

TP LILJEHOLMEN

Bullerberäkning från ny tryckpunktstation



2023-09-28

KUND

Ellevio AB

KONSULT

WSP

Box 117

651 04 Karlstad

Besök: Lagergrens gata 8

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Rickard Hällqvist	WSP Akustik	rickard.hallqvist@wsp.com +4610-722 51 99
Nils Magnusson	Ellevio AB	nils.magnusson@ellevio.se +46 73-083 65 28

UPPDRAGSNAMN
TP Liljeholmen, Akustik

UPPDRAGSNUMMER
10356771

FÖRFATTARE
Marcus Andersson

DATUM
2023-09-28

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av
Rickard Hällqvist

Godkänd av
Rickard Hällqvist

SAMMANFATTNING

WSP Akustik har på uppdrag av Ellevio AB utfört en bullerutredning för ny tryckpunktstation lokaliserad på Liljeholmen 1:6 i Stockholm. Syftet med utredningen är att utreda om buller från transformatorer och andra installationer på byggnaden riskerar överskrida Naturvårdsverkets bullerriktvärden. Utredning ger reduktionstal som krävs på portar till transformatorrum samt maximalt tillåten ljudeffekt för installationer på tak.

I uppdraget redovisas scenarion med och utan kylmedelskylare på taket av tryckpunktstationen.

Transformatorer valda för projektet och portar med minsta ljudisolering R_w 25 dB klarar dimensionerande riktvärden nattid. För att innehålla kravet med tre stycken kylmedelskylare med full effekt på taket krävs följande skyddsåtgärder:

- Absorberande fasadväggar
- Absorberande skärm mot husen i norr 4,4 meter hög
- Skärmtak som ansluter mot ovanstående skärm och som sträcker sig minst 1,5 meter inåt i riktning mot kylmedelskylarna
- 1,1 meter hög skärm mot öster med absorbenter

Tillkommande fläktar och eventuella andra installationer kommer också påverka ljudsituationen. Vidare utredning av detta bör göras i senare skede. Utredning ger även förslag på principiell vibrationsisolering av transformatorer för att undvika stomljudsstörning.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING

1	Bakgrund	5
2	Nyckelbegrepp	5
3	Bedömningsgrunder	7
3.1	Naturvårdsverket	7
4	Underlag	8
5	Beräkning	8
5.1	Beräkningsmetod	8
6	Ljudkällor och driftsfall	9
6.1	Ljudkällor	9
6.2	Industrial Building	10
7	Resultat	11
7.1	Buller från transformatorer	11
7.2	Buller från kylmedelskylare	11
7.3	Kommentarer	11
8	Skyddsåtgärder stömljud	12

BILAGA 01 EKVIVALENT LJUDNIVÅ UTAN KYLMEDELSKYLARE

BILAGA 02 EKVIVALENT LJUDNIVÅ MED KYLMEDELSKYLARE

1 BAKGRUND

WSP Akustik har på uppdrag av Ellevio AB utfört en industribullerberäkning för ny eventuell tryckpunktstation lokaliserad på Liljeholmen i Stockholm, se Figur 1 för överblick av placering. Syftet med bullerutredningen är att undersöka hur tryckpunktstationens buller påverkar kringliggande fastigheter samt jämföra detta mot Naturvårdsverkets riktvärden.



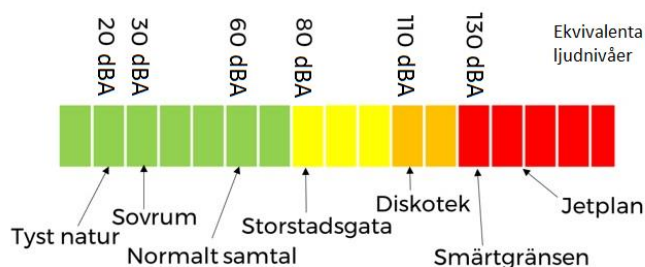
Figur 1. Överblick av planerad placering av tryckpunktstation (Röd markering).

2 NYCKELBEGREPP

I detta kapitel förklaras olika begrepp och definitioner som används i denna utredning.

Ljudnivå och decibel

Ljudnivån beskriver hur starkt ett ljud uppfattas och anges i enheten decibel (dB). Skalan är logaritmisk, där hörseltröskeln vid 0 dB motsvarar det lägsta ljud en människa kan uppfatta och smärtröskeln vid ca 130 dB motsvarar den ljudnivå då vi upplever fysisk smärta. I Figur 2 visas ungefärliga typiska ljudnivåer för olika ljudkällor eller ljudmiljöer.



