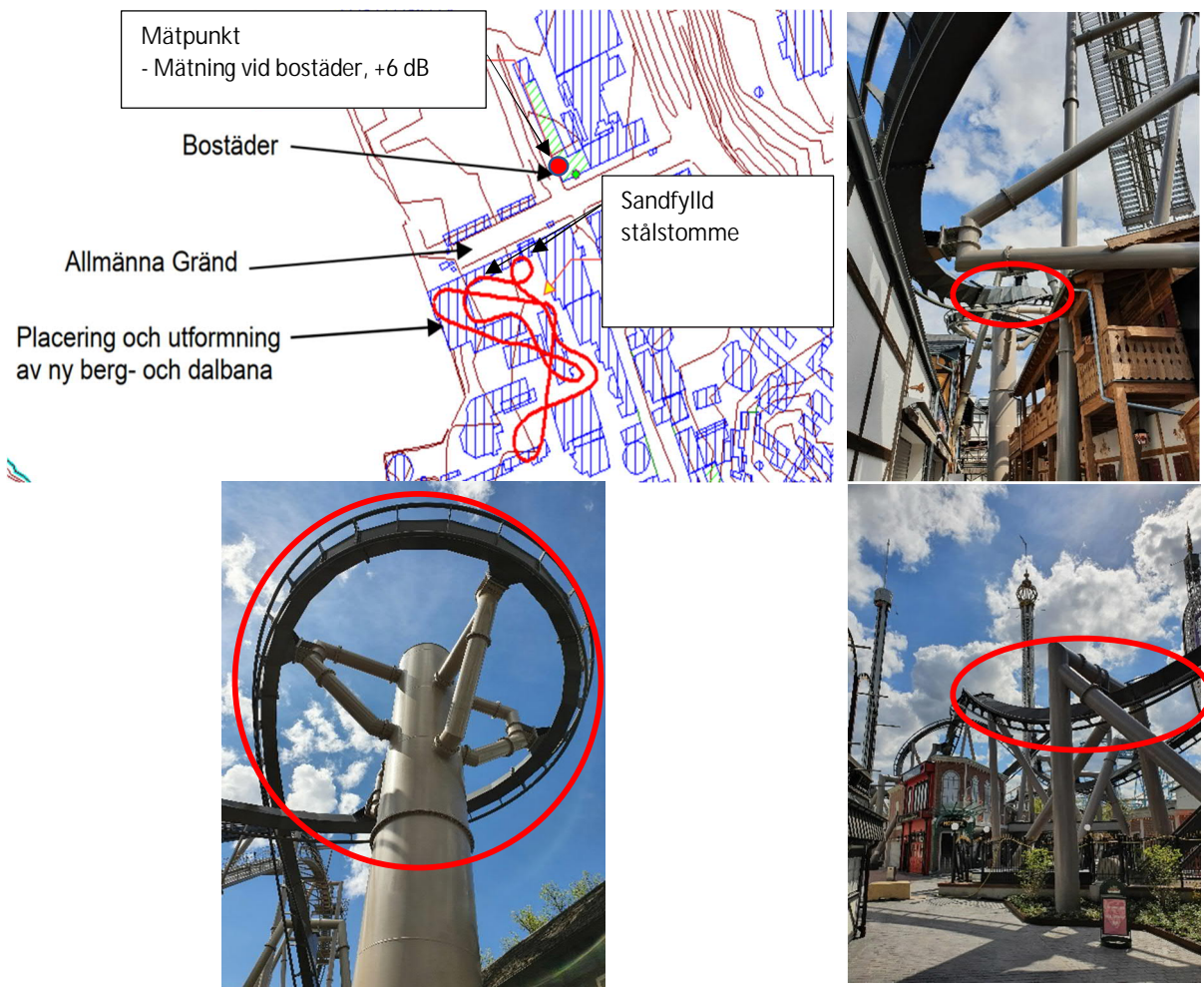
Mätningen utfördes vid bostäderna på Allmänna Gränd i samma punkt som i tidigare PM<sup>3</sup>. Temperaturen vid mättillfället var 18 grader och vinden var 5 (9) m/s i västriktning. Attraktionen kördes i standardläge under hela mätperioden. Liftens effektnivå är inställd på 91 % när attraktionen körs i standardläge enligt operatören på plats. Ljudnivåer efter åtgärder har jämförts med uppmätta ljudnivåer när liften körs på 100 % effektnivå från tidigare PM<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> R01-264988\_Bullerutredning Gröna Lund.pdf

