

R01-272690

BULLERUTREDNING SKEPPSHOLMSVIKEN



**RAPPORT
2018-10-29**

UPPDRAG 272690, MKB detaljplan Skeppsholmsviken

Titel på rapport: Bullerutredning Skeppsholmsviken

Datum: 2018-10-29

MEDVERKANDE

Beställare: Tillsammans arkitekter AB

Kontaktperson: Jonas Sjöberg

Uppdragsansvarig: Åsa Norman

Handläggare: Daniel Wärnelid, David Nilsson, Ricardo Ocampo Daza

Författare:

David Nilsson, Daniel Wärnelid

Datum: 2018-10-29

Handlingen granskad av:

Åsa Norman, Clas Torehammar, Ylva Nilsson

Datum: 2018-10-29

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 $L_{A\text{Fmax}}$ 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 ljudnivån vid fasad öka med upp till 6 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

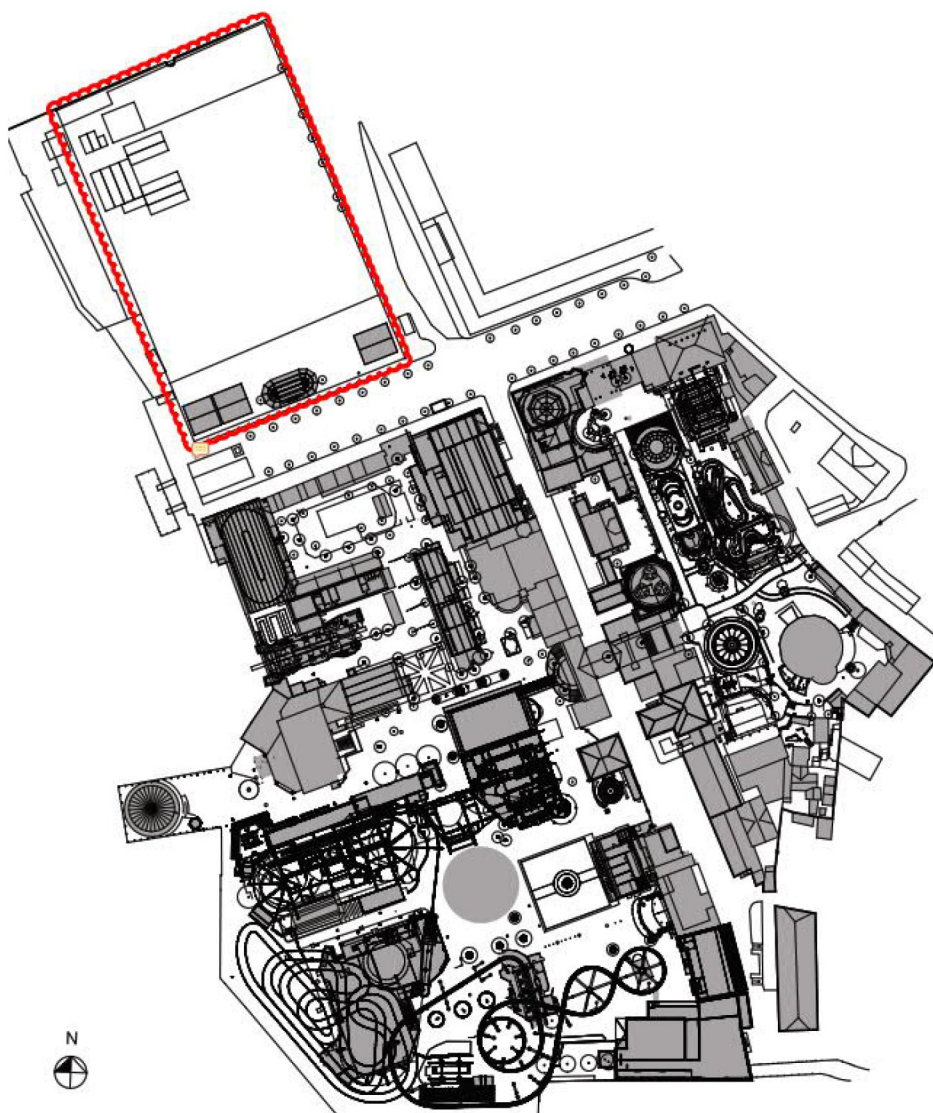
1	BAKGRUND	5
2	UNDERLAG	6
3	HUR UPPFATTAS LJUDNIVÅSKILLNADER	6
4	BEDÖMNINGSGRUNDER.....	7
4.1	FOLKHÄLSOMYNDIGHETENS ALLMÄNNA RÅD OM BULLER INOMHUS.....	7
4.1.1	TOTAL LJUDNIVÅ INOMHUS.....	7
4.1.2	LÅGFREKVENT BULLER	7
4.2	EXTERNT INDUSTRIBULLER	8
4.3	VIBRATIONER	9
5	MÄTNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER.....	10
5.1	UTFÖRANDE OCH MÄTUTRUSTNING.....	11
5.2	UPPMÄTTA LJUDNIVÅER.....	11
5.2.1	LÅNGTIDSMÄTNING	11
5.3	UPPMÄTT FASADISOLERING.....	12
6	VIBRATIONSUTREDNING.....	13
6.1	RESULTERANDE VIBRATIONSNIVÅER.....	14
8	BERÄKNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER.....	15
8.1	BERÄKNINGSMODELL	15
8.2	KÄLLDATA	15
8.3	ANTAGANDEN	15
8.4	RESULTAT	16
8.4.1	BERG OCH DALBANA.....	16
9	BERÄKNADE LJUDNIVÅER INOMHUS.....	26
9.2	FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER	27
10	SLUTSATS.....	28

