
Diarienummer: SBF 2023–02222
2025-11-28

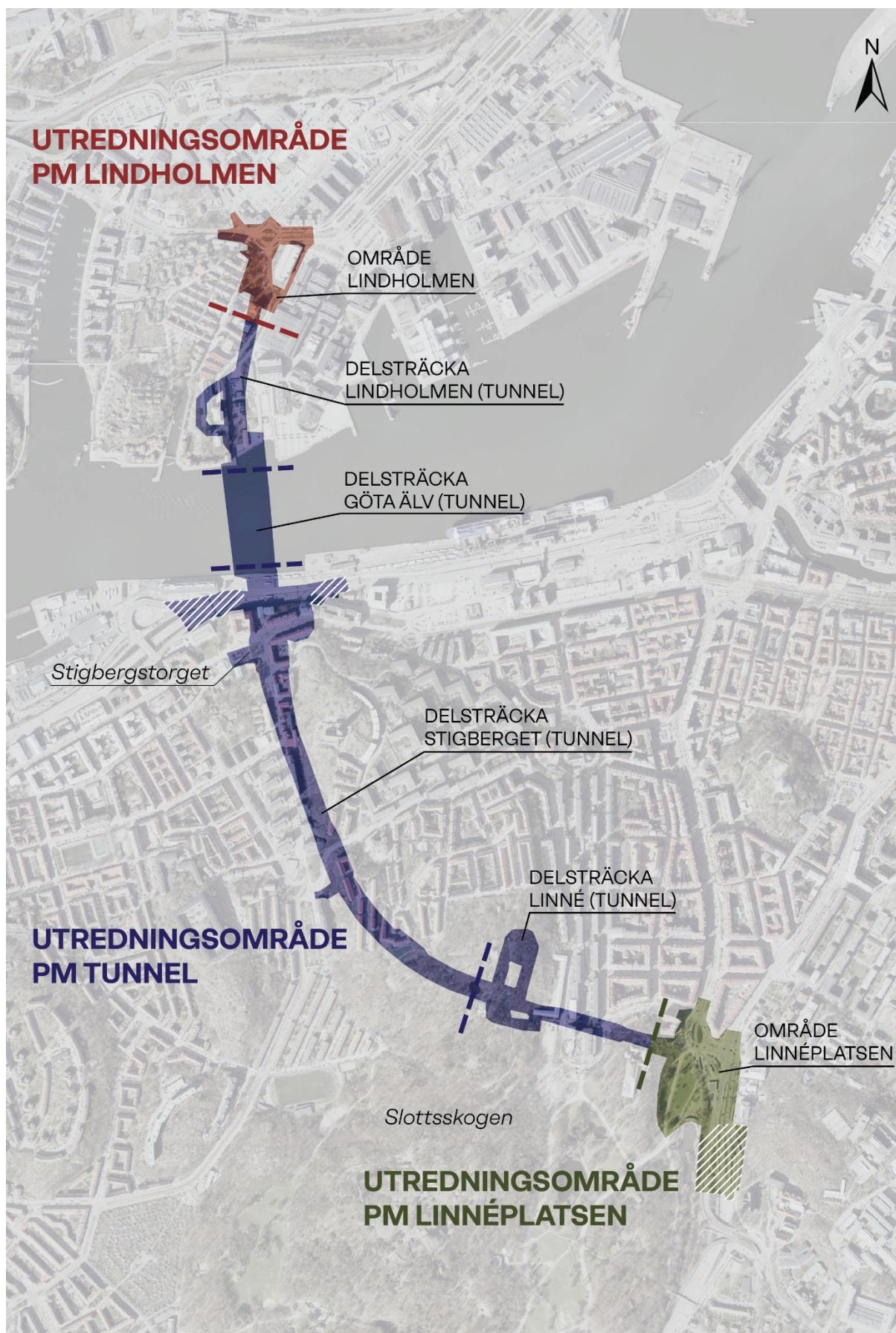
Detaljplan för spårväg mellan Lindholmen och Linnéplatsen inom stadsdelarna Lindholmen, Stigberget, Masthugget, Änggården, Olivedal och Annedal. "Lindholmsförbindelsen"

Försättsblad för Buller, stomljud och vibrationer

Göteborgs Stad planerar för ny spårvägsdragning mellan Lindholmen och Linnéplatsen, även kallad "Lindholmsförbindelsen".

Följande dokument har tagits fram som underlag kopplat till detaljplanen för att redogöra för buller, stomljud och vibrationer:

1. PM Buller, stomljud och vibrationer, Detaljplanerna för Lindholmsförbindelsen, 2025-11-28 (AFRY)

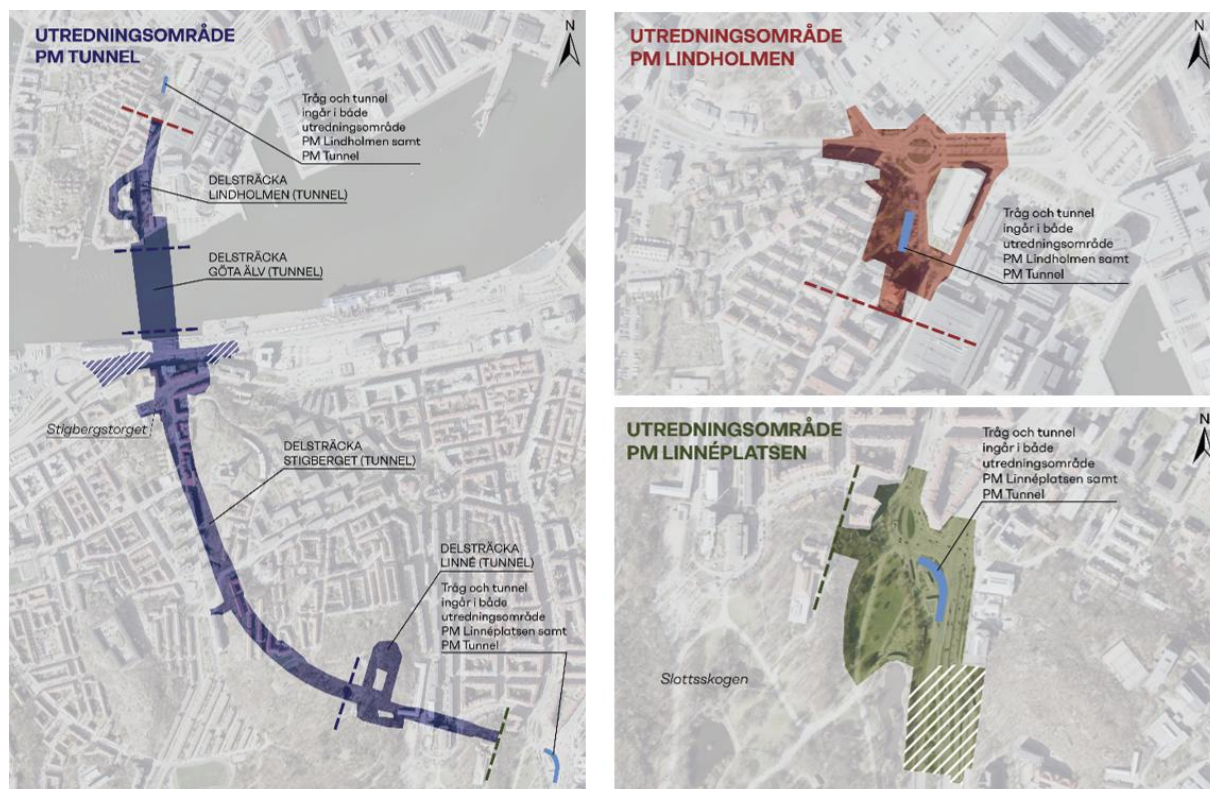


Figur 1. Översiktskarta över aktuellt planområde för Lindholmsförbindelsen.

Bakgrund

Göteborgs Stad arbetar med att ta fram en ny spårvägsdragning mellan Lindholmen och Linnéplatsen, även kallad Lindholmsförbindelsen. Inledningsvis delades spårvägsdragningen in i tre olika delområden tillika tre olika detaljplaneförslag, vilka tidigare omnämnts som; Detaljplan Lindholmen, Detaljplan Tunnel samt Detaljplan Linnéplatsen. Under processens gång har Göteborgs Stad valt att gå vidare med en gemensam detaljplan för hela Lindholmsförbindelsens sträckning, i stället för uppdelat i flera detaljplaner. Detta innebär att vissa framtagna dokument hänvisar till detaljplanenamn som inte längre är aktuella, utan ingår i den sammanhållna detaljplanen för sträckan.

Förhållandena för buller, vibrationer och stomljud för Lindholmsförbindelsen beskrivs i en separat rapport som omfattar tre olika geografiska ytor längs med spårvägsdragningen, vilka baserats på dem tre tidigare detaljplanerna, se avgränsningen nedan. Inför kommande granskningsskede, kommer rapporten justeras så att det tydligare framgår att det är ett underlag till aktuell detaljplan, som numera går under namnet Detaljplan för spårväg mellan Lindholmen och Linnéplatsen inom stadsdelarna Lindholmen, Stigberget, Masthugget, Änggården, Olivedal och Annedal, "Lindholmsförbindelsen".



Figur 2. Bilden redovisar de olika avgränsningarna för Detaljplan Tunnel (blå), Detaljplan Lindholmen (röd), samt Detaljplan Linnéplatsen (grön).

Geografiska kompletteringar till granskningskedet

För buller, vibrationer och stomljud kommer följande områden kompletteras till detaljplanens granskningsförslag:

- Ytor vid Oscarsleden, se blå skraffering i Figur 3.
- Ytor vid Fågeldammen/Linné, se grön skraffering i Figur 3.

Områdena har tillkommit så pass sent i processen att det inte finns beskrivet i underlagen som tagits fram för Linnéplatsen och Oscarsleden. Till granskningskedet kommer området beskrivas med samma detaljeringsnivå som övriga områden inom planområdet.



Figur 3. Bilden visar de tillkommande ytorna vid Oscarsleden (blått/skrafferat) samt vid Fågeldammen (grönt/skrafferat). Ytorna är inte skalenliga utan visar en ungefärlig avgränsning.

Lindholmsförbindelsen

PM Buller, stomljud och vibrationer

Detaljplan för spårväg mellan Lindholmen och Linnéplatsen inom stadsdelarna Lindholmen, Stigberget, Masthugget, Änggården, Olivedal och Annedal. Lindholmsförbindelsen

Godkänd
Samråd
Detaljplan
2025-11-28
Version: _

Teknikansvarig, Teknikområde
M. Hammarqvist, Buller
Organisation
AFRY
Godkänd av
Peter Lundman
Projekt ID
D0038958
Datum
2025-11-28
Rev. datum

Version

—

Beställare
Stadsbyggnadsförvaltningen,
Göteborgs Stad



**Göteborgs
Stad**

Ärendenummer
SBF 2023-02222

Lindholmsförbindelsen

EXF-2023-00924-07-025-0000-4001

PM Buller, stomljud och vibrationer

Framsidesbild: Göteborgs Stad

Innehållsförteckning

Lindholmsförbindelsen.....	1
PM Buller, stomljud och vibrationer	1
Sammanfattning.....	4
1 Inledning.....	6
1.1 Detaljplaner.....	6
2 Syfte och mål.....	7
3 Avgränsningar.....	7
4 Metod	9
4.1 Trafikbuller.....	9
4.1.1 Osäkerheter i beräkning.....	9
4.2 Verksamhetsbuller.....	9
4.2.1 Osäkerheter i beräkning.....	9
4.3 Stomljud	10
4.3.1 Osäkerheter i beräkning.....	10
5 Bedömningsgrunder.....	11
5.1 Bedömningsgrunder för trafikbuller i driftskede.....	11
5.2 Naturvårdsverkets råd om buller till skolor	11
5.3 Göteborgs Stads miljö kvalitetsmål.....	11
5.4 Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2025–2029.....	12
5.5 Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö	13
5.6 Naturvårdsverkets råd om verksamhetsbuller	14
5.7 Bedömningsgrunder lågfrekvent buller	14
5.8 Bedömningsgrunder för stomljud	15
5.9 Sammanfattande bedömningsgrunder för trafikbuller.....	15
6 Detaljplan Tunnel	17
6.1 Förutsättningar	18
6.1.1 Stomljud.....	18
6.1.2 Fasta installationer	20
6.1.3 Trafikbuller.....	27
6.2 Resultat	30
6.2.1 Stomljud spårtrafik.....	30
6.2.2 Stomljudsåtgärder för driftskede.....	37
6.2.3 Fasta installationer	43
6.2.4 Trafikbuller.....	47
6.3 Slutsats	50
7 Detaljplan Lindholmen	51

7.1	Förutsättningar	51
7.1.1	Trafikbuller.....	51
7.2	Resultat	57
7.2.1	Trafikbuller.....	57
7.3	Slutsats	60
8	Detaljplan Linnéplatsen	65
8.1	Förutsättningar	65
8.1.1	Trafikbuller.....	65
8.1.2	Fasta installationer	70
8.2	Resultat	70
8.2.1	Trafikbuller.....	70
8.2.2	Fasta installationer	73
8.3	Slutsats	73
9	Gemensamt för samtliga detaljplaner.....	74
9.1	Kumulativa effekter	74
9.2	Hantering av lågfrekvent buller	76
9.3	Resonemang om utformning planbestämmelser	77
9.4	Fortsatt arbete.....	78
10	Referenser och källmaterial	79

Sammanfattning

Inom ramen för Sverigeförhandlingen planerar Göteborgs Stad för en ny fast förbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen. Projektet innefattar ny spårväg med stadsbanekvalitet i tre etapper: Brunnsbo–Hjalmar Brantingsplatsen, Frihamnen–Lindholmen samt aktuellt projekt Lindholmen–Linnéplatsen (Lindholmsförbindelsen). Syftet med Lindholmsförbindelsen är att skapa en tvärlänk med goda resenärs kvaliteter som överbryggar de naturliga barriärerna Göta älv och Stigberget. Lindholmsförbindelsen innefattar en ny spårvägs koppling som huvudsakligen planeras att gå i tunnel, med hållplatser vid Stigbergstorget (under jord) och på Linnéplatsen (i markplan).

Eftersom projektet även påverkar områden utanför järnvägsplanens avgränsning, och spårväg inte får byggas i strid med gällande detaljplaner eller områdesbestämmelser, pågår parallellt arbete inom stadsbyggnadsförvaltningen med att ta fram flera nya detaljplaner.