<sup>2</sup> Baseras på uppmätt fasadisolering och beräknade fasadnivåer

<sup>3</sup> PM-314308 Sammanfattning mätning och åtgärder.pdf

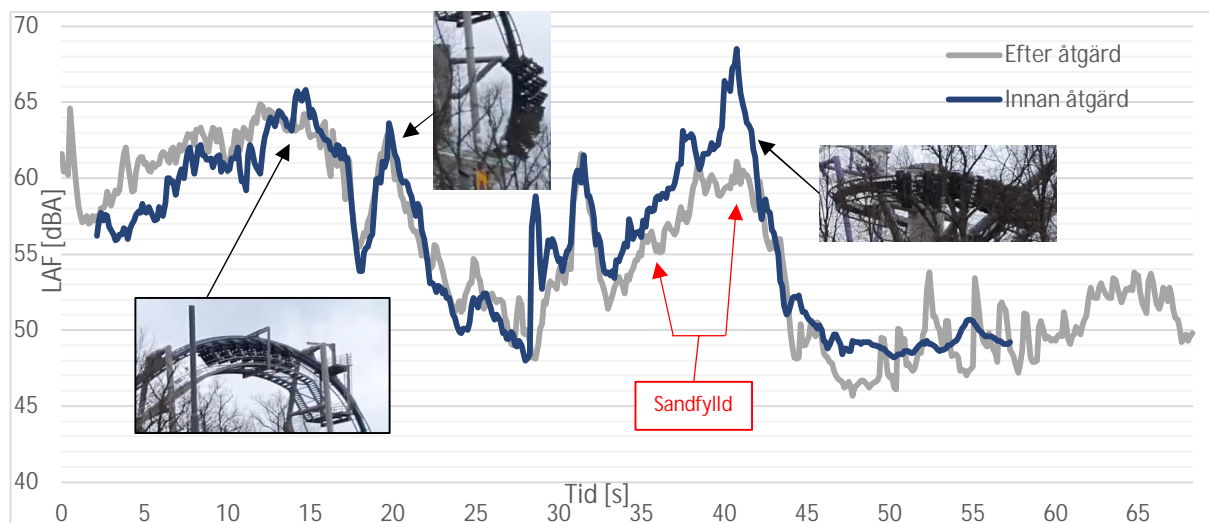


Figur 1. Mätpunkter intill motorn respektive vid bostäderna.

### Utvärdering Mätpunkt - Bostadsfasad

Jämförelse av ljudnivå innan och efter åtgärd visar var och när åtgärderna har påverkat ljudnivån från attraktionen. I Figur 2 visas en åktur innan åtgärder jämfört med en åktur efter att del av banan sandfyllts. Det går tydligt att notera reducerad ljudnivå från den sektion som fyllts med sand. Erhållen dämpning av åtgärd bedöms till ca 8 decibel.

Trots att åtgärden har gjort stor effekt vid en viss situation så påverkas inte den ekvivalenta ljudnivån för ett helt varv i samma utsträckning då tidsperioden då åtgärden ger effekt är relativt kort. Vidtagna åtgärder resulterar i en reducering av den ekvivalenta ljudnivån med 1 decibel. Innan åtgärd uppmättes maximala ljudnivåer till 68 dBA, nu efter åtgärd har denna sektion som gav upphov till dessa nivåer reducerats markant. Nu är det en annan sektion i banan som ger upphov till den maximala ljudnivån.