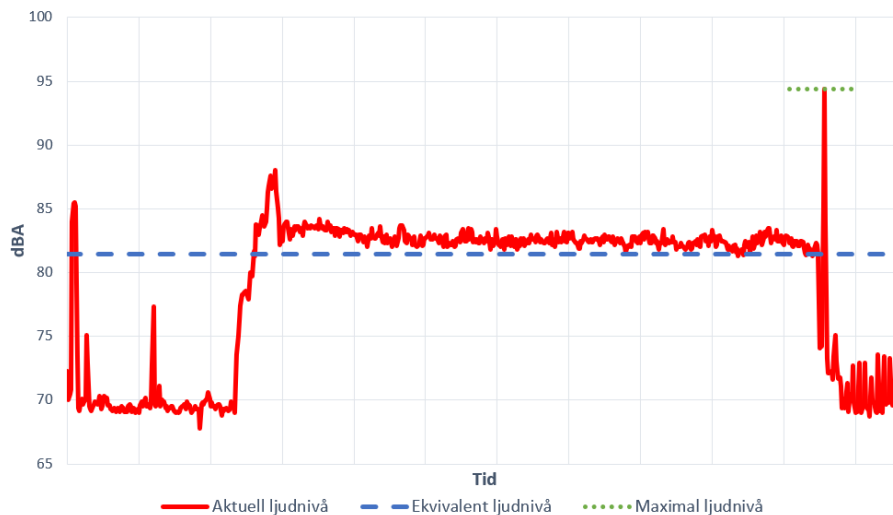
Figur 2. Exempel på typiska ljudnivåer.

En ökning av ljudnivå med 3 dB motsvarar en fördubbling av ljudenergin medan den subjektivt upplevda förändringen beror på ljudkällans karaktär. Normalt upplevs en ökning med 8-10 dB som en fördubbling av ljudnivån.

Ekvivalent och maximal ljudnivå

Den ekvivalenta ljudnivån är ett medelvärde över en bestämd tidsperiod.

Den högsta momentana ljudnivån som uppstår under en viss tidsperiod eller under en bullerhändelse kallas för maximal ljudnivå. Illustration av ekvivalent och maximal ljudnivå visas i Figur 3.



Figur 3. Illustration av ekvivalent och maximal ljudnivå under en bestämd tidsperiod.

Frekvens och A-vägning

Ljudtrycket varierar kring ett jämviktsläge, oftast det normala lufttrycket. Antalet svängningar kring jämviktsläget per sekund, frekvensen, anges med enheten Hertz (Hz). Människan kan uppfatta ljud inom frekvensområdet 20 Hz - 20 000 Hz, där tonhöjden ökar med frekvensen. Den totala ljudnivån innehåller bidrag från alla frekvenser, men eftersom örat har varierande känslighet vid olika frekvenser korrigeras ofta den totala ljudnivån efter örats känslighet med en så kallad vägning. Den vanligaste vägningen, A-vägning, redovisas ofta genom att den ekvivalenta ljudnivån anges i dBA.

Frifältsvärde vid fasad

Med frifältsvärde avses en ljudnivå som inte är påverkad av reflexer i den egna fasaden. Denna ljudnivå kallas även frifältskorrigerad ljudnivå och innebär en beräknad eller uppmätt ljudnivå inklusive alla relevanta reflexer, som sedan reduceras med 6 dB vid mätning dikt an mot fasad.

Ljudtryck och ljudeffekt

Ljudeffektnivå, L_w , är den styrka på ljudnivå som strålar ut från en ljudkällas akustiska centrum. Ljudeffektnivån ansätts som en punkt, linje eller area. Ljudtrycksnivå, L_p , är det uppmätta/beräknade värdet i en viss punkt, exempelvis vid en bostad.

3 BEDÖMNINGSGRUNDER

Här beskrivs sammanfattat bedömningsgrunder och riktvärden som gäller för aktuell utredning.

3.1 NATURVÅRDSVERKET

Naturvårdsverkets *Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller*¹, är det dokument som är vägledande vid bullerutredning för industriverksamhet.

Tabell 1. Utomhusriktvärden från *Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller*. Tabellen avser frifältsvärden

Områdesanvändning	Ekvivalent ljudnivå i dBA		
	Dag kl. 06-18	Kväll kl. 18-22, samt lör- sön- och helgdag kl. 06-18	Natt kl. 22-06
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50	45	40

Ovanstående riktvärden gäller utomhus vid fasad samt vid uteplatser och andra ytor för utevistelse i den bullerexponerades närhet.