Syftet med denna utredning är att visa hur Lindholmsförbindelsen kommer påverka omgivningen med avseende luftburet buller och stomljud i de områden som de tre detaljplanerna innefattar. För luftburet buller innefattar utredningen beräkningar av trafikbuller samt externt industribuller från fasta installationer. För stomljud innefattar utredningen beräkningar av stomljud från spåranläggning i tunneln till omgivande bebyggelse. Följande riktvärden och mål har varit vägledande vid utvärdering av detaljplanernas effekt på omgivningen:

- Proposition 1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter
- Naturvårdsverkets skrift Vägledning om buller från väg- och spårtrafik på skolgårdar
- Göteborgs Stads miljö kvalitetsmål
- Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029
- Naturvårdsverkets skrift Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller
- Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13
- Trafikverkets riktlinje för buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, TDOK 2014:1021¹

DP Tunnel: Med stomljudsdämpande åtgärder, med måttlig till hög stomljudsdämpning i tunneln kan riktvärden för stomljud i driftskedet uppfyllas i samtliga byggnader. Förskolor, skolor och verksamheter som Backa teatern, Naturhistoriska museet och Sjömanskyrkan kan dock uppleva hörbara spårvagnspassager, men utan att riktvärden överskrids.

Verksamhetsbuller från fasta installationer vid spåranläggningen har beräknats för angränsande bostäder, skolor och vårdverksamheter. I vissa fall saknas aktuella ljuddata för vissa bullerkällor, varför utredningen har utgått från antaganden om maximalt tillåtna ljudnivåer från dessa källor för att uppfylla gällande riktvärden i omgivningen. Utifrån det insamlade underlaget bedöms tekniskt och ekonomiskt genomförbara åtgärder finnas för att säkerställa efterlevnad av riktvärden vid både befintlig och potentiell framtida bebyggelse inom utredningsområdet.

Eftersom Oscarsleden E45 kommer att flyttas något norrut och berg kommer att avlägsnas, förväntas bullerskärningen från bergskränet minska något till följd av

¹ Bedömningsgrund för stomljud och vibrationer



förändrad topografi. Det medför med nuvarande utformning en 0-2 dB högre ekvivalent och maximal ljudnivå från vägtrafik vid bostadshuset på fastigheten Majorna 406:2 ovanför transporttunneln. Vid delar av bostadshuset överskrids då 65 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad, vilket kan innebära att vissa bostäder blir aktuella för bullerskyddsåtgärder enligt Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö. En kompletterande skärm på slänkrön tillsammans med begränsad flytt norrut av E45 kan utföras så att ljudnivåerna inte ökar.

Sammantaget bedöms DP Tunnel ha en marginellt negativ effekt på ljudmiljön i omgivningen.

DP Lindholmen: Trafikbuller har utretts för nollalternativ, mellanskede och slutskede. DP Lindholmen medför både något lägre och något högre ljudnivåer vid byggnader kring planområdet jämfört med nollalternativen. Eftersom förändringen är mindre än 2 dB bedöms den inte vara väsentlig men behöver tas hänsyn till. Projektet föreslår därför kompensationsåtgärder som skyddsmurar, täta räcken, ljudabsorberande material och växtytor. I slutskedet väntas trafikbullret norr om Lindholmsallén minska, då busstrafiken flyttas längre bort från bostäderna.

Vid två av bostadshusen överskrids redan i nollalternativet 63 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad, vilket innebär att bostadshusen är aktuella för åtgärdsområde "Genomför lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer" enligt Göteborgs stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029 (se kapitel 5.4). Ett bostadshus beräknas tillföras Göteborgs stads åtgärdsprogram som en kumulativ effekt efter utbyggnad Lindholmsförbindelsen och de två som i nollalternativet ingår i åtgärdsprogrammet har utretts och konstaterats ha tillräcklig fasadjudisolerings och skyddade uteplatser. Några av bostadshusen kommer att utredas vidare för fastighetsnära åtgärder i kommande planeringsskede. De åtgärder som avses är fönsteråtgärder och ljuddämpande friskluftsventiler.

Sammantaget bedöms DP Lindholmen ha en marginellt negativ effekt på ljudmiljön i området.

DP Linnéplatsen: Trafikbuller har utretts för nollalternativ och två alternativa utformningar i driftskede. DP Linnéplatsen medför generellt en lägre ljudnivå vid byggnader kring planområdet jämfört med nollalternativet, förutom för byggnaderna längs med Övre Husargatan där ljudnivåerna i stort sett blir oförändrade. Det är inte tekniskt eller ekonomiskt rimligt att dimensionera ett effektivt skärmande bullerskydd för att sänka ljudnivån utomhus vid befintliga byggnaders fasader. De mest utsatta byggnaderna är de längs med Övre Husargatan.

Eftersom planen medför en viss förbättring bör eventuella överskridanden av riktvärden inomhus hanteras inom åtgärdsprogram för befintlig miljö. Vid flera av bostadshusen överskrids 63 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad, vilket innebär att bostadshusen är aktuella för åtgärdsområde "Genomför lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer" enligt Göteborgs stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029 (se kapitel 5.4). Inga bostadshus beräknas tillföras Göteborgs stads åtgärdsprogram som en kumulativ effekt.

Sammantaget bedöms DP Linnéplatsen ha en något positiv effekt på ljudmiljön i området.

1 Inledning

Inom ramen för Sverigeförhandlingen planerar Göteborgs Stad för en ny fast förbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen. Den så kallade Lindholmsförbindelsen utgör en del av det större projektet *Spårväg och Citybuss Brunnsbo–Linné via Lindholmen*. Projektet innefattar ny spårväg med stadsbanekvalitet i tre etapper: Brunnsbo–Hjalmar Brantingsplatsen, Frihamnen–Lindholmen samt aktuellt projekt Lindholmen–Linnéplatsen (Lindholmsförbindelsen). Stadsbanekvalitet innebär att spårvägen ska gå på egen bana med få korsningar i plan och relativt glest placerade hållplatser, vilket skapar förutsättningar för att hålla en hög hastighet och en förhållandevis hög turtäthet.

Lindholmsförbindelsens funktion och lokalisering har tagits fram genom Göteborgs Stads stadsutvecklingsarbete. Förbindelsen pekas ut i stadens gällande

översiktsplan liksom i det gemensamma kollektivtrafikprogrammet *Målbild Koll2035* som ett stråk för stadstrafikens stomnät. Lindholmsförbindelsen utgör en stor del av den planerade innerstadsringen som ska länka samman stadskärnan med övriga delar av innerstaden. Syftet med Lindholmsförbindelsen är att skapa en tvärlänk med goda resenärskvaliteter som överbryggar de naturliga barriärerna Göta älv och Stigberget. På så sätt förs stadens delar närmare varandra, stomnätet i de centrala delarna av Göteborg avlastas och nya resvanor skapas.

Lindholmsförbindelsen innefattar en ny spårvägskoppling som huvudsakligen planeras att gå i tunnel, med hållplatser vid Stigbergstorget (under jord) och på Linnéplatsen (i markplan). För att projektera och planlägga Lindholmsförbindelsen har Göteborgs Stad anlitat två konsulter, AFRY och COWI, som ansvarar för olika delar av sträckan. AFRY ansvarar för delen mellan Lindholmen och Vegasvackan, strax väster om Jungmansgatan, medan COWI ansvarar för den avslutande delen från Vegasvackan till Linnéplatsen. Arbetet sker i nära samverkan mellan de båda konsulterna och staden.

1.1 Detaljplaner

Göteborgs Stad har valt att planlägga Lindholmsförbindelsen som en järnvägsplan, vilket innebär att projektet ska följa *Lag om byggande av järnväg (1995:1649)*.

Projektet innebär även en effekt på områden utanför järnvägsplanens gränser och eftersom spårväg inte får byggas i strid mot gällande detaljplaner eller områdesbestämmelser pågår parallellt stadsbyggnadsförvaltningens planläggning av tre detaljplaner.

- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde tunnel inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Linnéplatsen inom stadsdelarna Annedal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården

Härefter kommer ovanstående tre detaljplaner benämnas som DP Tunnel, DP Lindholmen och DP Linnéplatsen.



2 Syfte och mål

Syftet med denna utredning är att visa hur spåransläggningen Lindholmsförbindelsen och förändrad trafiksituation i angränsning till förbindelsen kommer påverka omgivningen med avseende på stomljud och luftburet buller i de områden som de tre detaljplanerna påverkar. För luftburet buller innefattar utredningen beräkningar av trafikbuller samt verksamhetsbuller från fasta installationer tillhörande spåransläggningen.

För stomljud innefattar utredningen beräkningar av stomljud från spåransläggning i tunneln till omgivande bebyggelse. Av utredningen framgår vilka fastigheter som väntas vara berörda av stomljud samt en redogörelse för vilka åtgärder som kan vara aktuella för att projektet skall uppfylla gällande riktvärden. För fasta installationer redovisas vilken högsta ljud-emission som kan accepteras för att klara riktvärden vid omgivande bebyggelse.

Utredningen beskriver separat aktuella detaljplaner och är uppdelad i följande i avsnitt:

DP Tunnel syftar till att pröva lämpligheten av att möjliggöra för utbyggnad av spår i tunnel längs Lindholmsförbindelsen. Detaljplanen omfattar en ny underjordisk hållplats på Stigberget samt tillfarts- och servicetunnlar som tillhör spårtunneln. För DP Tunnel utreds stomljud från spårtunneln och tråg på Lindholmen samt verksamhetsbuller från samtliga fasta installationer och stödanläggningar som hör till tunneln och deras effekt på omgivningen. Södra delen av Kunskapsgatan på Lindholmen ingår i planområdet för Detaljplan Tunnel.

DP Lindholmen syftar till att pröva lämpligheten av att möjliggöra för utbyggnad av Lindholmsförbindelsens etapp ovan mark på Lindholmen. Till detta hör ändrad utformning av spår, vägar och trafik. För DP Lindholmen utreds trafikbuller för nollalternativ, mellanskede och slutskede.

DP Linnéplatsen syftar till att pröva lämpligheten för utbyggnad av Lindholmsförbindelsens etapp ovan mark på Linnéplatsen samt en ändrad trafikutformning. För DP Linnéplatsen utreds trafikbuller för nollalternativ och två förslag gällande driftskedet.

3 Avgränsningar

Geografiska områden för beräkningar har begränsats till planområdena och deras omgivande bebyggelse. Vilka vägar, spår och industribullerkällor som har inkluderats i beräkningarna redovisas i respektive detaljplans avsnitt. Effekt till känd framtida planerad bebyggelse och eventuella åtgärder belyses översiktligt. Bedömning har utförts så att aktuella detaljplaner inte förhindrar stadens planerade utveckling. Som exempel på detaljplaner vi bedömt är: Planprogram för Lindholmen, ÄÖP/FÖP Södra Älvstranden och detaljplan för skola och bostäder vid Plejadgatan.

Stomljud har utretts för DP Tunnel där beräkningar har utförts för ett område tillräckligt stort för att innefatta samtliga byggnader med risk för överskridande av riktvärden. Utredningen beaktar även ett närområde till spårtunneln för att undvika osäkerheten att inte tillräcklig hänsyn tagits till känsliga verksamheter som skolor, museer, kyrkor och liknande platser där exempelvis stomljud kan bli hörbart även om verksamheten inte nödvändigtvis omfattas av riktvärden.

De potentiella utbyggnadsområden kring tunneln som presenteras i denna utredning, och som har undersökts i PM Möjligheter för framtida bebyggelser, omfattar bebyggelse ovan tråg på Lindholmen, förtätning ovan bergtunnel på Lindholmen samt bebyggelse ovan tunnel på Göta älvs södra strand, Oscarsleden E45 och Stigbergskajen.

Vibrationer förväntas inte uppkomma från spårtunneln. Vid ogynnsamma förhållanden kan vibrationer från spårvägstrafik ge upphov till vibrationer som är stora nog att upplevas som störande. Exempel på sådana förhållanden är när spår såväl som byggnad anläggs på djupa lerjordar eller andra mycket mjuka jordarter och avståndet mellan spår och byggnad är kort, omkring 15-20 meter eller om byggnader grundläggs direkt på tunnel som i sin tur är placerad i djup lera, gyttja eller andra jordarter med mycket låg skjuvhållfasthet. För närvarande finns det inga befintliga byggnader tillräckligt nära spår förlagda på djup lera som riskerar att påverkas av störande vibrationer. Alternativt är de aktuella byggnaderna utformade på ett sätt som effektivt motverkar sådana problem. Framtida bebyggelse inom 50 meter från anläggningen bör utredas med avseende på markburna vibrationer. Det kan innebära att byggnader behöver ta viss hänsyn till platsens förutsättningar. Anpassning av bebyggelse kan vara att byggnad utförs med betongstomme och med adekvat grundläggning som motsvarar de byggnader som redan idag finns längs aktuella sträckor på djupa leror. Om hänsyn tas till platsens speciella egenskaper omöjliggörs inte planerad framtida bebyggelse.

Inom DP Lindholmen har inga risker för störande vibrationer i omgivande byggnader identifierats och utreds därför inte vidare i detta dokument. Det förutsätter att de gator med tung trafik som ingår i detaljplanen inte har fartgupp inom tio meter från bostäder och övergången mellan spårvägens betongtråg och omgivande lerjord utförs med en så kallad övergångskonstruktion som successivt förändrar styvheten i spårets underlag. En övergångskonstruktion projekteras men de tekniska egenskaperna har inte preciserats än. En större höjdskillnad på grund av olika sättningsgrad i tråg och mark ska undvikas. Utformning fartgupp kan optimeras för att reducera vibrationer i omgivningen.

Inom DP Linnéplatsen planeras för ett tillkommande farthinder på Rosengatan där förutsättningarna (lerjord, närhet till bostad) innebär att vibrationer från tung trafik bör beaktas vid farthindrets utformning. De vibrationsmätningar som genomförts vid ett befintligt farthinder på Linnéplatsen med motsvarande avstånd till bostadshus har dock visat en vibrationsnivå som är mindre än 0,2 mm/s och överskrider således inte riktvärde för komfortvibrationer.

4 Metod

4.1 Trafikbuller

Trafikbuller från väg- och spårtrafik har beräknats för DP Lindholmen och DP Linnéplatsen. Även trafikbuller på Stigberget har beräknats. Beräkningarna av trafikbuller har genomförts för nollalternativet och driftskedet.