1 BAKGRUND

Gröna Lunds tivoliverksamhet härstammar från 1880-talet och har sedan dess genomgått stora förändringar och är beroende av utveckling inom området för att bibehålla intresset hos tivolipubliken. 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 t.ex. "*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 $L_{A\text{Fmax}}$ 45 dBA. Möjlighet till undantag kan behöva göras för konserter.

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 övågd 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 industribuller¹ 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 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 22-06	Momentana ljud nattetid kl 22-06
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap	50	45	40	55

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

	$L_{eq,dag}$ [dBA] (06-18)	$L_{eq,kväll}$ [dBA] (18-22)	$L_{eq,natt}$ [dBA] (22-06)
Ljuddämpad sida	45	45	40

¹ Naturvårdsverket Rapport 6538 – Vägledning om industri-och annat verksamhetsbuller

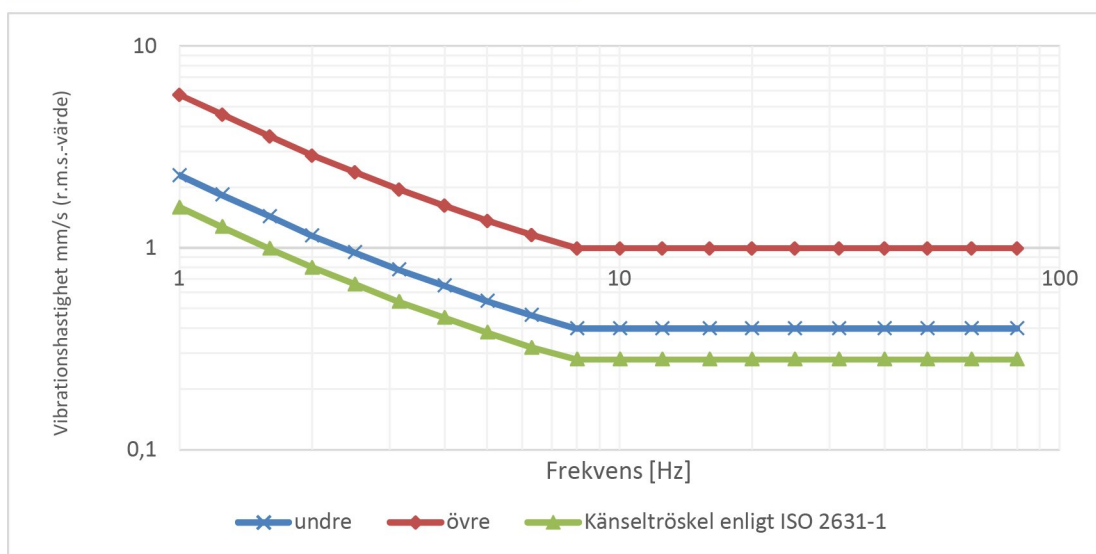
4.3 VIBRATIONER

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". Stomljudd 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 stomljudd 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

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 mätpunkt 3, genomfördes monterade dikt an mot fasad. En så kallad "+6dB-mätning" enligt Naturvårdsverkets metod för immissionsmätning av externt industribuller, SNV 6/1984. Mätpunkt 3 mättes i frifält, monterat på spö ca 3 meter ovan tak.



Figur 3: Placering av mätare under loggning av ljudtrycksnivå.

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.

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 ¹	1403386
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA02s	1403387
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA03s	1403388
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA04s	1403561
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	LA08s	1405724

¹Användes även vid mätning av fasadisolering.

5.2 UPPMÄTTA LJUDNIVÅER

Nedan presenteras resultat från ljudnivåmätningen.

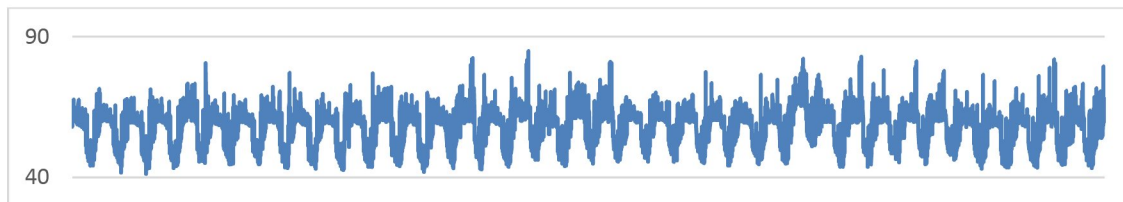
Tabell 8: Resultat från mätning. Mätpunkter enligt Figur 3.