Utöver detta gäller enligt vägledningen bland annat följande:

- Maximala ljudnivåer ($L_{AFmax} > 55$ dBA) bör inte förekomma nattetid (klockan 22–06) annat än vid enstaka tillfällen.
- Vissa ljudkaraktärer är särskilt störningsframkallande. I de fall verksamhetens buller karakteriseras av ofta återkommande impulser, som vid nitningsarbete, lossning av metallskrot och liknande eller innehåller ljud med tydligt hörbara tonkomponenter bör värdena i Tabell 1 sänkas med 5 dBA.
- I de fall den bullrande verksamheten endast pågår en del av någon av tidsperioderna ovan, eller om ljudnivån från verksamheten varierar mycket, bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för den tid då den bullrande verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid händelser kortare än en timme. Som exempel ansätts en ljudkälla med en aktiv period om 15 minuters per timme att motsvara 25 % drift i beräkningarna.
- Buller från externa fordon inom verksamhetsområdet bör som huvudprincip bedömas som industribuller. För trafik till och från verksamhetsområdet på angränsande vägar och järnvägar bör riktvärden för trafik, som huvudprincip, vara vägledande. Utifrån en sammanvägd bild av bullersituationen kan dock andra bedömningar i särskilda fall behöva göras. Det kan exempelvis vara fallet vid tillfartsvägar till tåktar, där transporter till och från dessa står för en betydande del av bullerstörningarna.

¹ Naturvårdsverket (2015) *Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller*, Rapport 6538. Stockholm: Naturvårdsverket.

4 UNDERLAG

Underlag som använts i utredningen redovisas nedan.

- Digitalt kartunderlag och höjddata är hämtat från Metria 2023-05-29.
- Ritningsunderlag för planerad byggnad Urban design AB 2023-04-21
- Egenskaper och ljudtablad för transformatorer har tillhandahållits av Nils Magnusson, Ellevio AB, 2023-06-07 och 2023-06-19.
- Källstyrka för kylmedelskylare från Lars Einarsson, WSP, 2023-06-15
- DWG för planerad byggnad levererad av Urban Design 2023-07-06
- Profilskiss för det översta våningsplanet levererat av Emili Rejsjö, Urban design 2023-08-31

5 BERÄKNING

Beräkningsgången kan kort beskrivas enligt följande:

- Digitalt kartunderlag för anläggningen och dess närområde har använts som grunddata i beräkningsprogrammet.
- Utgående från kartunderlaget har samtliga ljudkällor av betydelse matats in som punkt-, linje- eller areakällor inplacerade i 3D-modellen.
- Ljudkällornas utstrålände ljudeffektnivå har angetts som källdata.
- Beräkningsprogrammet tar hänsyn till ytor, topografi och byggnader som befinner sig i närheten av källorna samt till ljudets utbredning i omgivningen. Detta innebär att eventuella ljudreflektioner eller skärmningar som påverkar ljudutbredningen från respektive källa inkluderas i beräkningarna.
- I beräkningen inkluderas dämpparametrar som avståndsdämpning, atmosfärsdämpning samt markdämpning (om marken klassas som hård eller mjuk).
- Resultatet från beräkningarna redovisas som totala ljudtrycksnivåer som frifältsvärden vid mottagarpunkt (beräkningspunkt) samt som bullerspridningskartor i färg, där nivågränser redovisas i steg om 5 dB.

5.1 BERÄKNINGSMETOD

Beräkningarna har utförts i enlighet med den nordiska beräkningsmodellen för beräkning av externt industribuller (DAL 32)², tillsammans med den danska miljöstyrelsens föreslagna ändringar från 2019³. Som hjälpmedel har datorprogrammet SoundPLAN version 8.2 använts där DAL 32 ingår. Beräkningarna genomförs i oktavband och avser ett så kallat medvindsfall, d.v.s. vindriktning från källa till mottagare ($\pm 45^\circ$).

² Andersen, B., Jakobsen, J., Kragh, J. (1982) *Environmental noise from industrial plants – General prediction method*. Report no. 32. Lyngby: Danish Acoustic Laboratory, The Danish Academy of Technical Sciences.

³ Miljöstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger (2019) *Proposal for revising the multiple screen approach in the General Prediction Method for industrial noise*

6 LJUDKÄLLOR OCH DRIFTSFALL

I detta kapitel beskrivs vilka ljudkällor och maskiner som inkluderas i beräkningarna samt vilka olika driftsfall och scenarier som beräkningarna utgår från.

Det förutsätts och ljudförhållanden är stationära för transformatorer och installationer på tak och att ekvivalenta ljudnivåer är de dimensionerande. Underlag för maximala ljudnivåer har inte erhållits, men avseende maximala ljudnivåer accepteras 15 dBA högre ljudnivåer under nattetid. För denna typ av ljudkällor som går kontinuerligt är dock variationerna normalt bara några enstaka dB, vilket innebär att den maximala ljudnivån inte kommer att vara dimensionerande.