Beräkningarna av buller från väg- och spårtrafik har utförts i enlighet med de Nordiska beräkningsmodellerna "Road Traffic Noise – Nordic Prediction Method; 1996", Spårtrafikbuller (Rapport 4935) och Vägtrafikbuller (Rapport 4653) från Naturvårdsverket. Som hjälpmedel har datorprogrammet SoundPLAN version 9.1 använts där ovanstående beräkningsmodeller ingår.

Emissionsdata för den kommande spårvagnstypen M34 är inte tillgängliga; därför klassificeras den tills vidare som en förlängd version av M33 (45 meter lång). I september 2025 är cirka tio vagnar i drift i Göteborg och kontrollmätningar av ljudnivåer från emissioner pågår. Det finns ännu inget underlag som möjliggör att dessa data används i Lindholmsförbindelsens beräkningar. När ljuddata finns kommer resultaten i beräkningar kunna bli annorlunda. Slutsatserna kan därför komma att påverkas senare i planprocessen. I dialog med tekniska konsulter som utvärderar mätningar av M34 styrks att Lindholmsförbindelsens metod att bedöma emissionsdata från M34 är rimlig. Det är idag inte möjligt att avgöra när informationen blir tillgänglig.

4.1.1 Osäkerheter i beräkning

Beräkningsnoggrannheten i modellen bedöms generellt ligga inom intervallet ± 3 dB vid 50m avstånd till vägen och upp till ± 5 dB vid 200m.

4.2 Verksamhetsbuller

I driftskedet kommer Lindholmsförbindelsen innebära en del fasta installationer vilka kommer generera buller. Fasta installationer kan till exempel vara likriktare, pumphus, reservkraftverk, ventilationstorn, tryckutjämningstorn och brandgasfläktar med mera. Fasta installationer har identifierats och beräknats för att ställa krav på högsta tillåtna ljudeffektnivå inför kommande projektering samt för att i förekommande fall upprätta planbestämmelser.

Beräkningarna av buller från verksamheten är baserade på en gemensam nordisk modell för beräkning av externt industribuller, DAL32 (Kragh J, Andersen B, Jacobsen J: "Environment noise from industrial plants. General prediction method." Lydtekniskt laboratorium, report nr 32, Lyngby, Danmark 1982). Beräkningsmodellens osäkerhet ligger inom cirka ± 2 dBA.

Beräkningarna genomförs i oktavband och avser ett s.k. "medvindsfall", dvs. vindriktning från källa till mottagare ($\pm 45^\circ$). Som hjälpmedel har datorprogrammet SoundPLAN version 9.1 använts där ovanstående beräkningsmodell ingår.

4.2.1 Osäkerheter i beräkning

Beräkningsmodellen för verksamhetsbuller är väl beprövad och säkerställd. Osäkerheten inom 500 m från källan är 1-3 dB, med de metrologiska förhållanden som modellen antar, för grupper av bredbandiga ljudkällor. Den högre siffran avser immissionspunkter på 2 m över marken och den lägre siffran avser mottagarpunkter mer än 5 m över marken.

4.3 Stomljud

Beräkningar av stomljud i driftskedet har utförts enligt "Structure borne noise from trains in rock tunnels", A Brekke, Brekke & Strand Akustik AS, Internoise 2000. Metoden är semi-empirisk och beräknar maximal ljudnivå med en statistisk konfidens på 95 %. Då metoden avser ballastspår har 5 dBA lagts till sambandet för att kompensera för spår på betongplatta. Stomljudsnivån beräknas enligt nedanstående samband:

$$L_{pA} = 62 - 10 \log d - 0,3 * d + 5dB$$

$$L_{pA} = \text{Maximal ljudtrycksnivå, dBA re } 2 * 10^{-5} \text{ Pa.}$$

d = Minsta avstånd mellan spår och husgrund.

Beräkningarna avser i utgångspunkt det lägsta våningsplanet. Lägre stomljudsnivåer är att vänta för högre våningar. Avståndsdämpning innehåller en geometrisk dämpning som beror på energispridning över en större rymdarea och materialdämpning på grund av bergets dämpande effekt per längdenhet. I Figur 1 visas en schematisk koppling mellan vibrationskälla och stomljud.



Figur 1. Principiell relation mellan störningskälla och resulterande ljudnivå i byggnad (Bildkälla: Efterklang).

För byggnader placerade där jorddjupet är 0-5 meter så antas direkt koppling till berg. Vid jorddjup större än 5 meter antas koppling till berg via påle vilket sänker beräknad ljudnivå med 3 dB jämfört med direkt koppling, vilket är ett antagande på den försiktiga sidan.

Minsta avstånd mellan spår och husgrund (d) har beräknats i ArcGIS Pro utifrån erhållet underlag för läge av spårväg och byggnader med höjdinformation.

Kompletterande grundläggningsinformation för byggnader har hämtats från Trafikkontorets underlagsrapport, "Lindholmsförbindelsen Underlagsrapport – Inventering byggnader och konstruktioner samt bergytor".

Bergets yta har främst hämtats från projektets bergytemodell och kompletterats med data för jorddjup från Sveriges Geologiska Undersökning.

4.3.1 Osäkerheter i beräkning

Osäkerheter i beräkning av stomljud härleds i första hand till bergets sprickbildning samt jordlagers sammansättning och mäktighet. Osäkerheten hanteras delvis genom valet av empiriska modeller anpassade efter mätdata.

5 Bedömningsgrunder

Eftersom det kring planområdena finns bostäder, skolor och vårdlokaler, samt att trafik-, industribuller och stomljud påverkar omgivningen, gäller olika riktvärden samtidigt. Kommande kapitel redogör för aktuella riktvärden samt Göteborgs stads miljökvalitetsmål och åtgärdsprogram.

5.1 Bedömningsgrunder för trafikbuller i driftskede

Riksdag och regering har i proposition 1996/97:53 angett långsiktiga riktvärden för trafikbuller vid bostäder. Följande riktvärden för trafikbuller bör normalt inte överskridas vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur:

- 30 dBA ekvivalentnivå inomhus,
- 45 dBA maximalnivå inomhus nattetid,
- 55 dBA ekvivalentnivå utomhus (vid fasad),
- 70 dBA maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad.

Vid åtgärder på järnvägar eller andra spåraneläggningar avser riktvärdet för buller utomhus 55 dBA ekvivalentnivå vid uteplats och 60 dBA ekvivalentnivå i bostadsområdet i övrigt.

I de fall som utomhusnivån inte kan reduceras till nivåer enligt ovan, till exempel i stora tätorter med stadsstruktur, bör målsättningen vara att inomhusvärdena inte överskrids.

Vid tillämpning av riktvärden vid åtgärder i trafikinfrastruktur bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.

5.2 Naturvårdsverkets råd om buller till skolor

Naturvårdsverkets vägledning om buller från väg- och spårtrafik vid skolgårdar betonar att miljöbalkens hänsynsregler ska ligga till grund för bedömningar i varje enskilt fall, med riktvärden som stöd. För skolgårdar rekommenderas att minst 50 % av ytan har en ekvivalent ljudnivå på högst 50 dBA. Övriga ytor bör inte överskrida 55 dBA. Dessa riktvärden gäller både vid nyplanering och för befintliga verksamheter. Vägledningen anger också att då det kan vara svårt att uppnå dessa nivåer på befintliga skolgårdar kan en mindre yta med 50 dBA anses acceptabelt, förutsatt att det inte är ekonomiskt rimligt eller tekniskt möjligt att uppnå riktvärdena på större ytor.

Dessa värden och deras hantering har konkretiserats i Göteborgs Stads miljökvalitetsmål, kapitel 5.3 i denna handling.

Riktvärde för industribuller vid skolor redovisas i kapitel 5.5.

5.3 Göteborgs Stads miljökvalitetsmål

Göteborgs Stad har tagit fram ett lokalt miljökvalitetsmål för God bebyggd miljö (se Tabell 1) som berör buller där konkretisering av målet är att samtliga parker ska ha ljudnivåer under 50 dBA ekvivalent ljudnivå på en större del av ytan. Ytor relevanta för dessa mål är Slottsskogen, Slottsberget, Lindholmen väster om Verkmästaregatan, Skateberget och Gathenhielmska kulturresevatet. Miljömålen anges i Tabell 1 nedan och omfattar förutom parker (grönområden) även nya, respektive äldre förskolors

gårdar samt bostäder vars bostadsfasader är bullerexponerade och därmed ska ha tillgång till minst en ljuddämpad sida.

Tabell 1. Göteborgs Stads miljö kvalitetsmål enligt, Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021-2030.

Indikatorer	Nuläge	Målvärde 2030
Andel nya förskolegårdar med en ekvivalent ljudnivå underskridande 50 dBA	80 procent (2020)	100 procent
Andel äldre förskolegårdar med en ekvivalent ljudnivå underskridande 50 dBA	75 procent (2020)	100 procent
Andel bostäder med en bullerexponerad bostadsfasad som överskrider 60 dBA i ekvivalent ljudnivå, som har tillgång till en ljuddämpad sida underskridande 50 dBA i ekvivalent ljudnivå	60 procent (2020)	Årlig ökning
Andel invånare med tillgång till grönområde, större än 0,2 hektar och inom 300 meter, med en ekvivalent ljudnivå underskridande 50 dBA	75 procent (2020)	Årlig ökning

Riktlinje för projektet är att eftersträva Göteborgs Stads miljö kvalitetsmål rörande buller för grönområden ekvivalent ljudnivå 50 dBA. Utöver avstånd på 300 meter ska riktvärde gälla större delen av parkytan och där människor till stor del vistas. Det innebär att vissa vistelseytor som lekplatsen Plikta bedöms enligt riktvärde på ekvivalent ljudnivå 50 dBA för projektet då det är en attraktiv del av parken som nyttjas av många, speciellt barn. Projektet har som mål att sträva efter att uppfylla Göteborgs Stads Miljö kvalitetsmål vilka konkretiseras genom riktvärden i Tabell 1.

5.4 Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2025–2029

Enligt remiss rörande Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2025–2029 har Göteborgs Stad tre huvudsakliga åtgärdsområden för buller. Dessa är:

- Minska buller från vägtrafiken i Göteborg
- Arbeta för goda ljudmiljöer i stadsutvecklingen
- Genomföra lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer

Projektets krav bygger på Göteborgs Stads uttalade mål, Trafikverkets och andra myndigheters mål vilka bedöms vara nationell praxis. I åtgärdsområde "Minska buller från vägtrafik" redovisas vilka åtgärder som ska genomföras för att minska buller från trafiken under planperioden.

I åtgärdsområde "Arbeta för goda ljudmiljöer i stadsutvecklingen" kommer fokus ligga på att ta fram underlag som behövs för att staden ska arbeta för god ljudmiljö genom hela stadsutvecklingsprocessen. Åtgärdsplanen stöttar ambitionen i översiktsplanen samt miljö och klimatprogrammet om att utveckla staden så att göteborgarna har tillgång till goda ljudmiljöer i sin vardag, med särskilt fokus på barns utemiljöer. Stadsutvecklingsmålet är att goda, attraktiva och trygga ljudmiljöer ska eftersträvas.

Målet eftersträvas delvis genom att använda "Gröna lösningar", åtgärder som reducerar ljudnivåer och skapar attraktiva ljudmiljöer med hjälp av vegetation och beväxning. Klimatvänliga material föredras framför material med stor klimatpåverkan. Exempel kan vara bullerskyddsskärmar i trä, krossad sten eller beväxna skärmande

element i stället för glas och betong. Projektet strävar efter att begränsa mängden hårdgjorda ytor och analysera möjliga gröna lösningar som gräs, äng, sedumtak, fasadbeväxning eller liknande vilka kan minska ljudspridningen till omgivningen.

Inom åtgärdsområde "Genomför lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer" så används som åtgärdsnivå i befintlig bostadsbebyggelse att Göteborgs Stad utreder åtgärder från 63 dBA ekvivalent ljudnivå vid bostadsfasad. Från ekvivalent ljudnivå 65 dBA eller högre är Göteborgs Stad skyldiga att överväga bullerskyddsåtgärder enligt regeringens proposition 1996/97:5319. Det innebär att bostäder med beräknad ekvivalent ljudnivå på 65 dBA eller högre vid utsatt fasad prioriteras. I andra hand utförs bullerskyddsåtgärder för bostäder med ekvivalent ljudnivå på 63 dBA eller högre.

5.5 Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö

Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö har relevans eftersom E45 korsar Lindholmsförbindelsen och behöver anpassas till framtida Lindholmsförbindelse.

Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö fokuserar på att kartlägga och åtgärda buller och vibrationer i bostäder, grundskolor och förskolor längs statliga vägar och järnvägar. Programmet är en del av EU:s krav och upprättas vart femte år; det aktuella programmet gäller för perioden 2024–2028. Åtgärderna prioriteras för att skydda de mest utsatta och kan innefatta bullerskärmar, förbättrad fasaddämpning, tystare beläggningar och upprustning av befintliga bullerskärmar.

Kriterier för åtgärder

Trafikverket gör åtgärder för de som är mest utsatta för trafikbuller och -vibrationer längs statliga vägar och järnvägar. För att vi ska göra en åtgärd krävs att fastigheten uppfyller något av följande kriterier:

- Ekvivalent ljudnivå högre än 40 dBA inomhus.
- Maximal ljudnivå högre än 55 dBA inomhus fler än fem gånger per natt.
- Ekvivalent ljudnivå högre än 65 dBA vid alla befintliga uteplatser.

Det finns även en bidragsmöjlighet för fönsteråtgärd under en begränsad period för fastigheter med ekvivalenta ljudnivåer inomhus på 35-39 dBA, och/eller maximala ljudnivåer inomhus på 50-54 dBA. Fastigheter byggda 1997 och senare omfattas normalt inte av Trafikverkets åtgärder.

Figur 2. Trafikverkets åtgärdsprogram för befintlig miljö.

5.6 Naturvårdsverkets råd om verksamhetsbuller

Bedömning av verksamhetsbuller utomhus görs mot Naturvårdsverkets "Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, Rapport 6538".

Tabell 2: Utomhusriktvärden från rapport 6538 "Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller". Tabellen avser frifältsvärden.