Mätpunkt	Ekvivalent ljudtrycksnivå [dBA]	
	Under öppettider	Bakgrundsnivå (kl 0100-0600)
MP1	70	46
MP2	64	45
MP3	72	53

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 4. Uppmätt ekvivalent ljudnivå uppmätt mellan den 4/7-2017 och 17/8-2017. Ljudnivåer avser frifältskorrigerade A-vägd ljudtrycksnivåer.

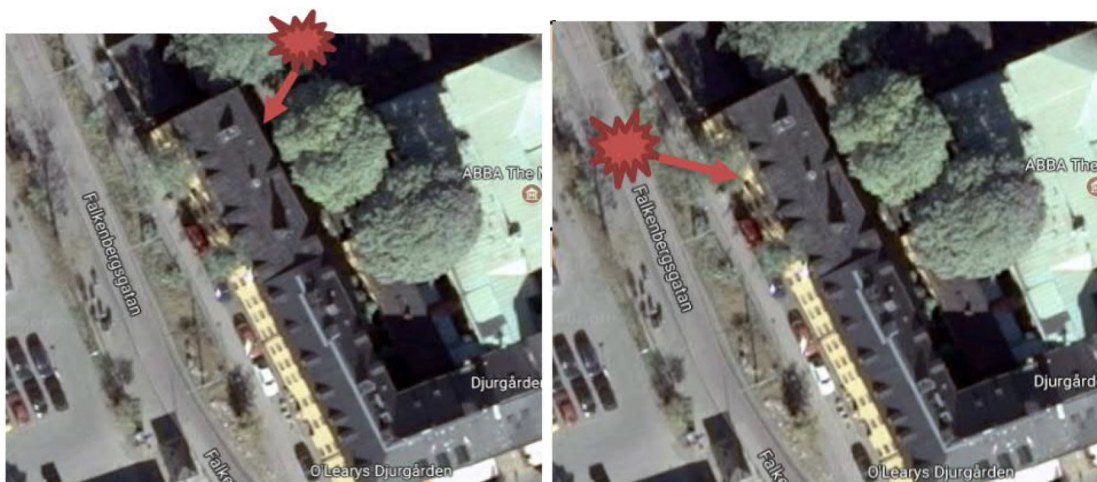
Resultatet från dessa långtidsmätningar styrker de resultat som noterades vid de tidigare mätningar som genomfördes i september 2016. Nedan ses resultat från långtidsmätning vid samma position som för MP2 i Avsnitt 5.2. Nattetid understiger ljudnivån aldrig 40 dBA och ett generellt dagsekvivalent värde är drygt 60 dBA vilket tidigare konstaterats.

5.3 UPPMÄTT FASADISOLERING

För att bedöma resulterande inomhusnivå har en mätning av fasadens ljudisolerande förmåga genomförts vid Kv Konsthallen 14. I Figur 5 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 6. Redovisad fasadisolering är den ljudisolerings yttervägg, fönster och eventuella don sammanlagt uppfyller. Uppmätt ljudisolerings uppgår till $R'_{w45} = 36$ dB både för fasad som vetter mot Falkenbergsgatan och fasad som vetter mot innergård, se Figur 5 och Figur 6.



Figur 5. Mätpositioner Kv Konsthallen 14, Falkenbergsgatan 5.



Figur 6. 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 7. Mätpositioner, vibrationsmätning mellan 2018-08-30 och 2018-09-05

6.1 RESULTERANDE VIBRATIONSNIVÅER

Resulterande 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.

Mätpunkt:	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

8 BERÄKNING AV LJUDTRYCKSNIVÅER

8.1 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 Arkitekter.

8.2 KÄLLDATA

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.

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 Angeles². Två berg- och dalbanevarianter har beräknats där den första varianten är 40 m hög och den andra berg- och dalbanan är 60 m hög. Bansträckningen är placerad i planområdets norra del med den högsta punkten 40 meter respektive 60 meter närmast Falkenbergsgatan, se Figur 8. 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 50 m i den genomförda beräkningen.