6.1 LJUDKÄLLOR

I beräkningarna är 2 olika ljudkällor inkluderade. Den sammanvägda ljudeffektsnivån och drifttid för källorna redovisas i Tabell 2. Frekvensspektra för källorna redovisas i Tabell 3.

Tabell 2. Ljudkällor som används i beräkningarna

Ljudkälla	Ljudeffektnivå, dBA rel. 1 pW	Drifttid
Transformator	76	100%
Kylmedelskylare	93	100%

Tabell 3. Frekvensspektra för ljudkällor.

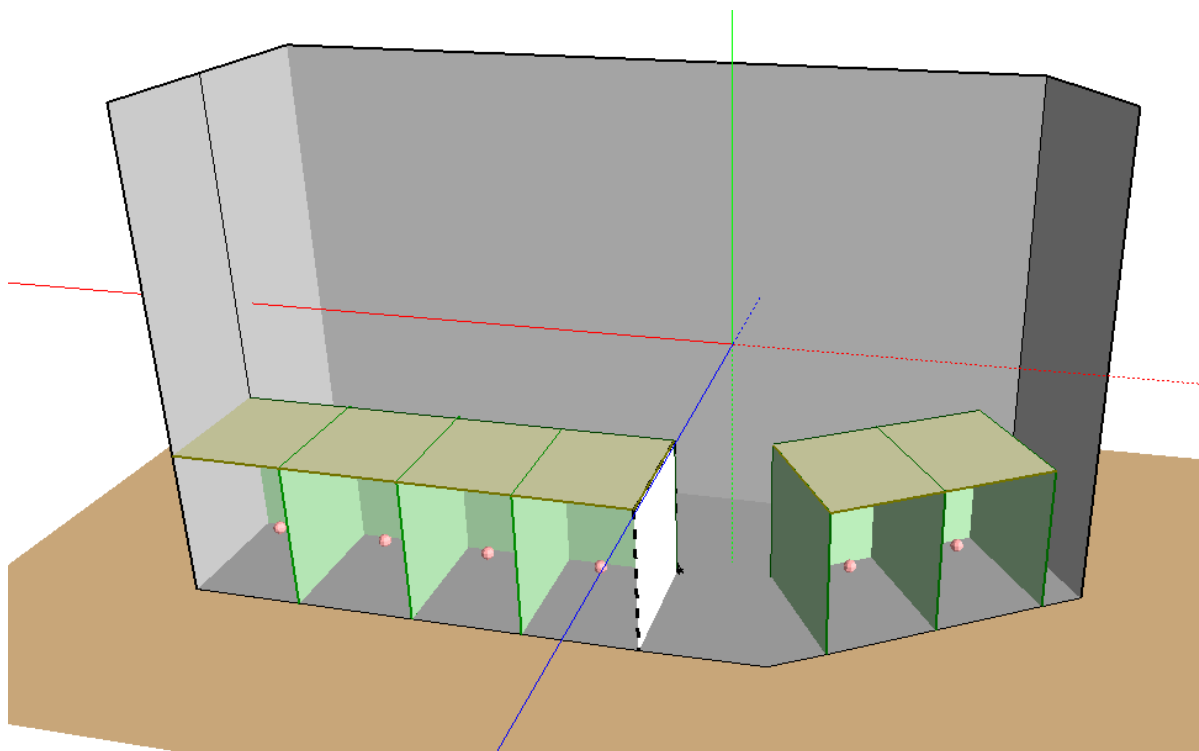
Frekvensspektra (dBA)	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Transformator ¹	41	38	58	63	54	45	41	35
Kylmedelskylare	40	55	74	83	88	88	85	78

Kommentar: ¹ – Då tillhandahållet datablad med frekvensspektra innehöll två olika driftsfall har högsta värde per tersband använts för att ge mest konservativa, generella bedömning möjligt.

Beräkningen innehåller 6 transformatorer samt 3 kylmedelskylare, placeringar visas i Figur 4 och Figur 5 nedan.