Områdesanvändning	Ekvivalent ljudnivå i dBA Dag kl. 06-18	Ekvivalent ljudnivå i dBA Kväll kl. 18-22 Samt lördag, söndag och helgdag	Ekvivalent ljudnivå i dBA Natt kl. 22-06
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50	45	40
Friluftsområden	40	35	35

Utöver ovanstående anges i vägledningen bland annat följande:

- Maximala ljudnivåer ($L_{A,max} > 55$ dBA för bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler. $L_{A,max} > 50$ dBA för friluftsområden) bör inte förekomma nattetid klockan 22–06 annat än vid enstaka tillfällen.
- 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 kortare händelser.
- 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 2 sänkas med 5 dBA.

För förskolor, skolor och vårdlokaler bör nivåerna tillämpas för de tidpunkter då lokalerna används. På skol- och förskolgårdar avser nivåerna de delar av gården som är avsedda för lek, rekreation och pedagogisk verksamhet.

5.7 Bedömningsgrunder lågfrekvent buller

Vägledning "RAPPORT 2015:21 Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning" från Boverket att särskild hänsyn ska tas vid bostadsbyggande när det finns yttre bullerkällor som avger lågfrekvent buller i omgivningen. Det riktvärde från myndighet som specifikt berör lågfrekvent buller **inomhus**, redovisas i Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller FoHMFS 2014:13.

Trafikbuller från väg- och spårtrafik utvärderas endast i A-vägd ljudnivå som ensiffervärden, det vill säga de riktvärden för ekvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå inomhus som finns redovisade i infrastrukturpropositionen 1996/97:53.

Ett fördjupat resonemang om problematiken rörande lågfrekvent buller finns i kapitel 9.2. Det som främst behöver utredas är om det finns rimliga åtgärder för att klara

riktvärden för industriellt buller/fast installationer inomhus utöver de generella A-vägda krav som finns utomhus.

Idag saknas vägledande riktvärden för specifikt lågfrekvent buller utomhus.

5.8 Bedömningsgrunder för stomljud

Projektets bedömningsgrunder för stomljud i driftskedet utgår från de riktvärden som Trafikverket definierat för spårtrafikprojekt. Trafikverket redovisar riktvärden för stomljud i "Riktlinje för buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg" TDOK 2014:1021 (Trafikverket, 2024. Revision 4.0). Eftersom Trafikverkets riktvärden är de som har tydligast grund i senaste forskning om hälsomässig effekt, används de som riktvärden i detta projekt. Spår i tunnel bedöms som nybyggnad vilket innebär att riktvärden för stomljud enligt tabell 1 i TDOK 2014:1021 ska följas. Dessa riktvärden är en konkretisering av vad Trafikverket anser vara en godtagbar miljö och utgör ett stöd vid bedömningar om behov av utredningar och genomförande av skyddsåtgärder. Riktvärden för stomljud inomhus från spårtrafik visas i Tabell 3.

Tabell 3. Riktvärden för stomljud från spårtrafik i bostäder, vårdlokaler, skolor och kontor. Alla riktvärden gäller inomhus. Stomljuds nivåer baseras på TDOK 2014:1021 (Trafikverket, 2024. Revision 4.0).

Lokal eller områdestyp	Tid på dygnet som riktvärdet gäller	Maximal stomljuds nivå inomhus, $L_{A,max}$
Bostäder	Kl. 22–06, riktvärde avser trafikårsmedelvärde som högst får överskridas 5 gånger.	32 dBA
Vårdlokaler – utrymme för sömn eller vila		
Skolor, Kontor	Under verksamhetstid	45 dBA

5.9 Sammanfattande bedömningsgrunder för trafikbuller

Då projektet omfattar områden med byggnader som redan i dagsläget är utsatta för höga bullernivåer är bedömningsgrunderna beroende av vilken förändring detaljplanerna medför. I de fall en detaljplan medför en mindre förändring, upp till 2 dB högre ekvivalent ljudnivå, hänvisas därför till Göteborgs stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029 (se kapitel 5.4) övervägs kompenserande åtgärder.

Om en detaljplan medför en större förändring än 2 dB högre ekvivalent ljudnivå bedöms det enligt praxis vara en väsentlig förändring varför riktvärden enligt proposition 1996/97:53 (se kapitel 5.1) tillämpas.

Projektet har analyserat bullerpåverkan och konstaterat att den beräknade kumulativa ökningen är 1–2 dBA ekvivalent ljudnivå vid några få berörda fasader. En förändring på 1–2 dBA är generellt knappt hörbar för enskilda individer. Lindholmsförbindelsen har endast sju bostadshus som överskrider riktvärde utifrån specifikt Lindholmsförbindelsen som byggs (bullerberörda) vilka blir föremål för att utreda bullerreducerande åtgärder. Projektet har i sin närhet inga bostadshus som i driftskede med alla trafikslag inräknade både ökar med 1-2 dBA och samtidigt tillförs de byggnader som överskrider Göteborgs Stads åtgärdsnivåer (63 dBA för utredning, 65 dBA för obligatoriska åtgärder). Ett kvarter på Lindholmen får ökade maximala

Ljudnivåer på 4 dBA beroende av vägtrafik på grund av förändrad vägsträckning för bussar i linjetrafik då spårvägen mot Västra Eriksberg har byggts (Nollalternativ-B). Inomhusnivåer klaras enligt utförda ljudisoleringmätningar. Efter utbyggd Lindholmsförbindelse så planeras en omläggning av gator. Alternativ Slutskede innebär då att dessa hus får lägre maximala ljudnivåer.

Vi är medvetna om att Göteborgs bullerpolicy har en tydlig ambition att minska buller och skapa goda ljudmiljöer. Därför erkänner vi att även små ökningarna kan bli betydelsefulla om de upprepas i flera projekt. För att ta ansvar för den kumulativa effekten planerar projektet för kompensationsåtgärder som stödjer stadens mål, bland annat:

Gröna lösningar som vegetation som gräsmattor, sedumtak och fasadbeväxning för att dämpa ljud och skapa attraktiva miljöer.

Materialval med låg klimatpåverkan och ljuddämpande egenskaper, exempelvis trä och bevuxna bullerskydd.

Begränsning av hårdgjorda ytor för att minska ljud-reflektion. Till exempel trågets väggar kan förses med ljudabsorberande material.

Lokala bullerreducerande åtgärder som murar, skyddsräcken och andra avskärmningar i närheten av anläggningen utförs täta, om det är möjligt, så att de skärmar omgivningens vistelsezoner

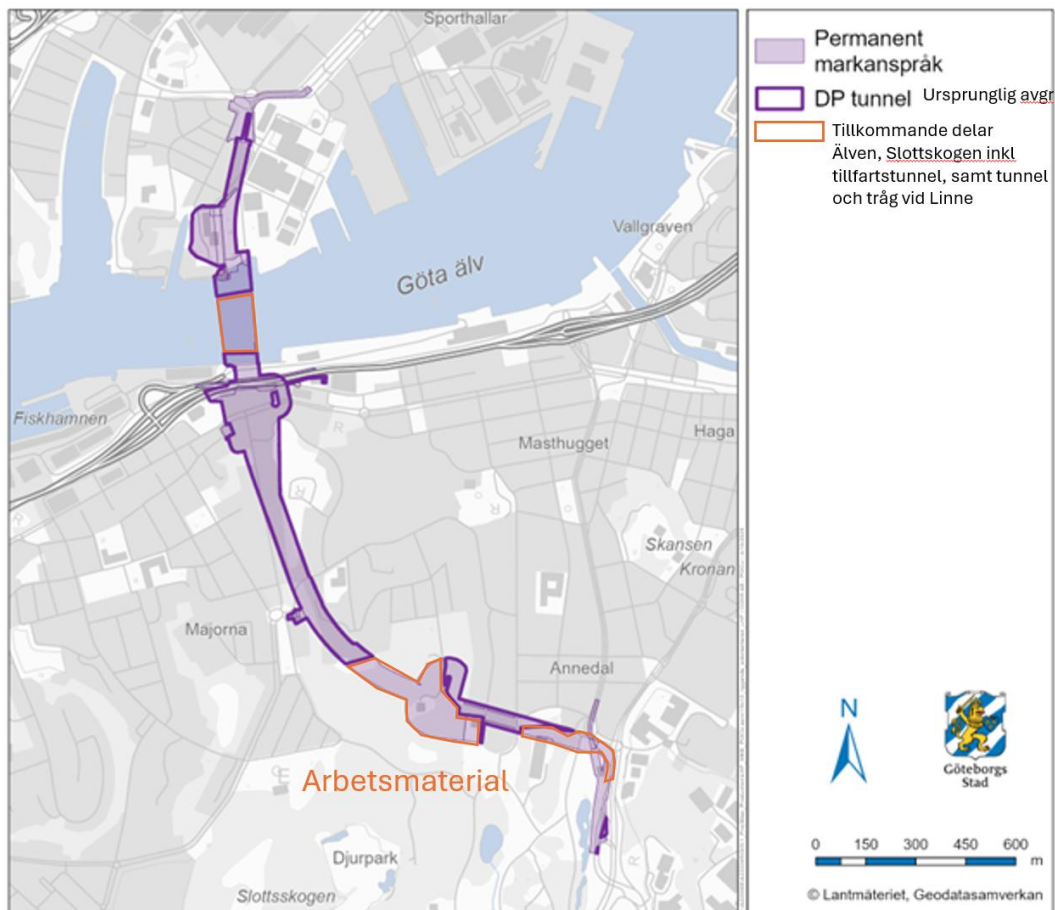
Även om ökningen inte är väsentlig för den enskilda personen eller projektet så finns forskning på större befolkningsgrupper om dos-respons och befolkningseffekt som visar negativa folkhälsoeffekter.

Störningsstudier (Miedema & Oudshoorn, 2001) visar att andelen människor som upplever sig störda ökar med ljudnivån enligt ett dos-respons-samband. Vid en ökning från exempelvis 55 till 57 dBA (≈ 2 dBA) ökar andelen "annoyed" med flera procentenheter. För vägtrafikbuller innebär detta att en liten höjning kan leda till att tusentals fler personer i en större stad och alla dess projekt upplever sig störda eller mycket störda. Effekten är särskilt relevant i tätbebyggda områden där många människor exponeras. Detta understryker vikten av att minimera även små ökningarna för att undvika en negativ folkhälsoeffekt.

Ökningen 1-2 dBA är marginell och tekniskt obetydlig för individen, men projektet erkänner den kumulativa och befolkningsmässiga effekten. Därför dokumenteras effekten och kompletteras med åtgärder som är i linje med Göteborgs bullerpolicy och nationella riktvärden.

6 Detaljplan Tunnel

DP Tunnel omfattar utbyggnad av spår i tunnel längs Lindholmsförbindelsen samt en ny underjordisk hållplats på Stigberget. DP Tunnel innefattar också tillfarts- och servicetunnlar samt de fasta installationer och stödanläggningar som tillhör spårtunneln. Avgränsning av planområde visas i Figur 3.



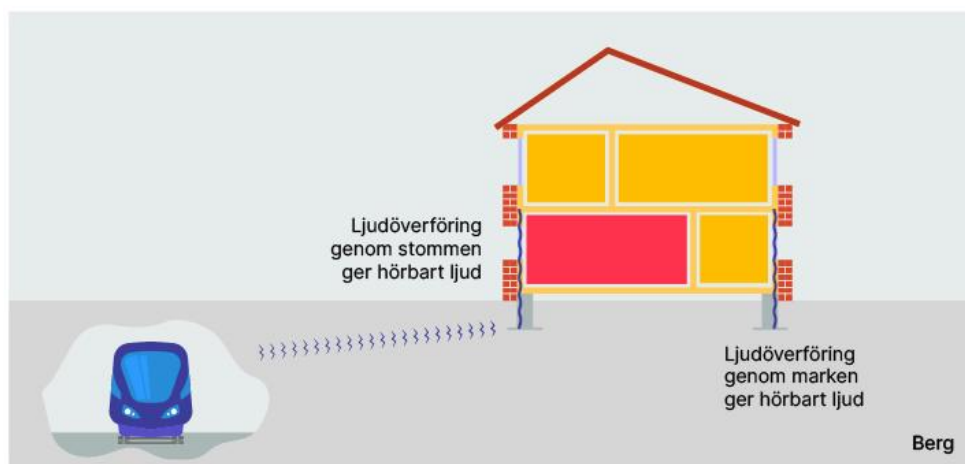
Figur 3. Avgränsningsområde för DP Tunnel visas med mörkare lila streck inom det permanenta markanspråket som redovisas som lila yta [Källa: SBF].

6.1 Förutsättningar

6.1.1 Stomljud

Stomljud förekommer framför allt i anslutning till bergtunnlar, i byggnader anlagda på berg eller byggnader som är sammankopplade med betongtunnlar för järnvägstrafik i andra markförhållande än berg. På grund av stomljudets lågfrekvenskaraktär och att källan inte är synlig är riktvärdet skärpt jämfört med luftburet buller. Forskning har legat som grund för att sätta riktvärden som ska undvika hälsomässig negativ effekt på grund av störd sömn och vila i bostäder eller vård. Riktvärdet för bostäder är satt till 13 dBA lägre än motsvarande värde för luftburet buller, $L_{A,max}$, med hänsyn till risk för lågfrekvent störande karaktären och den ökade risken för att ljudet uppfattas i samtliga rum i en bostad. För luftburet buller finns i regel möjlighet till en ljudskyddad sida.

Stomljud överförs in i byggnaden genom berggrunden, vilket kan ge upphov till ljudstörningar i centralt belägna utrymmen utan fasad mot den externa ljudkällan. Exempel på sådana lokaler kan vara konferensrum, andaktsrum, biografer, musikstudios och teatrar. Dessa lokaler har inga specifika riktvärden utan behandlas likt skolor eller kontor. Därför används begreppet "känslig verksamhet" i denna utredning för att identifiera verksamheter som kan behöva utredas för att undvika för stor negativ effekt i framtiden. Utredning bör ske i dialog och eventuell hänsyn dokumenteras vid behov.



Figur 4. Illustrationsbild av hur spårvagnstrafik i en bergtunnel genererar buller, s.k. stomljud, i byggnader i omgivningen. Notera att ljudet kan sprida sig till rum på den tystare sidan av byggnaden (Bildkälla: COWI/AFRY).