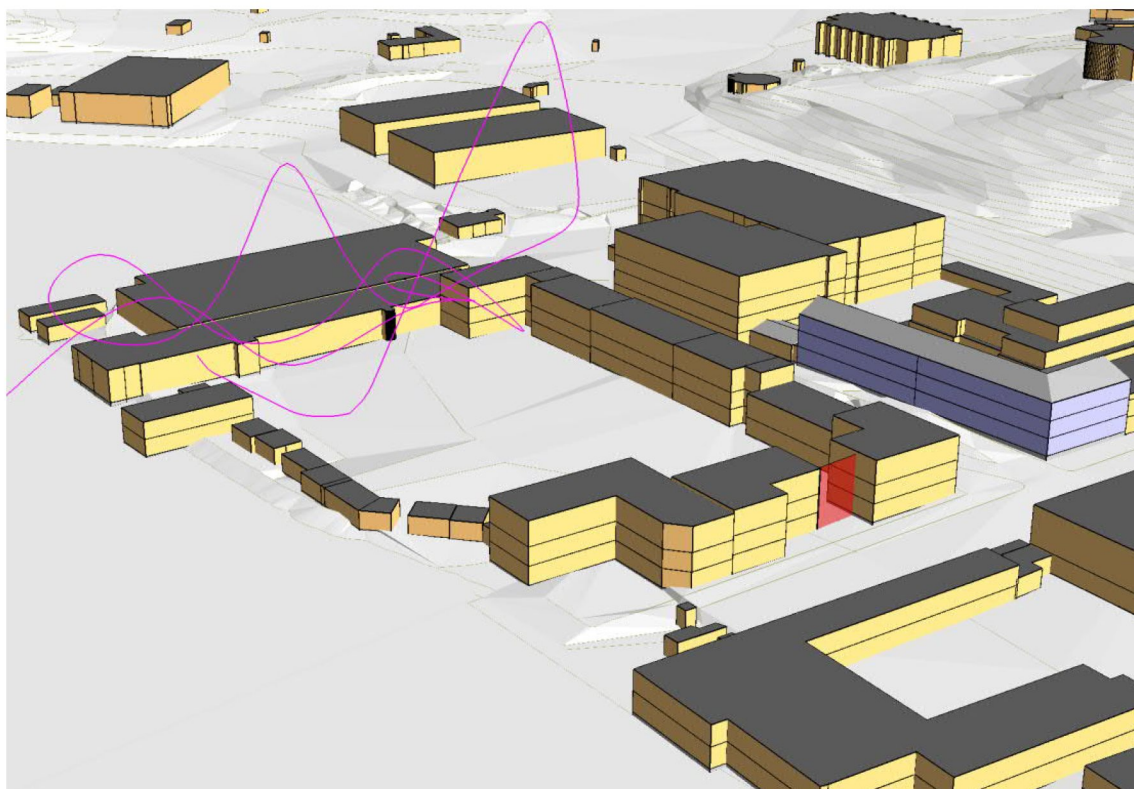
8.3 ANTAGANDEN

Planerad skärmande bebyggelse inom planområdet (randbebyggelsen) mot Falkenbergsgatan och Allmänna Gränd kommer att vara lika hög som motstående byggnader. Således kommer den helt slutna randbebyggelsen som är 10 meter respektive 6 meter hög skärma buller från den planerade tivoliverksamheten.

Hushöjd på närmaste bostäder har uppskattats okulärt via internetjänster. Höjd på övriga hus hämtades från geografiskt data. 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 8 ses scenariot med berg- och dalbana.

² R01-264988_Bullerutredning Gröna Lund.pdf daterad 2017-02-21



Figur 8: Exempel på Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer) placerad inom planområdet.

8.4 RESULTAT

Beräkningsresultat i form av bullerkartor bifogas i denna rapport, se Bilaga AK01 – AK14. Nedan redovisas beräkningsresultat av ekvivalent ljudnivå från samtliga beräkningsfall. 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. 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 påverkas ej av den planerade utbyggnaden av Gröna Lund enligt utförda beräkningar.

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 till 6 dB-enheter vid scenariot med utbyggd tivoliverksamhet vid planområdet Skeppsholmsviken.

8.4.1 BERG OCH DALBANA

Beräkningsresultat visar mycket liten eller ingen skillnad mellan 40 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. 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.

I Figur 9 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 9: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå under nuläge, öppettider. Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 10 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 10: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats. Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 11 redovisas ekvivalent ljudnivå 2 meter över mark då Gröna Lund är öppet inklusive exempel på en 40 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.