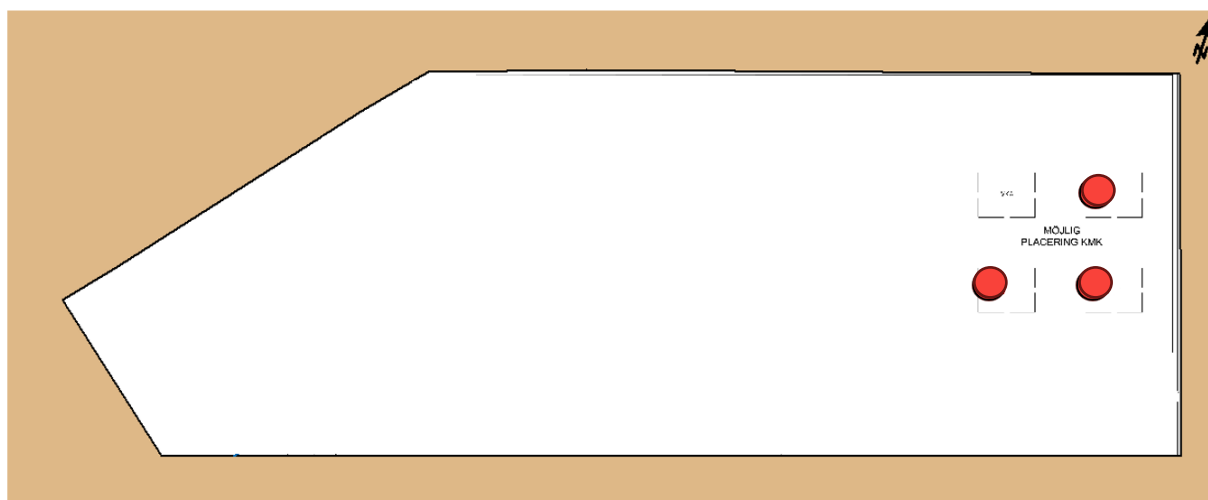
6.2 INDUSTRIAL BUILDING

Då transformatorer är lokaliserade inne i byggnaden har funktionen Industrial Building använts i Soundplan. Industrial Building beräknar om ljudspridningen inne i byggnaden, med hänsyn till ljudkällors placering, reflektioner och absorptionsytor, till en areakälla utanpå byggnaden för att beräkna spridning till närliggande fastigheter. Transformatorrummens väggar antas vara betongväggar och dörren mot gata antas vara en ståldörr med standard ljudtätning runt om ($R_w=25$ dB). Se Figur 4 nedan för 3D-modell av ljudkällor och slutna transformatorrum inne i byggnaden.



Figur 4. 3D-vy i Industrial Building, gröna väggar utgör transformatorrum och röda punkter representerar ljudkällor.

Kylmedelkylarna planeras i byggnadens nordöstra hörn, se figur 5 där röda prickar visar läget på kylmedelskylarna i beräkningarna.



Figur 5. Överblick av verksamhetens tak. Röd punkt visar kylmedelkylares placering.

7 RESULTAT

7.1 BULLER FRÅN TRANSFORMATORER

Alla ljudnivåer är godkända för transformatorerna då ståldörrar med gummitätning och $R_w=25$ dB använts. Högsta ljudnivå vid närliggande fastighet är 21dBA, Naturvårdsverkets riktvärden nattetid är 40dBA, Se *Bilaga 01*.

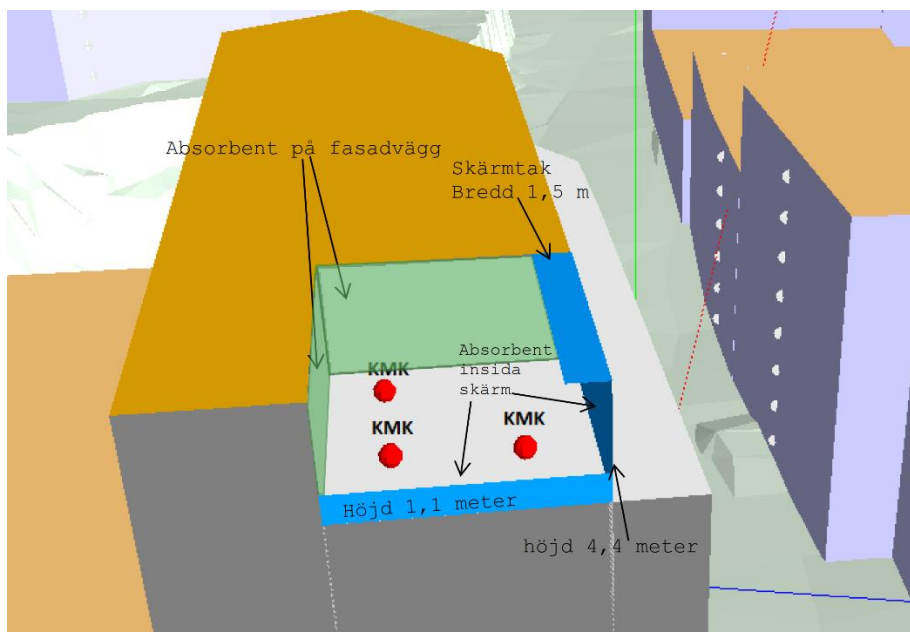
7.2 BULLER FRÅN KYLMEDELSKYLARE

Beräkningar har genomförts när transformatorerna samt kylmedelkylarna körs samtidigt på full effekt.