DP Tunnel består av följande delsträckor:

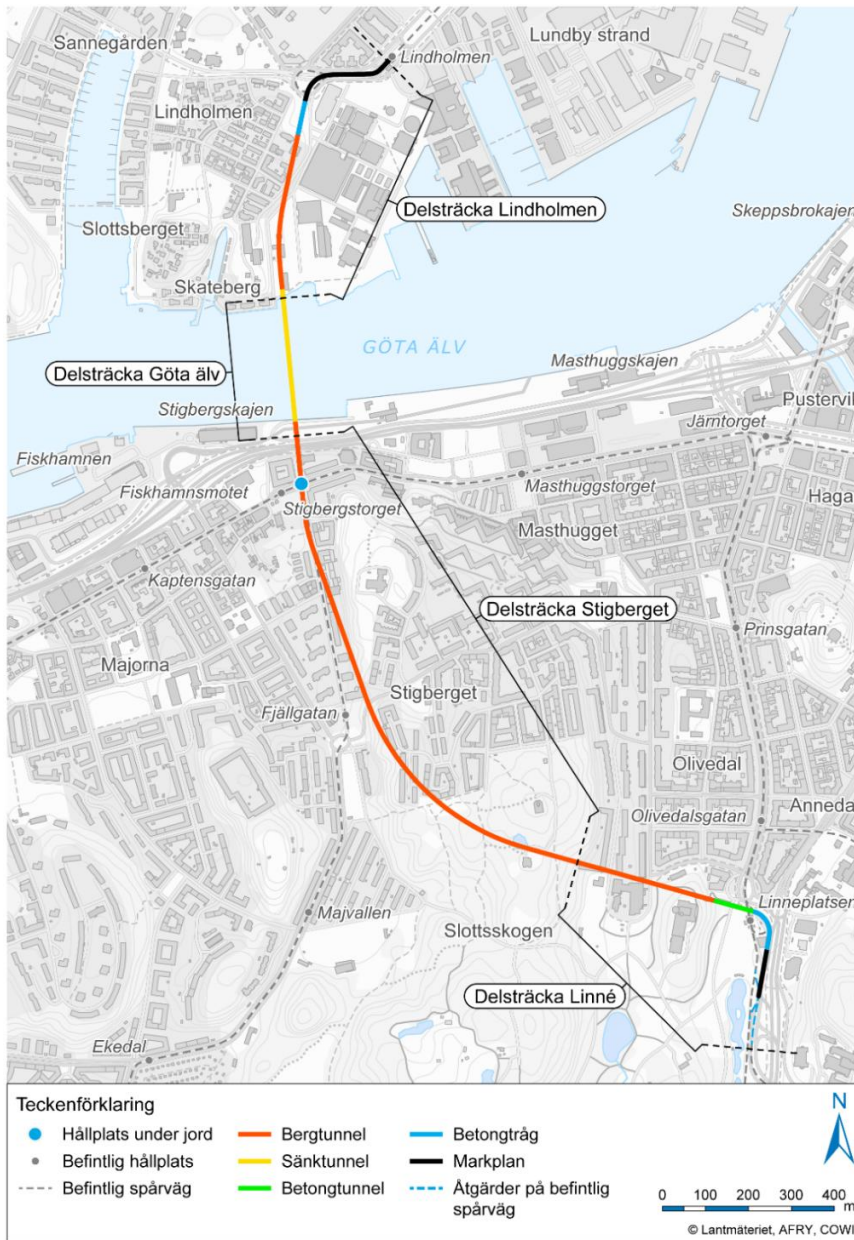
Delsträcka Lindholmen: Denna sträcka omfattar spårdragning i betongtråg till bergtunnel med öppning vid Lärdomsgatan, och vidare under flerbostadshus och skolor fram till sänktunneln som löper under Göta älv. Området inkluderar även fasta installationer enligt kapitel 6.1.2, tillfartstunnel samt servicetunnel. Pumphus för skyfallsmagasin och likrikstarstation vid Ceresgatan ingår i detaljplanen för tunnelsträckan. Lindholmen kännetecknas av en varierad bebyggelse med bostäder, utbildnings- och forskningsinstitutioner, kulturverksamheter av känslig karaktär samt kontorsbyggnader.

Delsträcka Göta Älv: Detaljplanen innefattar en sänktunnel under Göta älv, vilken ansluter till bergtunnlar på såväl norra som södra sidan av älven.

Delsträcka Stigberget: Denna sträcka innehåller bergtunnel, planerad underjordisk hållplats vid Stigbergstorget med access från både torget och Oscarsleden E45, två tillfartstunnlar (infart Oscarsleden respektive Jungmansgatan), likrikstarstationer vid **Barlastgatan** och Fjällgatan samt fasta installationer som tillhör hållplatsen enligt kapitel 6.1.2. Utrymmen för anläggningen återfinns mellan Emigrantgatan och Oscarsleden, inklusive parallell bergtunnel och servicetunnel mot Linné. Vid Stigbergskajen övergår sänktunneln åter i bergtunnel under Stigberget. Den underjordiska hållplatsen under Stigbergstorget sträcker sig österut under Stigbergsliden och västerut under torget, med entréer från båda riktningar. Anslutning finns mot Likrikstarstation vid Barlastgatan. Bergtunneln fortsätter från hållplats söderut, öster om Bangatan. Spårvägstunneln går vidare österut under Älghagsgatan, passerar Slottsskogen och observatoriet, och delsträckan avslutas under södra delen av Jungmansgatan där anslutning finns till servicetunnel. Området kring Stigberget domineras av bostadsfastigheter samt verksamheter av känslig karaktär såsom kyrkor, musiklokaler, skolor och museer.

Delsträcka Linné: Den sydligaste delen omfattar bergtunnel mot Linnéplatsen samt fasta installationer enligt kapitel 6.1.2. Från Slottsskogen dras spårvägen sydöst i tunnel under bostäder, vårdcentral, äldreboende och Göteborgs naturhistoriska museum. Under den östra slänten av museibacken övergår bergtunneln till betongtunnel och därefter till betongtråg, innan spårvägen slutar i marknivå vid Linnéplatsen, där DP Tunnel avslutas. I detaljplanen ingår även två mindre områden intill Fågeldammen med likrikstarstation. Området utmärks av en hög koncentration av bostäder, förskolor samt utbildnings- och vårdlokaler. Några av verksamheterna är av känslig karaktär och kan behöva speciell hänsyn.

DP Tunnel behandlar tunnelplacerade spår. Sträckning och layout presenteras i Figur 5.



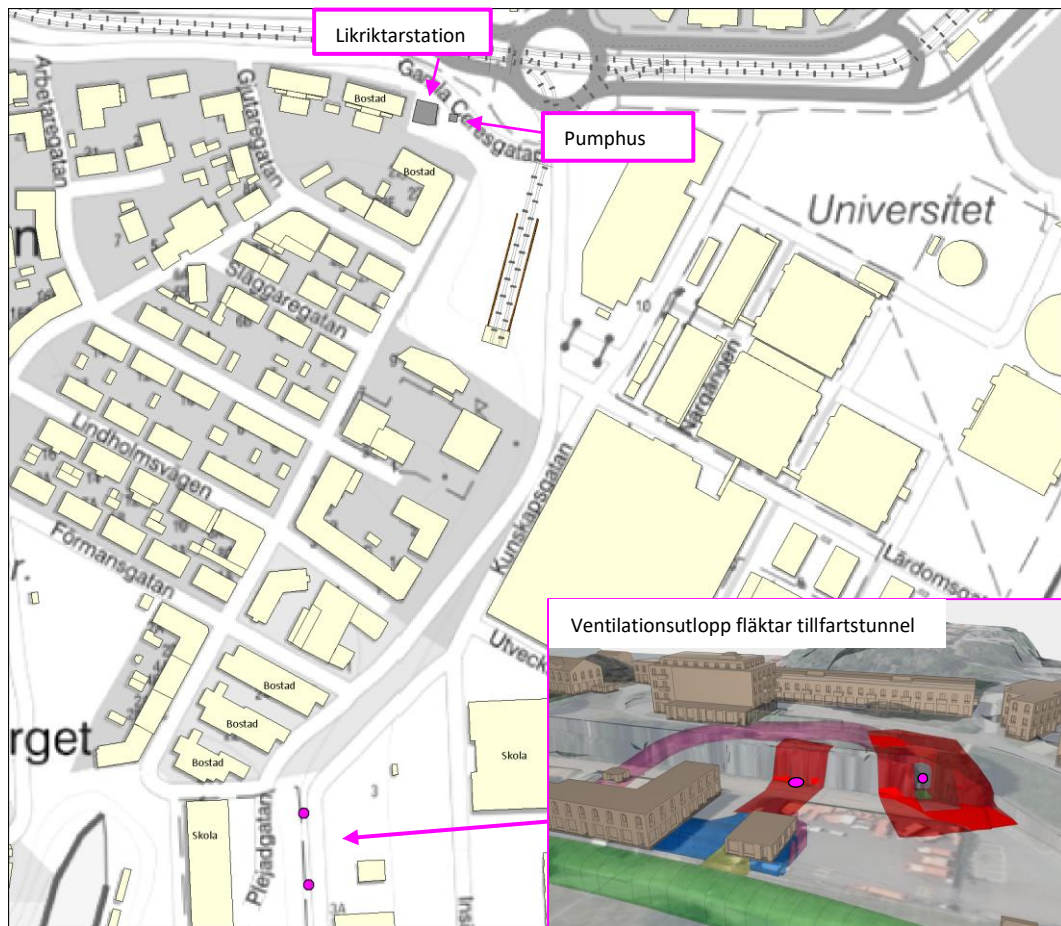
Figur 5. Delsträckor inom DP Tunnel och övergripande utformning för Lindholmsförbindelsen (Bildkälla: COWI/AFRY).

6.1.2 Fasta installationer

I DP tunnel ingår fasta installationer och stödanläggningar till tunneln som kommer vara belägna ovan eller under mark och kan komma att påverka omgivningen med avseende på buller. Dessa ingår i DP Tunnel. Identifierade industribullerkällor har beräknats och jämförts mot Naturvårdsverkets riktvärden för industri- och annat verksamhetsbuller. Eftersom underlaget är knapphändigt behöver ett värsta scenario hanteras. Driftstider, ljuddata och definitiva placeringar kommer att preciseras senare i projektet. Buller sprids normalt som luftburet buller, men stomljud kan förekomma vid felaktigt montage i berg eller byggnadsstomme.

På Lindholmen, nordväst om tunnelmynning mot tråget planeras ett pumphus som kommer pumpa bort vatten från ett skyfallsmagasin. Bredvid pumphuset finns en befintlig likriktarstation som förser spårvägen med ström. Tillkommande installationer för Lindholmsförbindelsen kommer inrymmas i den befintliga likriktarstationen. På likriktarstationens norra och östra fasad finns ventilationsgaller som kommer avge ljud till omgivningen.

Inom södra delen av Lindholmen vid Kunskapsgatan finns öppningen för tillfartstunneln. Inom tunneln finnas impulsfläktar för ventilation som är i drift vid användning av tunneln. Vid portöppningen till tillfartstunneln kommer det finnas ett galler där ljud från impulsfläktarna kommer sprida till omgivningen. Söder om tunnelmynningen kommer det även finnas ett ventilationsschakt som via ett galler i marknivå kommer avge ljud till omgivningen. Bullerkällornas placering visas i Figur 6.



Figur 6. Geografiskt läge och placering av beräknade bullerkällor på Lindholmen.

Vid tillfartstunneln mot Oscarsleden kommer ett utlopp från ventilationsanläggningen under mark att finnas. Detta är det kombinerade uteluftsschakt och brandgasschakt. Ventilationstornet ska tillgodose friskluftsintag till hållplatsen i Stigbergstorget vilket kommer vara i kontinuerlig drift. Brandgasfläktar kommer endast köras vid brand samt vid testkörning.

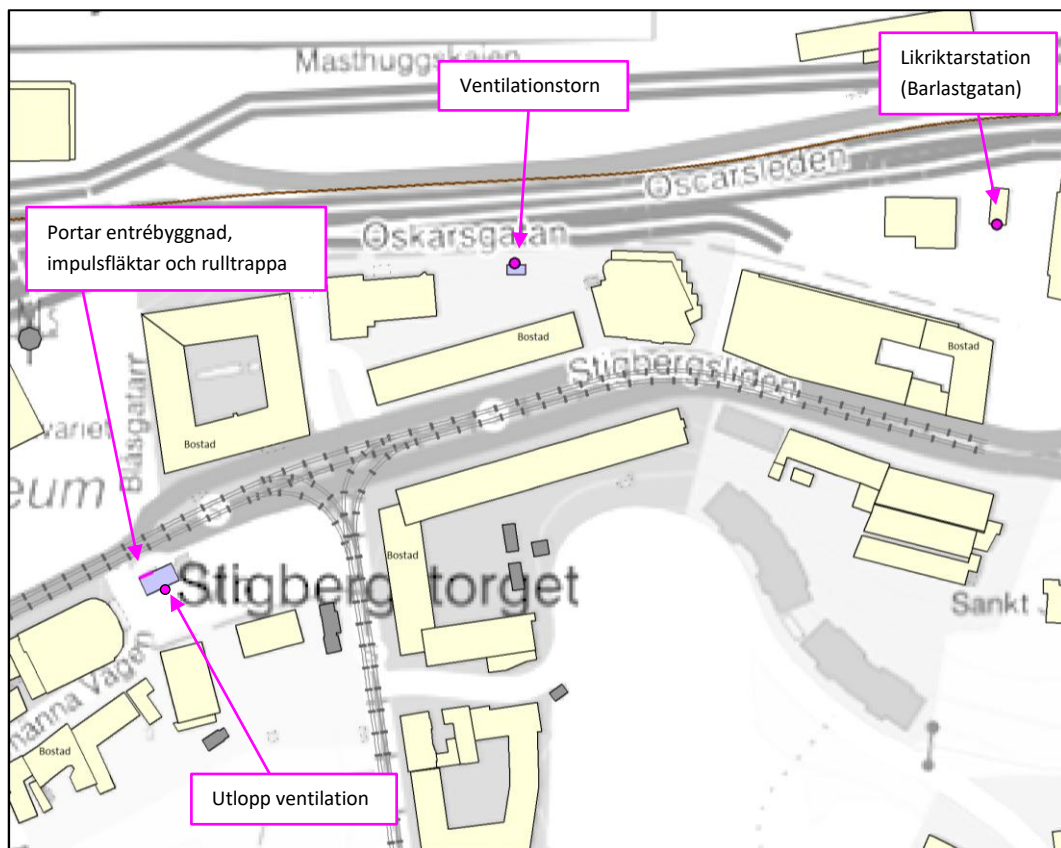
Entréhuset till hållplatsen kommer att placeras vid Stigbergstorget. Två impulsfläktar är planerade att installeras i taket ovanför rulltrapporna ned till hållplatsen för att