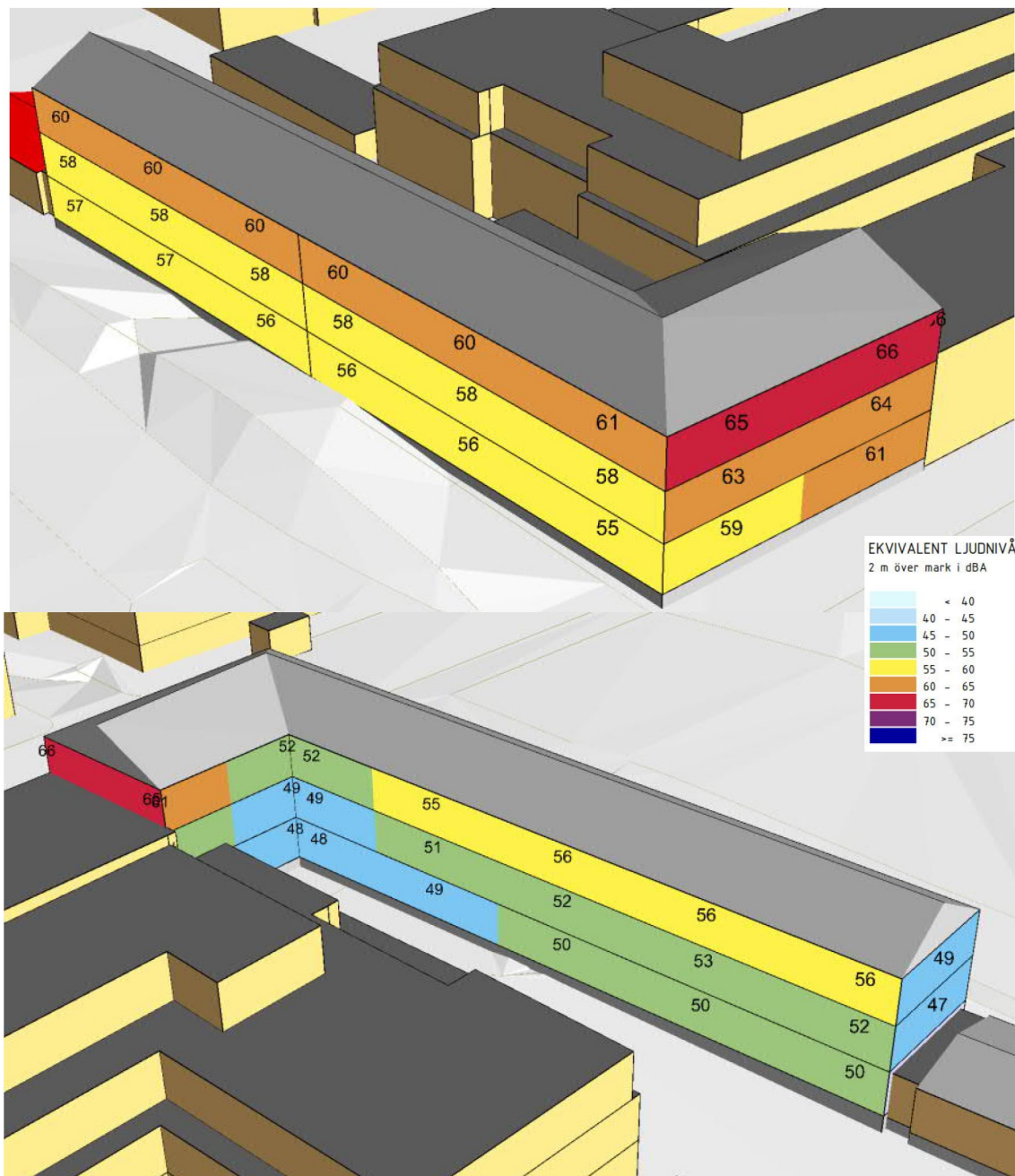
Figur 11: Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusive exempel på en 40 m hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer). Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 12 Figur 11 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.