För att riktvärde 40 dBA nattetid ska innehållas hos intilliggande bostadshus föreslås följande skyddsåtgärder:

- Absorberande fasadväggar
 - Absorberande skärm mot husen i norr 4,4 meter hög
 - Skärmtak som ansluter mot ovanstående skärm och som sträcker sig minst 1,5 meter inåt.
 - 1,1 meter hög skärm mot öster med absorbenter
- Se skyddsåtgärder i figur 6.

Bullerspridningen från kylmedelskylare på full effekt med ovanbeskrivna åtgärder redovisas i *Bilaga 02*.



Figur 6. Föreslagna skyddsåtgärder för att klara gällande riktvärden avseende buller. Sett från byggnadens östra fasad.

Utförligt resultat presenteras i Bilaga 1 - 2.

7.3 KOMMENTARER

Utan skärmtaket, (som med fördel kan följa taklutningen), uppgår ljudnivåerna till som mest 43 dBA vid fastigheter i norr vilket innebär att riktvärdena för drift dagtid på 50 dBA och kvällstid på 45 dBA kan innehållas utan denna åtgärd.

Nattetid är kylbehovet lägre vilket innebär att kylmedelskylarna går med reducerat varvtal och antal fläktar per enhet. I nuläget har inga uppgifter inkommit från leverantören av kylmedelskylarna om hur mycket ljudnivåerna minskar. Men om ljudeffektsnivån på respektive kylmedelskylare inte skulle vara högre än Lw 90 dBA under nattetid så kan riktvärdena nattetid innehållas även utan skärmtaket.

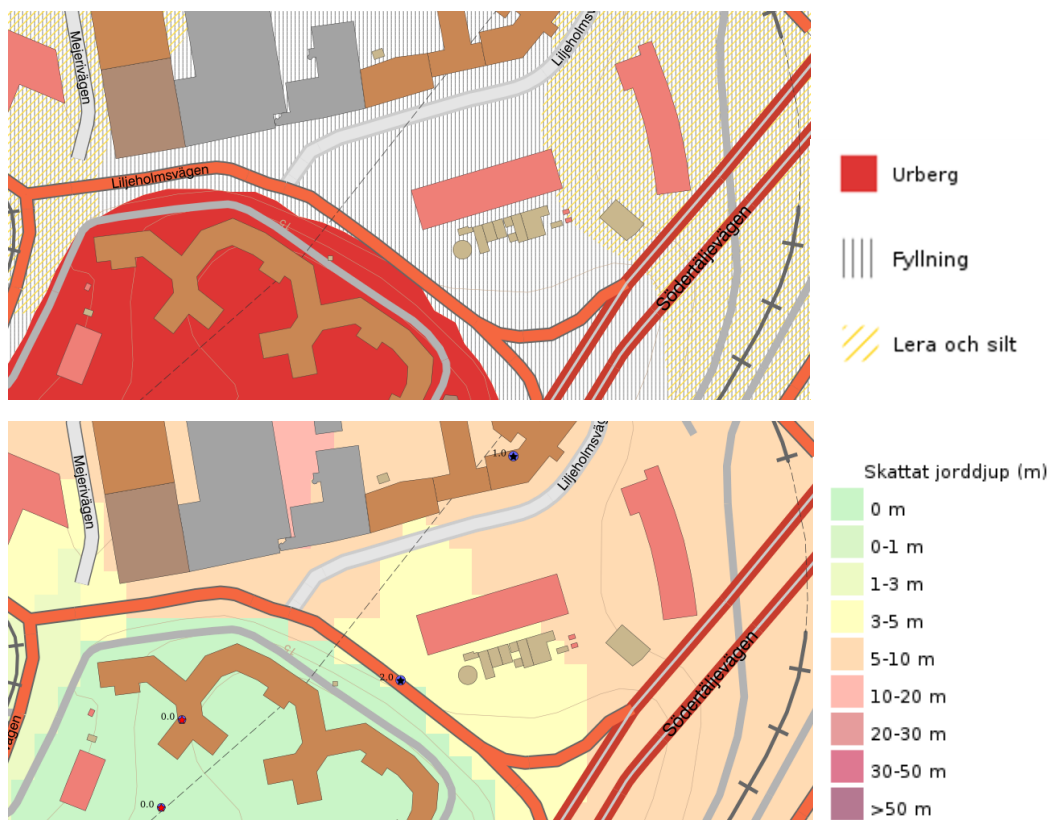
Eventuellt tillkommande fläktar och andra installationer kan också komma att påverka ljudsituationen. Vidare utredning av detta bör göras under system eller bygghandlingsskedet när val av utrustning och placering är fastställda.