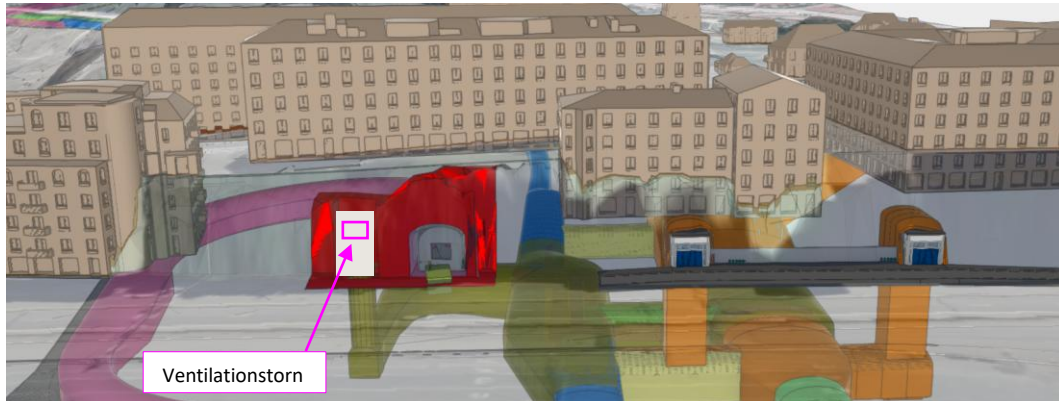
säkerställa effektiv ventilation vid eventuell brand. Utöver brandsituationer kommer fläktarna att provköras enligt ett intervall som ännu inte fastställts. Ljud från dessa fläktar kan komma att passera genom entréns dörrar eller via särskilda överluftsgaller monterade på byggnaden. För att undvika problem med undertryck måste överluftsgaller finnas eller dörrar hållas öppna under drift, annars går dörrarna inte att öppna. Vid testkörningar behöver särskild hänsyn tas till resenärer, vilket kan innebära att tester utförs då entrén tillfälligt är stängd för allmänheten.

Förutom de brandstyrda impulsfläktarna behövs ventilation i entrébyggnaden på grund av värmealstring från rulltrapporna. Buller från ett frånluftsgaller på entrébyggnadens södra fasad har beräknats. Utöver ventilation så avger rulltrappan ljudnivå på cirka 65-70 dBA inom byggnaden vilket sprids ut via ventilationsöppning eller utrymme med öppna dörrar mot omgivningen.

På Stigberget kommer reservkraft vid strömavbrott att tas från en alternativ anslutningspunkt i elnätet, vilket ger ökad redundans. Dieselaggregat eller liknande anläggning krävs alltså inte. En batterianläggning finns för nödkraft och kräver viss ventilation och kylning, men detta bedöms inte medföra några störningar för omgivningen.

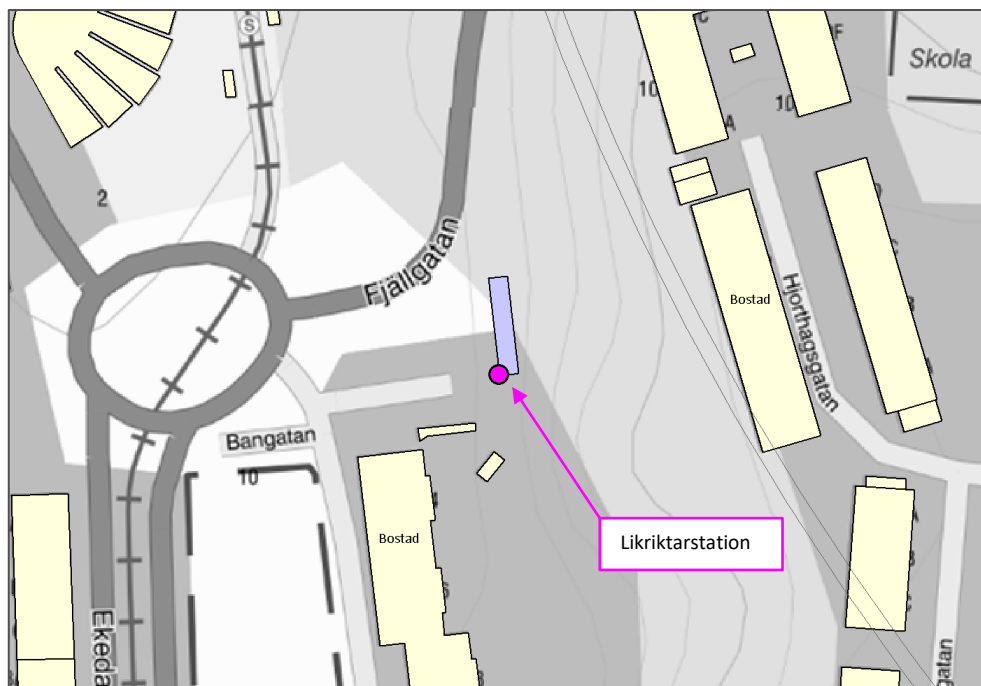


Figur 7. Geografiskt läge av de beräknade industribullerkällorna på stigberget. **Arbetsmaterial**



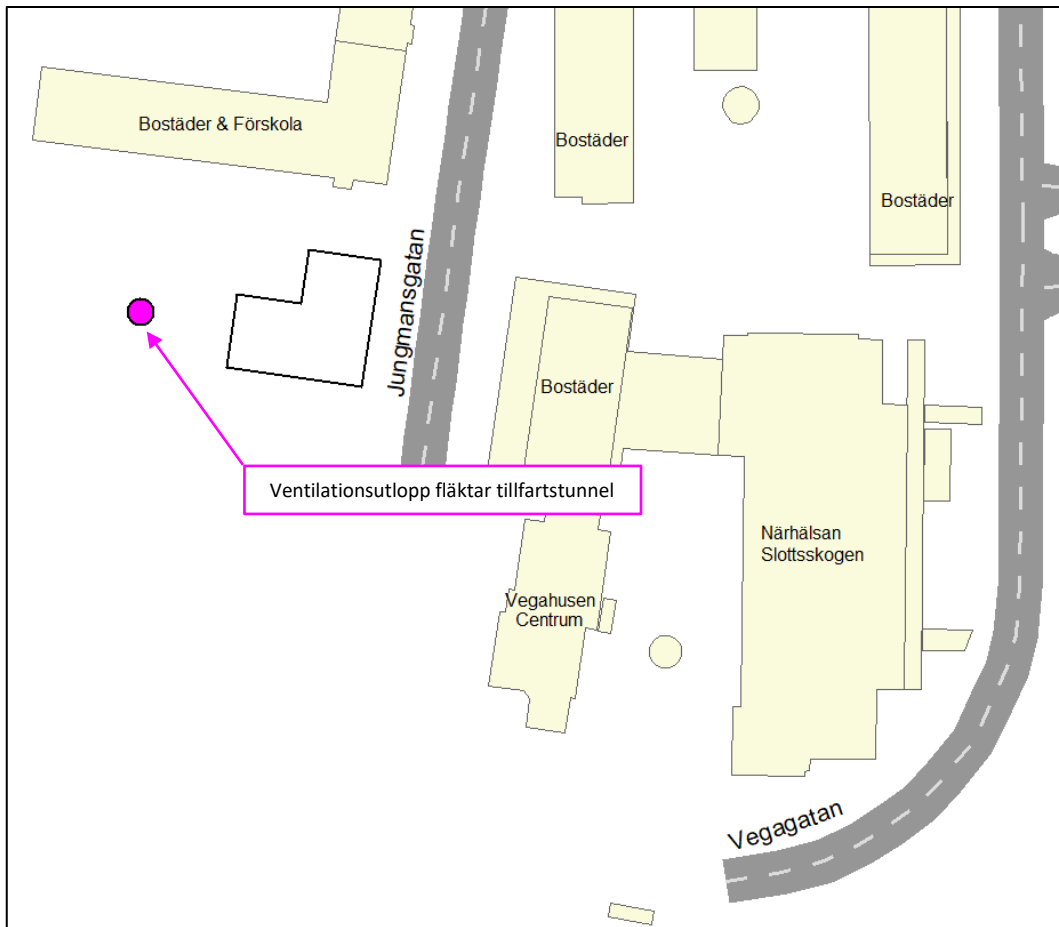
Figur 8. Placering av ventilationstorn på stigberget. 3D vy sett från norr.

Vid Barlastgatan finns en befintlig likriktarstation som spårvägen ansluter till och vid Fjällgatan planeras en likriktarstation som förser spårvägen med ström. Ventilationsgaller på byggnadernas fasader kan avge ljud till omgivningen.

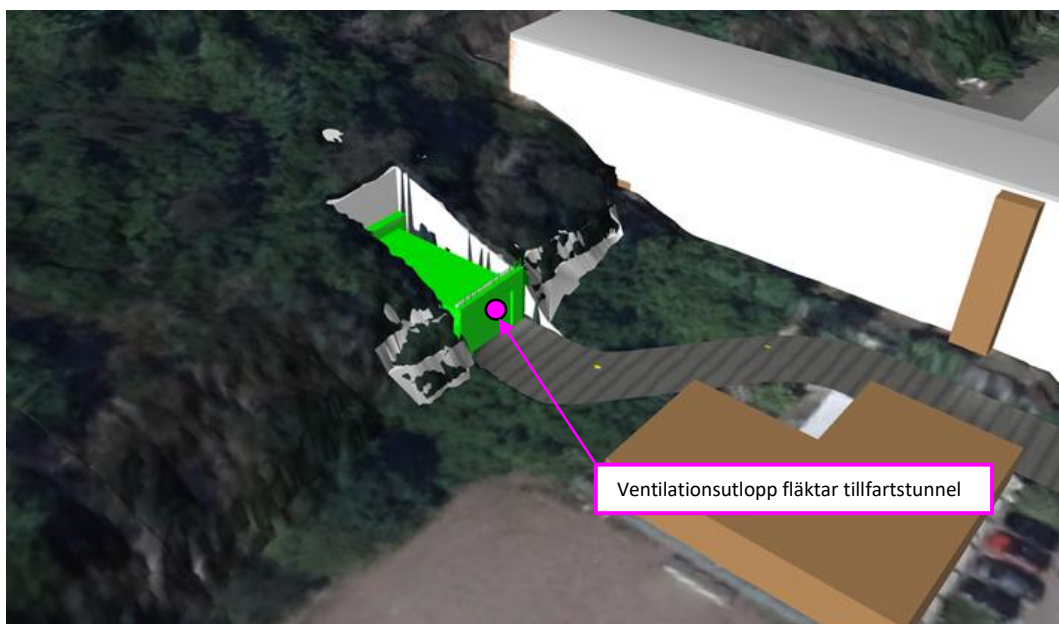


Figur 9. Geografiskt läge av beräknad likriktarstation på Fjällgatan.

150 meter norr om lekplatsen Plikta vid Jungmansgatan, planeras mynningen till en tillfartstunnel. Tunneln kommer att vara utrustad med impulsfläktar för ventilering. Förutom att de kommer användas vid brand, kommer de testköras regelbundet, samt säkerställa att det inte blir för hög halt av kolmonoxid i tunnel vid trafikering av bensin- och dieseldrivna fordon. Ljudet från impulsfläktarna kommer att spridas ut mot angränsande bostäder och vårdcentral.

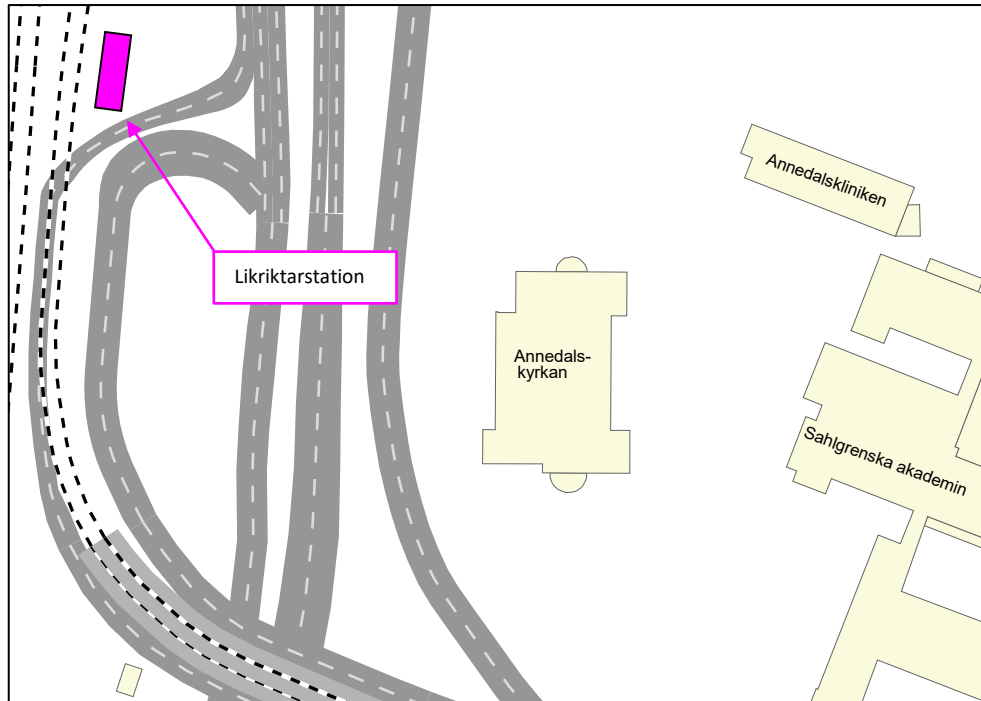


Figur 10. Geografiskt läge av beräknad impulsfläkt i tillfartstunnel på Jungmansgatan.



Figur 11. Placering av beräknat ventilationsutlopp vid Jungmansgatan. 3D vy från söder.

Norr om Annedalsmotet i höjd med mitten på Fågeldammen kommer det placeras en likriktarstation. Ventilationsgaller på byggnadens fasad kan avge ljud till omgivningen.