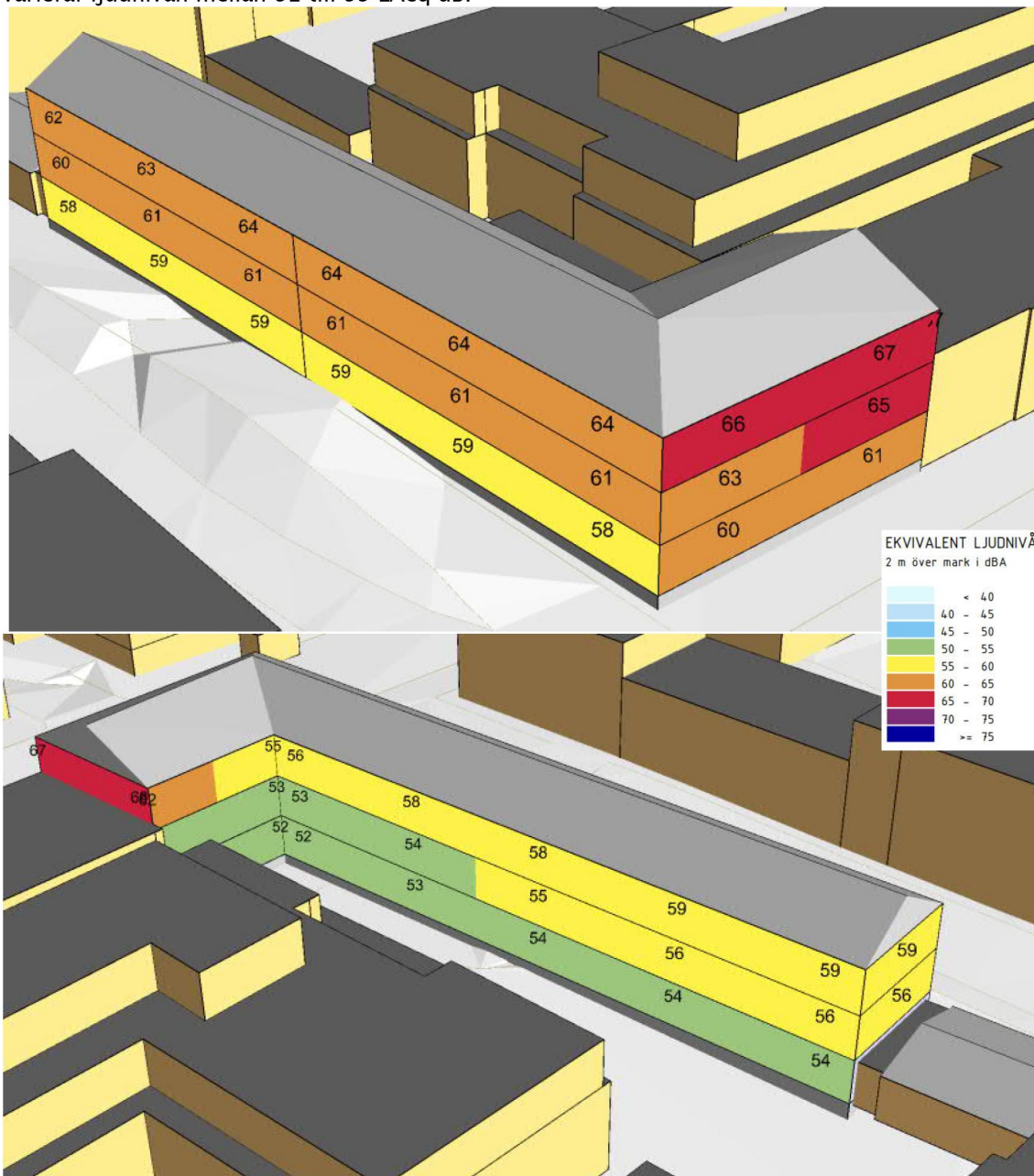
Figur 12. Bullerkarta redovisande ekvivalent ljudnivå då verksamhet är öppen. Inklusive exempel på en 60 meter hög berg- och dalbana och bilbana på befintlig parkeringsplats. Berg- och dalbana i form av linjekälla (se rosa linjer). Mest bullerutsatta bostäder markeras som gråa byggnader.

I Figur 13 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.



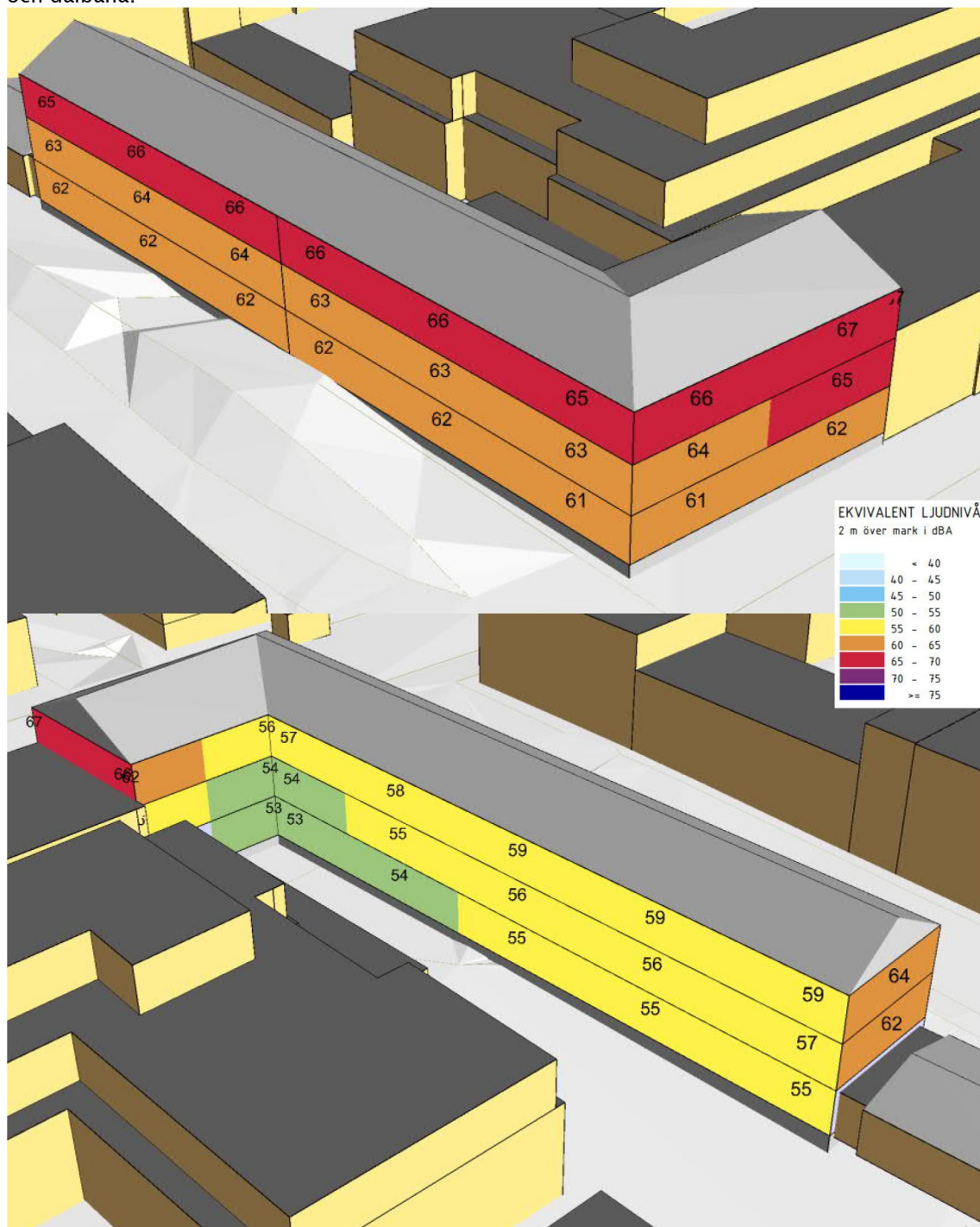
Figur 13: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad under nuläge, öppettider.