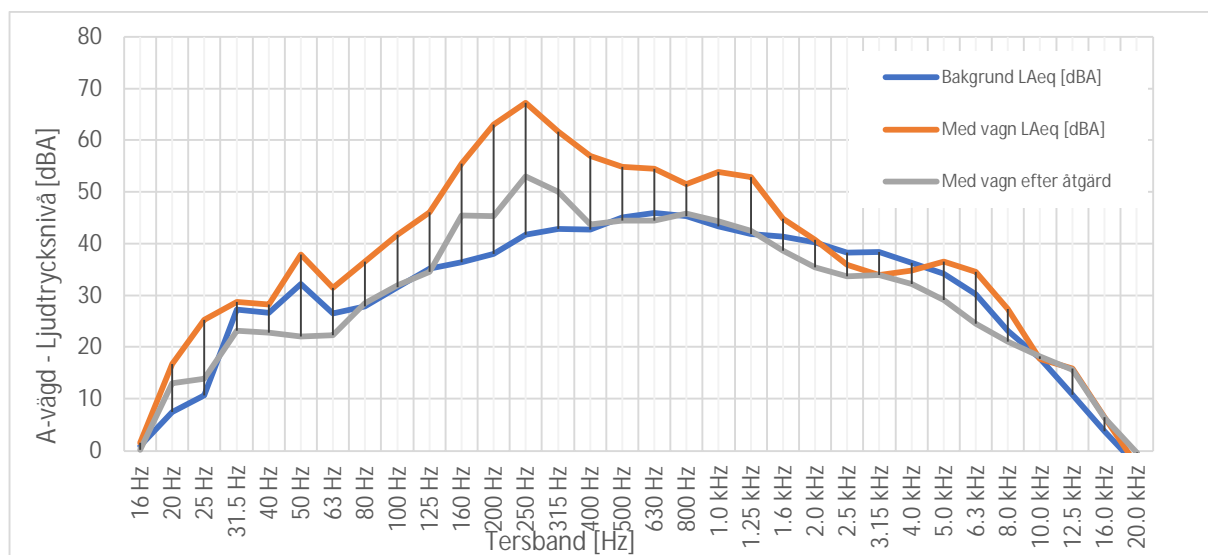
Figur 2: LAmax över tid från innan och efter åtgärd. Efter åtgärd är maxnivån nu där liften lyfter vagnarna till toppen.



Tidigare maxnivåer för attraktionen genererades av sektionen med kurva som är närmast bostadsfasaden. LAFmax innan åtgärd uppmättes till 68 dBA. Maxnivån efter åtgärd ligger nu när vagnen befinner sig i toppen på liften och uppmättes till 65 dBA. Maxnivån i kurvan som är nu fylld med sand uppmättes till 60 dBA vilket är en minskning av 8 dB jämfört med innan åtgärd. I Figur 3 nedan jämförs tersbandspektrum av en passage innan och efter sandfylld kurva. Kurvan som avser ljudnivå efter åtgärd visar på en bra ljuddämpande effekt över ett brett frekvensspektrum men inom konstruktionens resonans vid 250 Hz ses en dämpning med upp mot 14 dB.

Innan åtgärd	LAeq <sup>1</sup> [dBA]	LAm <sup>1</sup> [dBA]	Efter åtgärd	LAeq <sup>1</sup> [dBA]	LAm <sup>1</sup> [dBA]
	58	68		57	65

<sup>1</sup> Mätning har korrigerats för att motsvara frifältsvärden. (Mätning utförd som +6 mätning).



Figur 3. Spektrum och jämförelse mellan ljudnivå då vagnen är i färd och närmst bostäder (innan och efter åtgärd), jämfört med då vagnen är på stationen och endast motorn är i drift. Ljudnivåer dominerar mellan 160 Hz till 400 Hz.

### Sammanfattning och åtgärdsförslag

Uppmätta ljudtrycksnivåer vid Allmänna Gränd visar att viss avvikelse från beräknade nivåer förekommer. En möjlig orsak till att mätvärden är något högre än beräknade är att stora delar av stålkonstruktionen inte är fylld, sedan skall det tilläggas att en beräkning av en berg- och dalbana är i stort en beräkning på många antaganden och viss diskrepans är oundviklig. Uppmätt frifältsvärden vid Allmänna Gränd efter att en portion av attraktionen är sandfylld ger ekvivalent ljudnivå 57 dBA, respektive maximal ljudnivå 65 dBA. Maximala ljudnivån domineras nu av vagnens rörelser under färden samt ett klickande från backlåset då vagnen lyfts mot toppen av banan.

#### Stålkonstruktion - Åtgärdsprincip

Syftet är att dämpa ljudavstrålningen från stålkonstruktionen genom att fylla stommen. Förslagsvis fylls hela konstruktionen med sand. Sanden dämpar avstrålningen från stålet men tillför inte en förhöjd styvhet vilket annars kan bidra till ökade vibrationer.



Stålet fylls med sand.

#### Klickande från backlåset –

#### Åtgärdsprincip

Fortsatt utredning av konstruktionen. Hitta lämpligt dämpande/mjukt material på rälsens kant där vagnens kil/backlås slår mot stommen.