Figur 12. Geografiskt läge av beräknad likriktarstation vid Annedalsmotet.

De externa industribullerkällor som identifierats på sträckningen presenteras i Tabell 4 nedan. För de flesta bullerkällor saknas ljuddata och utredningen har i stället utgått från att beräkna vad det som mest får låta från de olika bullerkällorna för att klara riktvärden vid närmaste byggnader. För några av bullerkällorna har frekvensdata använts från liknande referensbullerkällor som mätts upp vid andra liknande verksamheter. Referensbullerkällorna som använts visas i Tabell 5. Den sammanlagda ljudeffektnivån för referensbullerkällorna har i beräkningarna sedan korrigerats för att ta fram en kravställande ljudeffektnivå för varje bullerkälla för att klara Naturvårdsverkets riktvärden.

Tabell 4: Bullerkällor från externt industribuller, belägna ovan mark som ingår i DP Tunnel samt kommentar om använd ljuddata.

Bullerkälla	Placering	Kommentar
Likrikstarstation	Lindholmen	Ljuddata baseras på mätningar utförda av Efterklang vid en likrikstarstation på Guldhedsgatan i Göteborg. Det uppmätta ljudet hade tonala egenskaper. (Placerad inom dP Lindholmen)
Pumphus för skyfallsmagasin	Lindholmen	Ljuddata saknas. Plats för ljuddämpare finns inom byggnad. (placering inom dP Lindholmen)
Impulsfläktar i tillfartstunnel	Lindholmen	Ljuddata för impulsfläktar i tillfartstunnel på Kunskapsgatan har tillhandahållits av leverantör. Impulsfläkt beräknas sitta i tunnel cirka 28 m ifrån portöppningen.
Ventilation tillfartstunnel	Lindholmen	Preliminära ljuddata för frånluftsfläkt inklusive ljuddämpare har tillhandahållits från projektörer.
Impulsfläktar vid hållplatsuppgång	Stigberget	Ljuddata för tilltänkt impulsfläkt på stigberget har tillhandahållits från leverantör. Impulsfläktarna sitter i tunnel cirka 25 m ifrån portöppningen och är sällan i drift för rökgasevakuering. Då de används för allmänventilation är de avsevärt tystare.
Ventilation entrébyggnad hållplats	Stigberget	Ljuddata av frånluftsgaller har tillhandahållits av projektör.
Rulltrappa	Stigberget	Ljuddata är baserad på leverantörens mätning av rulltrappa. Mätningen visar att ljudnivån vid en meter från rulltrappan ligger mellan 65 och 70 dBA.
Ventilationstorn	Stigberget	Ljuddata för utloppsgaller för ventilationstornet är preliminär och har utgått från en gallerarea på 27 m ² . Brandgasfläktarna är i drift vid rökgasevakuering. Ventilationsaggregat för allmän ventilation av hållplatsen kommer gå kontinuerligt men är betydligt tystare.
Likrikstarstation	Barlastgatan	Ljuddata baseras på mätningar utförda av Efterklang vid en likrikstarstation på Guldhedsgatan i Göteborg. Det uppmätta ljudet hade tonala egenskaper.
Likrikstarstation	Fjällgatan	Ljuddata baseras på mätningar utförda av Efterklang vid en likrikstarstation på Guldhedsgatan i Göteborg. Det uppmätta ljudet hade tonala egenskaper.
Likrikstarstation	Linnéplatsen	Ljuddata baseras på mätningar utförda av Efterklang vid en likrikstarstation på Guldhedsgatan i Göteborg. Det uppmätta ljudet hade tonala egenskaper. (Placerad inom dP Linné)
Impulsfläktar tillfartstunnel	Linnéplatsen	Leverantören har lämnat ljuddata för de planerade impulsfläktarna i tillfartstunneln vid Jungmansgatan. Impulsfläktarna ljuddämpade och placerade cirka 30 meter från portöppningen. Ljudnivån varierar avsevärt beroende på driftläge.

Tabell 5: Ljuddata för de bullerkällor som använts i beräkningarna. Listade ljudnivåer avser ljudspridningen till omgivningen (som exempel anges ljudnivån för impulsfläkten vid portöppning till tillfartstunneln och inte vid själva fläkten).

Bullerkälla	Ljudeffektnivå i oktavband (dBA)									Ljudnivå ² 10 m från källan (dBA)
	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Likrikstarstation	30	39	44	57	66	56	51	43	35	39
Ventilation Lindholmen (inkl. dämpning)	-	56	67	62	60	53	52	55	46	34
Impulsfläkt Lindholmen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43 ³
Impulsfläkt hållplats (inkl. dämpning) ⁴	-	56	71	83	82	88	86	81	70	64
Brandfläktar ventilationstorn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
Ventilation entrébyggnad	-	63	64	63	58	58	53	46	41	34
Impulsfläkt Linnéplatsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37 ⁵

Notering: I detta tidiga skede kommer både ljudkällor som klaras med marginal och ljudkällor som kräver kompletterande åtgärder att presenteras på liknande sätt. Det krävs fördjupade utredningar för att avgöra behov av ljuddämpning och vilka källor som behöver denna ljuddämpning. Det huvudsakliga syftet för denna presentation är att redovisa underlag för eventuella planbestämmelser.

6.1.3 Trafikbuller

På Lindholmen ingår Södra delen av Kunskapsgatan på Lindholmen i planområdet för Detaljplan Tunnel. Ett genomförande av detaljplanen innebär endast tillskott av trafikrörelser från enstaka service- och räddningsfordon. Dessa bedöms inte påverka ljudnivån i angränsande områden

På södra sidan av Göta Älv, Stigbergskajen, så sker förändringar för att möjliggöra åtkomst till servicetunneln invid Oscarsleden kommer bergsväggen delvis att sprängas ur och Oscarsleden flyttas något norrut, se

Figur 13. Eftersom dessa förändringar påverkar ljudnivåerna vid bostäder söder om Oscarsleden har trafikbuller beräknats för nollalternativ och driftskede. Platsen påverkas av projekteringen av hållplatsen och vägsträcka. Beräkningar kommer att revideras i nästa leverans.

² Ljudnivå förutsätter halvsfärisk utbredning relativt ljudeffektnivå, tumregel $L_w = L_p + 28$ dB

³ Ljudnivå 10 m från tunnelmynningen

⁴ Ljudeffektnivån för 2 st. fläktar vid portöppning av entrébyggnaden. Ljuddata har tillhandahållits från fläktleverantör.

⁵ Ljudnivå 10 m från tunnelmynningen



Figur 13. Preliminär skiss över flytt av E45/Oscarsleden. Källa AFRY:2025-09-18.

Oscarsledens flytt utreds fortfarande och flyttas cirka 4 meter norrut i nuvarande utförande vilket påverkar ljudnivåer. Samtidigt så behöver berg tas bort på grund av plats behövs framför transporttunnel för angöring av fordon. På grund av dessa ändringar kommer bergskrönets skärmning att minska något på grund av geometrin. Fler bostäder i flerbostadshus på fastigheten Majorna 406:2 kan få fri sikt till biltrafiken på E45 och därmed något högre ljudnivå. Det är inte möjligt att i dagsläget avgöra hur mycket E45 kan flyttas utan att påverka ljudnivåer då även bergskrön inverkar på slutresultat.

Den omfattning av bergsuttag som använts i beräkningen redovisas i Figur 14. Om berguttaget ökas i kommande projektering kan de beräknade ljudnivåerna påverkas.



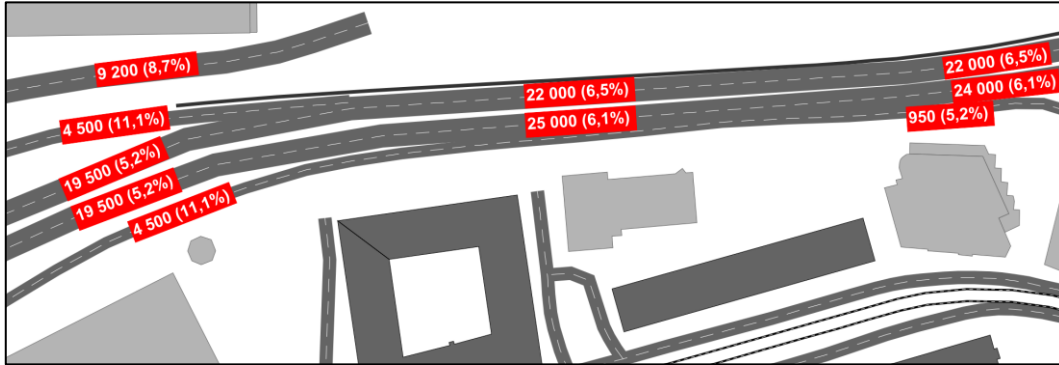
Figur 14. Nuvarande bergsskärmning i ljusblått, planerad bergsskärmning i rosa.

Söder och norr om Oscarsleden planeras en cirka 2 meter hög bullerskyddsskärm för att förbättra ljudmiljön vid entré hållplatsen från Stigbergskajen och på gång/cykelbanor.

Trafikflöden för väg och spårtrafik som använts i beräkningarna redovisas i Figur 15. Hastigheten är satt till 70 km/h på Oscarsleden och 50 km/h på övriga gator.



Vägtrafikflöden är hämtade från Göteborgs stads portal för trafikmängder och Trafikverkets vägtrafikflödeskarta. Flödena avser nuläget och antas inte öka i framtiden.



Figur 15. Vägtrafikflöden, ÅDT (andel tung trafik), för nuläget på Oscarsleden.

6.2 Resultat

6.2.1 Stomljud spårtrafik

6.2.1.1 Nuläge

Nulägesmätningar av ljudnivåer har utförts inomhus i ett flertal byggnader. Syftet med nulägesmätningarna var att dokumentera nuvarande ljudnivåer i verksamhetslokalerna för att kunna värdera känsligheten för tillkommande stomljud. Nulägesmätningarna kan även användas för att ställa relevanta krav för projektering av bullerreducerande åtgärder. I detta dokument redovisas endast de verksamheter som beräknas få stomljuds nivåer som överskrider $L_{A,eq} = 32$ dBA (Trafikverket, 2024. Revision 4.0) maximal ljudnivå inomhus under driftskedet. För att se samtliga genomförda nulägesmätningar hänvisas till systemhandlingen, "PM Nulägesmätningar buller och vibrationer", EXF-2023-00924-07-025-0000-2001. Dokumentet kompletteras till viss del av utredning riskanalys vibrationer, "PM Riskanalys markvibrationer", EXF-2023-00924-07-025-0000-2002, där vissa verksamheter angett om de kan vara känsliga för vibrationer eller stomljud från framtida tunnel. De verksamheter där nulägesmätningar har gjorts redovisas tillsammans med uppmätta ljudnivåer i Resultatet av ljudmätningarna i verksamhetslokalerna på Lindholmen visar att det dominerande ljudet inne i lokalerna i det flesta fall kommer från interna installationer och ventilation. Generellt går det mycket lite trafik i närområdet och trafikbuller från de större vägarna Lindholmsallén, Lundbyleden och Oscarsleden kan i de inventerade byggnaderna inte höras inne i verksamhetslokalerna. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan 25–38 dBA inom dessa verksamheter.

Nulägesmätningarna på Stigberget visade att för de lokaler som låg nära spårvagnsspåren i området kring Stigbergstorget kunde stomljud uppfattas vid spårvagnspassager ovan mark. Stomljud från befintlig spårväg uppfattades framför allt i de utrymmen där övrigt bakgrundsljud från omgivningen var lågt så som Sjömanskyrkans kontor och i Bengans butik. I övrigt så var luftburet trafikbuller även påtagligt och mestadels dominerande. Inom de verksamheter där mätningar utförts var även interna bullerkällor som ventilation och installationer dominerande. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan cirka 30–40 dBA.

På Linnéplatsen har nulägesmätningar gjorts i naturhistoriska museet och i förskolor samt vårdlokaler. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan 28–34 dBA vilket är i samma storleksordning som ljudnivåer som eftersträvas vid nyproduktion inom denna typ av verksamheter.

Tabell 6.

Resultatet av ljudmätningarna i verksamhetslokalerna på Lindholmen visar att det dominerande ljudet inne i lokalerna i det flesta fall kommer från interna installationer och ventilation. Generellt går det mycket lite trafik i närområdet och trafikbuller från de större vägarna Lindholmsallén, Lundbyleden och Oscarsleden kan i de inventerade byggnaderna inte höras inne i verksamhetslokalerna. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan 25–38 dBA inom dessa verksamheter.

Nulägesmätningarna på Stigberget visade att för de lokaler som låg nära spårvagnsspåren i området kring Stigbergstorget kunde stomljud uppfattas vid spårvagnspassager ovan mark. Stomljud från befintlig spårväg uppfattades framför allt i de utrymmen där övrigt bakgrundsljud från omgivningen var lågt så som Sjömanskyrkans kontor och i Bengans butik. I övrigt så var luftburet trafikbuller även påtagligt och mestadels dominerande. Inom de verksamheter där mätningar utförts var även interna bullerkällor som ventilation och installationer dominerande. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan cirka 30–40 dBA.