I Figur 14 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.



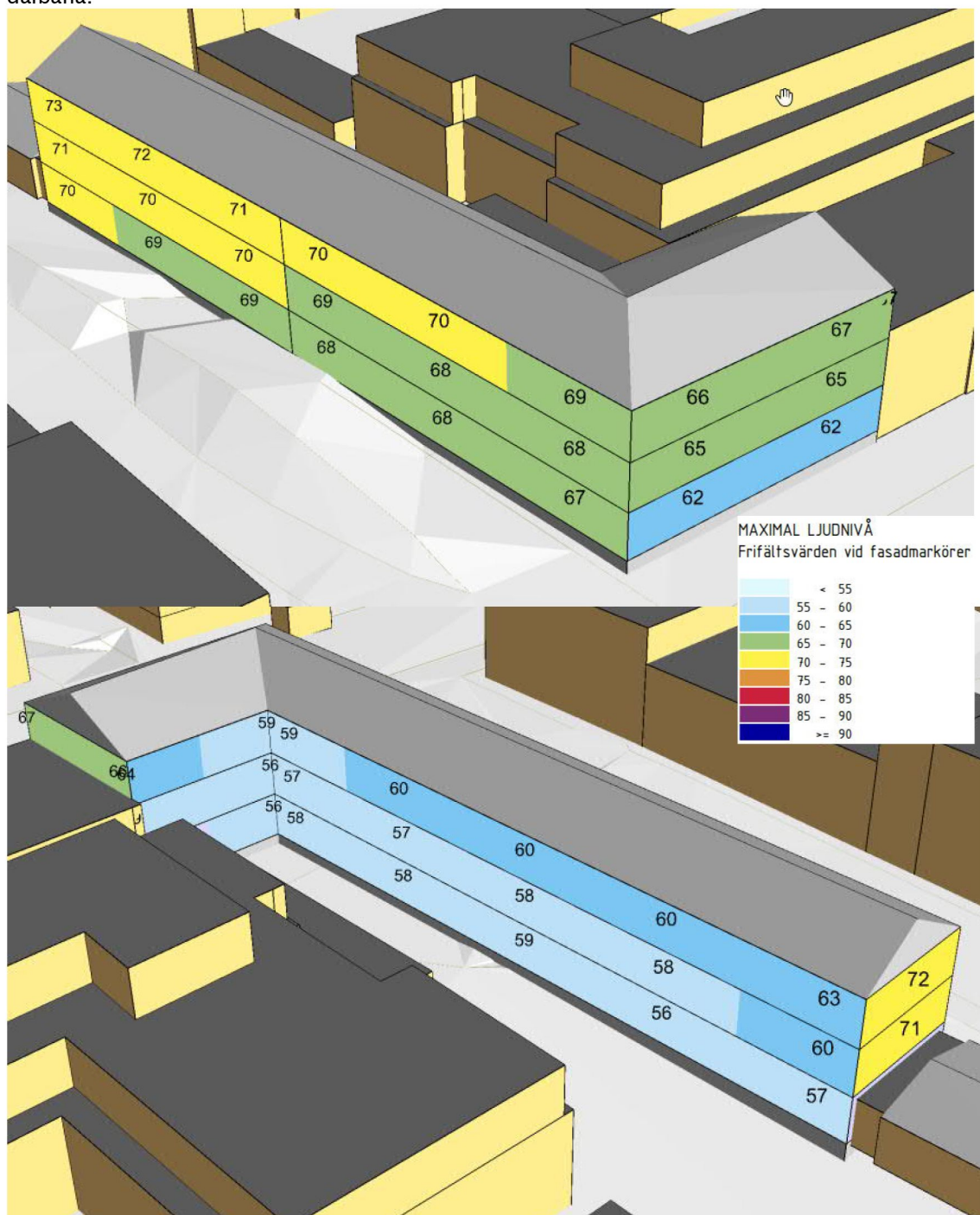
Figur 14: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent fasadnivå vid närmast bostadsfasad då verksamhet är öppen. Inklusive nytt område på befintlig parkeringsplats.