8 SKYDDSATGÄRDER STOMLJUD

För att undvika risk för störningar till omgivningen i form av stomljud bör transformatorer vibrationsisolerats.

I Figur 6 visas jordarter och jorddjup för platsen enligt SGUs kartor.

Grundläggning för anläggning förutsätts vara ned till berg eller till fast mark. Grundläggning för närmsta bostäder i norr är okänt men förutsätts vara i bergkontakt. Bostäder i väster är berggrundlagda.



Figur 6. Jordart- och jorddjupskarta från SGU.

Bedömning är att det är mycket liten risk för störning av komfortvibrationer från denna typ av transformatorer.

Störning av stomljud kan förekomma om inte transformatorer avisolerats. Detta kan genomföras på olika sätt beroende på hur utrustningen står uppställd. Transformatorerna består av 3 stycken större 75-110 ton och 3 stycken mindre 50-75 ton. En vanlig uppställning är att transformatorn står på betongbalkar alternativt med stålhjul på räls.

För att få effektiv vibrationsisolering vid 50 Hz och uppåt (framför allt 100 Hz och 200 Hz) behöver egenfrekvensen vara högst 20 Hz – hellre ännu lägre.

Vibrationsisoleringen kan principiellt placeras punktvis eller i remsa under räl eller under betongbalken. Det förutsätts att ytan som gummikudden placeras på är styv och att vibrationsisoleringen inte kortsluts via andra konstruktioner eller installationer.

Om 4 kontaktpunkter om 200 x 200 mm per transformator används kan exempelvis 25 mm Sylodyn HS12000 eller likvärdig produkt ge en egenfrekvens om ca 16 Hz.

Alternativt läggs betongbalkar (med yta 0,25m x 8 meter) på kontinuerlig remsa av gummimaterial (exempelvis Sylodyn NC, ND eller CS eller likvärdig).

Beroende på lasten fås då en nedböjning på 1-3 mm, en egenfrekvens 10 – 15 Hz och en insättningsdämpning på minst 20 dB respektive 30 dB vid 50 Hz respektive 100 och 200 Hz.

Denna insättningsdämpning kommer att vara tillräcklig för att undvika spridning av stomljud till omgivningen.

VI ÄR WSP

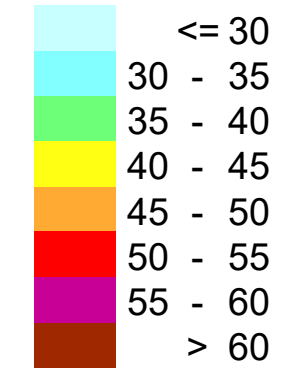
WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 65 000 medarbetare på 550 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 200 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB
Box 117
651 04 Karlstad
Besök: Lagergrens gata 8

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



Ekvivalent ljudnivå
dBA ref. 20 µPa



Teckenförklaring

- Byggnader
- Beräkningspunkt
- Ljudnivå: Våning | Ekvivalent
- Verksamhet
- Areakälla Ståldörrar

Bilaga 01

Beräkning av ekvivalent ljudnivå från transformatorer inuti planerad verksamhet placerad på Liljeholmen, Stockholm

Ljudkarta 1,5m över mark

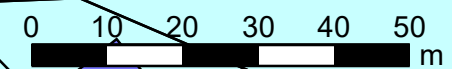
Uppdragsnr 10356771 Uppdragsledare Per Rosengren