I Figur 15 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 66 dBA mot Falkenbergsgatan och som högst 67 dBA mot Allmänna gränd. Beräknade ljudnivåer avser högsta ljudnivåer beräknade med 40 och 60 meter hög berg- och dalbana.



Figur 15: Fasadbullerkarta redovisande ekvivalent 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.

I Figur 16 Figur 15 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 40 och 60 meter hög berg- och dalbana.



Figur 16. 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.

9 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 6 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 dB³ 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 66 dBA längsmed Falkenbergsgatan. Som mest är detta en ökning med 6 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.

$$L_2 = 66_{L1} - 49_R + 10 \log \frac{10_S}{10_A}$$

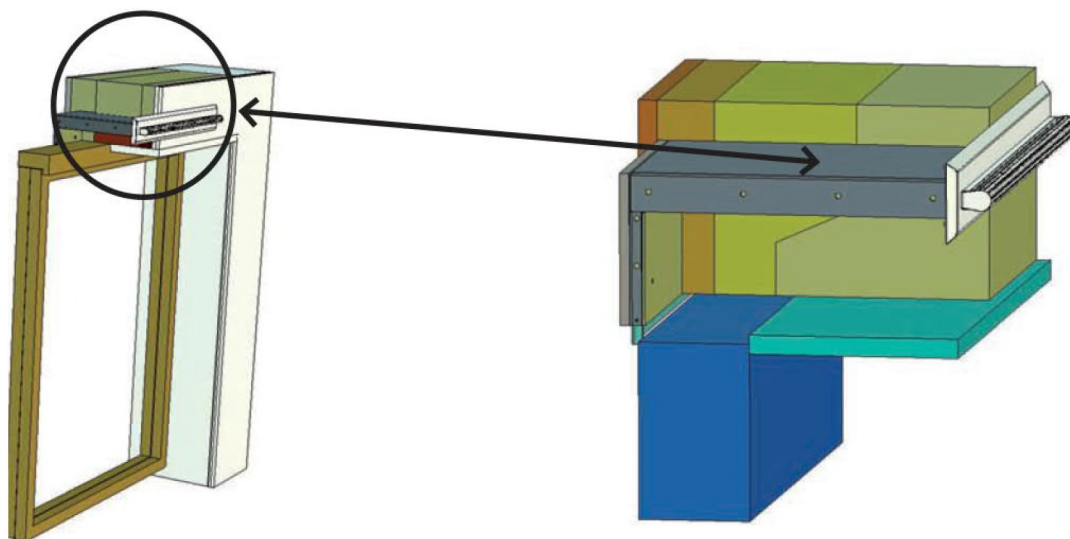
$$L_2 = 23 \text{ dBA inomhus ink. 3 dB maginal}$$

³ 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.

9.2 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 reduktionsstalet 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 båg med ett avstånd på minst 100 mm från befintligt fönster. Karmen försees med en absorbent som förslagsvis konstrueras med en akustikduk bakom en perforerad fanér. För att undvika problem med friskluft och ventilerings skall luddämpande friskluftsintag monteras i samband med montage av fönsteråtgärd, se förslag i Figur 17. 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.



Figur 17. Luddämpande ventil från Casamja som dämpar upp till $D_{n,e,w}$ 53 dB. Ventilerings av luftspalt mellan tilläggsruta och befintligt fönster rekommenderas för att undvika kondensproblematik.

10 SLUTSATS

Avseende bullerkällor tillhörande tivoliverksamheten 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 impulsljud. 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 miljöbalken⁴. I fallet detaljplan Skeppsholmsviken är området redan idag påverkat av verksamheten vid Gröna Lund och ljud från Stockholms innerstad. Toleransnivån för ljud från tivoliverksamhet bör enligt tidigare resonemang vara något högre.

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 till 6 dB-enheter vid scenariot av utbyggd tivoliverksamhet 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 tivoliverksamhet vid Skeppsholmsviken med lämpliga fönsteråtgärder. Enligt utformning av planförslaget kommer ljudnivån vid fasad öka upp till 6 dB utmed Falkenbergsgatan och innergården medan 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 ljudnivån inomhus $L_{Aeq,T}$ 25 dB skall vara möjlig att uppnå.

Maximala ljudnivåer är ej dimensionerande i något fall.

Resultatet av vibrationshastigheter uppmätta i byggnad underskrider väl nivåer för måttlig störning enligt SS 460 48 61 bedömning av komfortvibrationer i bostäder.

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 tivoliverksamheten.

⁴ DOM 2017-09-04 Stockholm Mål nr P 11198-16