Handläggare Marcus Andersson Granskad Erik Olsson

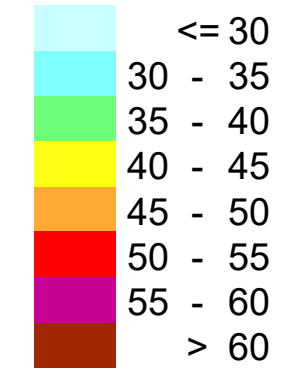
Ort och datum Karlstad 2023-07-12



(A3) Skala 1:1000



Ekvivalent ljudnivå
 dBA ref. 20 µPa



Teckenförklaring

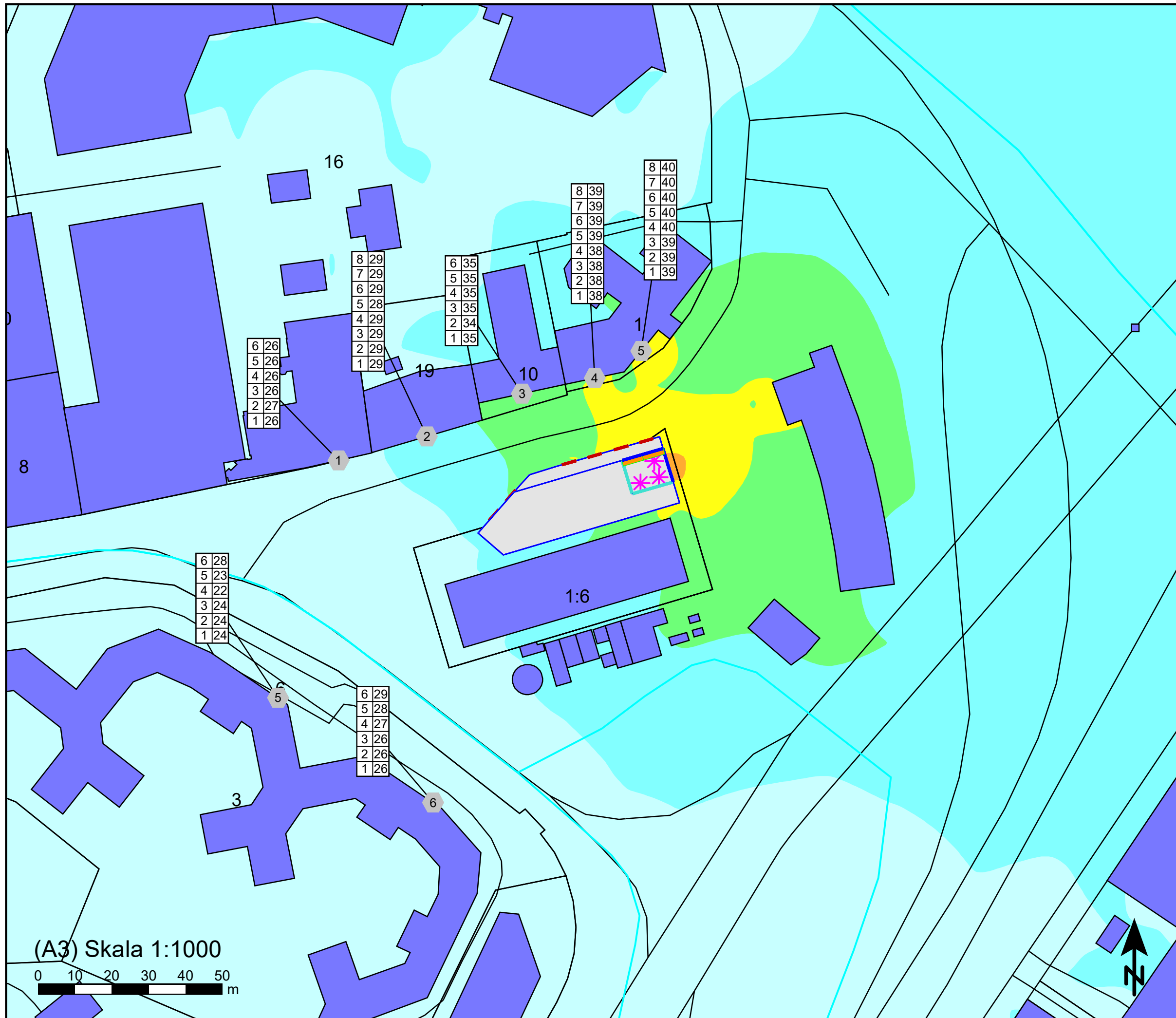
- Byggnader
- Beräkningspunkt
- Ljudnivå: Våning | Ekvivalent
- Verksamhet
- Areakälla ståldörrar
- Kylmedelskylare
- Bullerskyddsskärm
- Skärmtak 1,5 meter
- Väggsabsorbent på fasadvägg

Bilaga 02

Beräkning av ekvivalent ljudnivå från transformatorer inuti byggnad samt kylmedelskylare ovanpå planerad verksamhet placerad på Liljeholmen, Stockholm.

Ljudkarta 1,5m över mark

Uppdragsnr	10356771	Uppdragsledare	Per Rosengren
Handläggare	Madelene Thurfjell	Granskad	Rickard Hällqvist
Ort och datum	Umeå 2023-09-07		



(A3) Skala 1:1000
 0 10 20 30 40 50 m