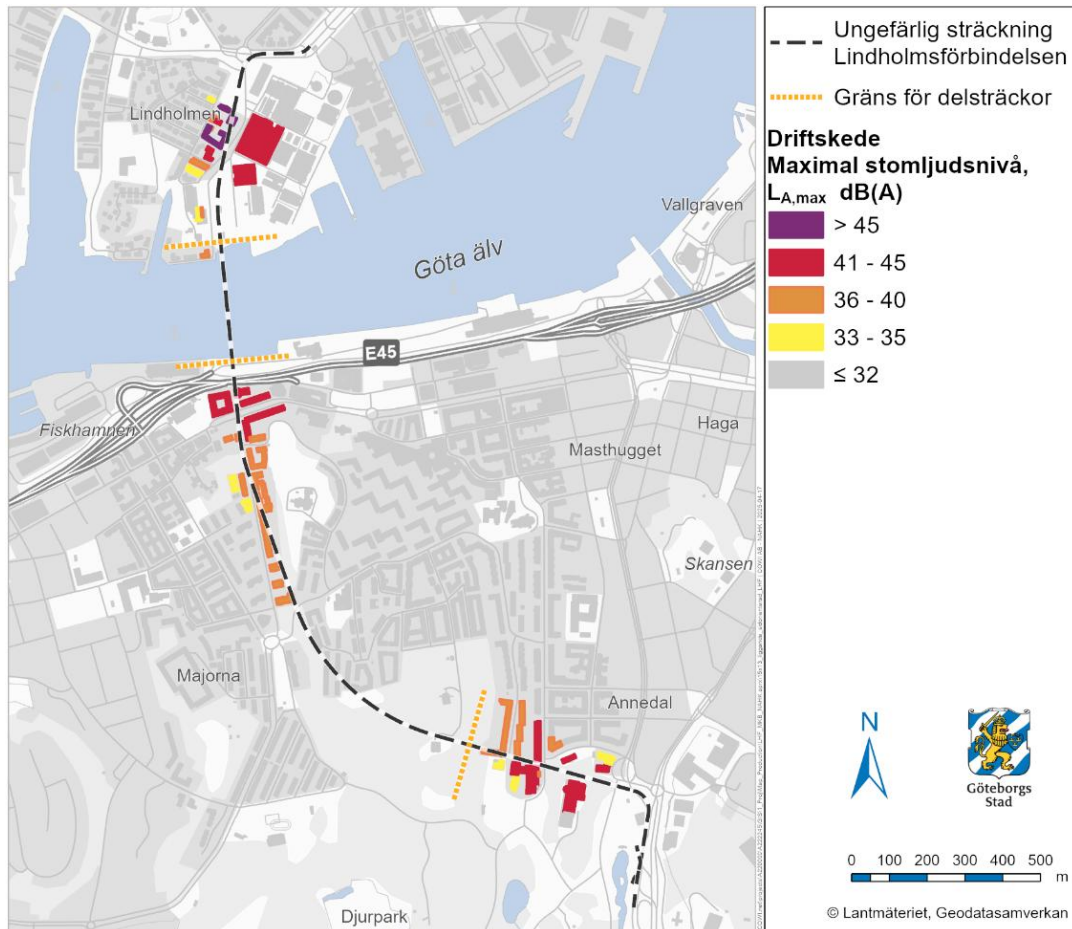
På Linnéplatsen har nulägesmätningar gjorts i naturhistoriska museet och i förskolor samt vårdlokaler. Generellt uppmättes ekvivalenta ljudnivåer mellan 28–34 dBA vilket är i samma storleksordning som ljudnivåer som eftersträvas vid nyproduktion inom denna typ av verksamheter.

Tabell 6. Platser med uppmätta ljudnivåer inomhus från nulägesmätningar. Platser med en ljudmiljö som är mer än 15 dBA tystare än riktvärde är markerade med blått.

Namn	Adress	Fastighet	Funktion	Kommentar
Lindholmsskolan och Noblaskolan	Verkmästaregatan 7	Lindholmen 14:1	Skolbyggnader	Skola årskurs 6–9. Ljudnivå inomhus i klassrum 27–35 dBA från interna maskiner.
Santosskolan	Plejadgatan 1	Lindholmen 6:9,1	Skola	Skola årskurs 6–9. Ljudnivå inomhus i klassrum 28–34 dBA från intern installation.
Backa Teater	Lärdomsgatan 1C	Lindholmen 6:9,4	Teater	Teaterlokaler och musikstudio. Ljudnivå inomhus 25 dBA.
Lindholmens tekniska gymnasium	Utvecklingsgatan 1	Lindholmen 6:13	Skola	Gymnasieskola. Ljudnivå inomhus i klassrum 27–38 dBA från intern installation.
Sjömanskyrkan	Amerikagatan 2	Majorna 408:1	Kristet kulturhus, Kontor	Samlingssalar och kontor. Ljudnivå inomhus 30–40 dBA. Stor ljudpåverkan inomhus från E45/Oscarsleden
Bengans	Stigbergstorget 1	Majorna 404:13	Butik	Skivbutik och konsertlokal. Ljudnivå inomhus 30–38 dBA från intern installation.
Naturhistoriska Museet	Museibacken 5	Slottsskogen 719:11	Museum	Ljudnivå inomhus 29–34 dBA.
Förskola Rosengatan	Rosengatan 6	Olivedal 10:6	Förskola	Ljudnivå inomhus 28 dBA.
Slottsskogens Vårdcentral / Vegahuset äldreboende	Vegagatan 5	Olivedal 6:31	Vårdcentral/ Äldreboende	Ljudnivå inomhus 28–31 dBA.
Förskolan Jungmansgatan 65	Jungmansgatan 65	Slottsskogen 719:4	Förskola	Ljudnivå inomhus 32–34 dBA.

6.2.1.2 Driftskede

I driftskedet, utan åtgärder, bedöms 34 flerbostadshus få stomljudsnivåer överstigande föreslaget riktvärde. Inom flertalet förskolor, skolor och verksamheter så som exempelvis Naturhistoriska museet och Sjömanskyrkan har stomljudsnivåer beräknats som skulle innebära att spårvagnspassager blir tydligt hörbara. Berörda byggnader med avseende på stomljud visas i Figur 16.



Figur 16. Beräknade maximala stomljudsnivåer, $L_{A,max}$, i byggnader vid driftskede, utan stomljuddämpande åtgärder. Sträckan är indelas i delsträckorna Lindholmen, Göta Älv, Stigberget och Linné. Bildkälla: COWI/AFRY



Delsträcka Lindholmen

Utan åtgärder beräknas 6 bostadshus och 1 skola få stomljuds nivåer som överskrider respektive riktvärde. Ytterligare 2 skolor beräknas få stomljuds nivå över 32 dBA men under riktvärdet 45 dBA. På Lindholmen finns även Backa Teatern som även inhyser kontorslokaler inom den beräknade byggnaden. Backa teatern beräknas få stomljuds nivåer över 32 dBA men under riktvärdet för kontorslokaler på 45 dBA. Backa teatern har pekats ut som en känslig verksamhet som i nuläget är mycket tyst vilket innebär att spårvägen kommer bli tydligt hörbar inom dessa lokaler.

Med åtgärder i form av måttlig till hög stomljuddämpning av spåranläggning i tunneln beräknas riktvärde för stomljud kunna uppfyllas i samtliga fastigheter. För delsträcka Lindholmen redovisas i Tabell 7 Tabell 7 byggnader med beräknade överskridande stomljuds nivåer i driftskede, utan åtgärd, och i Tabell 8 redovisas jämförelse mellan nulägesmätningar och beräknade högsta stomljuds nivåer vid känsliga verksamheter.

Delsträcka Göta Älv

Utan åtgärder beräknas en bostadsfastighet på Lindholmen få stomljuds nivåer som överskrider riktvärde. Med åtgärder i form av måttlig till hög stomljuddämpning av spåranläggning i tunneln beräknas riktvärde för stomljud kunna uppfyllas. För delsträcka Göta Älv redovisas i Tabell 7 Tabell 7 byggnader med beräknade överskridande stomljuds nivåer i driftskede, utan åtgärd.

Delsträcka Stigberget

Utan åtgärder beräknas 19 bostadshus få stomljuds nivåer som överskrider respektive riktvärde. Med åtgärder i form av måttlig till hög stomljuddämpning av spåranläggning i tunneln beräknas riktvärde för stomljud kunna uppfyllas i samtliga fastigheter. För delsträcka Stigberget redovisas i Tabell 7 byggnader med beräknade överskridande stomljuds nivåer i driftskede, utan åtgärd, och i Tabell 8 redovisas jämförelse mellan nulägesmätningar och beräknade högsta stomljuds nivåer vid känsliga verksamheter.

På Stigberget finns även två verksamheter som har pekats ut som känsliga för tillkommande stomljud, Sjömanskyrkan och Bengans skivbutik. Stomljuds nivåer i dessa lokaler beräknas till 44 dBA i Sjömanskyrkan samt 42 dBA i Bengans skivbutik. Beräknade ljudnivåer överskrider inte riktvärde för kontorslokaler på 45 dBA. I nuläget har dessa verksamhetslokaler redan ljudnivåer inomhus på 30 – 40 dBA.

Söder om Fjällgatan och vidare under Slottsskogen är marknivån högre, vilket gör att tunneln ligger djupare under byggnader. Det leder till lägre stomljuds nivåer tack vare längre avstånd till byggnader med boende och verksamheter. Riktvärden klaras utan åtgärder tills tunneln når delsträckan Linné där bergtäckningen minskar igen.

Delsträcka Linné

Utan åtgärder beräknas 7 flerbostadshus få stomljuds nivåer som överskrider riktvärdet. 4 förskolor och Naturhistoriska museet beräknas få stomljuds nivå över 32 dBA men under riktvärdet 45 dBA, vilket innebär att spårvägen blir tydligt hörbar inom verksamheterna. Med åtgärder i form av måttlig till hög stomljuddämpning av spåranläggning i tunneln beräknas riktvärde för stomljud kunna uppfyllas i samtliga fastigheter. Tabell 7 redovisar fastigheter med beräknade överskridande stomljuds nivåer i driftskede, utan åtgärd, för delsträcka Linné. I Tabell 8 redovisas jämförelse mellan nulägesmätningar och beräknade högsta stomljuds nivåer från spårvägstrafik i bergtunnel vid bedömda känsliga verksamheter i Linné.

Tabell 7. Fastigheter med beräknade stomljuds nivåer $L_{A,max} > 32$ dBA, utan åtgärder. Gul markering indikerar stomljuds nivå över riktvärde.

Fastighet	Adress	Funktion	Beräknad högsta stomljuds nivå utan åtgärd
Lindholmen 14:2	Verkmästaregatan 9	Bostad	52 dBA
Lindholmen 14:1	Verkmästaregatan 7	Skola	53 dBA
Lindholmen 14:1	Verkmästaregatan 7	Skola	44 dBA
Lindholmen 14:1	Verkmästaregatan 7	Skola	39 dBA
Lindholmen 735:339	Arbetaregatan 2	Bostad	50 dBA
Lindholmen 735:340	Lindholmsvägen 1 & 3 Arbetaregatan 4	Bostad	51 dBA
Lindholmen 6:12	Förmansbacken 2	Bostad	40 dBA
Lindholmen 6:12	Plejadgatan 24	Bostad	35 dBA
Lindholmen 16:1	Släggaregatan 1 & 3	Bostad	34 dBA
Lindholmen 6:9,1	Plejadgatan 1	Skola	36 dBA
Lindholmen 6:13	Utvecklingsgatan 1	Skola	38 dBA
Lindholmen 8:1	Stapelbädden 1	Bostad	39 dBA
Lindholmen 6:9,4	Lärdomsgatan 1C	Teater, kontor	44 dBA
Majorna 404:13	Amerikagatan 1 Henriksbergsgatan 8 & 10 Bläsgatan 2 & 4,	Bostad	42 dBA
Majorna 406:2	Stigbergsliden 11,13,15 & 17 Amerikagatan 4	Bostad	42 dBA
Stigberget 4:6	Kjellmansgatan 12-24	Bostad	42 dBA
Stigberget 4:6	Kjellmansgatan 2-10	Bostad	37 dBA
Stigberget 3:1,1	Åsgatan 2-3 Bangatan 6-8	Bostad	39 dBA
Stigberget 2:17	Bangatan 10	Bostad	39 dBA
Majorna 352:5	Bangatan 9,11,13	Bostad	36 dBA
Majorna 352:5	Bangatan 15A-15C	Bostad	34 dBA
Majorna 352:5	Bangatan 15D-15F	Bostad	34 dBA
Majorna 352:5	Bangatan 17A-17C	Bostad	34 dBA
Stigberget 2:16	Bangatan 12	Bostad	37 dBA
Stigberget 2:15	Bangatan 14	Bostad	38 dBA
Stigberget 2:14	Bangatan 16	Bostad	39 dBA
Stigberget 2:14	Bangatan 16A & 16B	Bostad	38 dBA
Stigberget 2:11	Bangatan 22	Bostad	39 dBA
Stigberget 2:46	Bangatan 24	Bostad	39 dBA
Stigberget 2:44	Bangatan 32	Bostad	38 dBA
Stigberget 2:43	Bangatan 36	Bostad	37 dBA
Stigberget 2:42	Bangatan 42	Bostad	37 dBA
Majorna 408:1	Amerikagatan 2	Kyrka/Kontor	44 dBA

Fastighet	Adress	Funktion	Beräknad högsta stomljudsnivå utan åtgärd
Majorna 404:13	Stigbergstorget 1	Verksamhet	42 dBA
Olivedal 10:5	Linnéplatsen 1	Bostad	44 dBA
Olivedal 10:4	Rosengatan 2	Bostad	33 dBA
Slottsskogen 719:11	Museibacken 5	Museum	41 dBA
Olivedal 10:6	Rosengatan 6	Förskola	41 dBA
Olivedal 9:8	Rosengatan 13-15	Bostad	36 dBA
Olivedal 6:35	Vegagatan 27 - 29B	Bostad	42 dBA
Olivedal 6:36	Jungmansgatan 24-30	Bostad/Förskola x 2	40 dBA*
Olivedal 6:31	Vegagatan 55-55B	Bostad/Vård	40 dBA
Slottsskogen 719:4	Jungmansgatan 65	Förskola	35 dBA
Olivedal 27:12	Jungmansgatan 39-63	Bostad/Förskola	36 dBA*

*förskola inom fastigheten innehåller riktvärde.

Tabell 8. Jämförelse mellan nulägesmätningar och beräknade högsta stomljudsnivåer vid bedömda känsliga verksamheter som beräknas få stomljudsnivåer $L_{A,max} DRIFT > L_{A,max} NULÄGE$. Blå markering indikerar en plats med ljudmiljö där det finns risk att spårvagnspassager efter utbyggnad kan vara hörbara även efter genomförda åtgärder. Riktvärde klaras med stor marginal.

Namn	Fastighet	Funktion	Uppmätt ljudnivå från nulägesmätningar	Beräknad högsta stomljudsnivå utan åtgärd
Lindholmsskolan och Centrinaskolan	Lindholmen 14:1	Skola	Ljudnivå inomhus i klassrum 27-35 dBA.	53 dBA
Santosskolan	Lindholmen 6:9,1	Skola	Ljudnivå inomhus i klassrum 28-34 dBA	36 dBA
Backa Teater	Lindholmen 6:9,4	Teater, kontor	Ljudnivå inomhus 25 dBA.	44 dBA
Lindholmens tekniska gymnasium	Lindholmen 6:13	Skola	Ljudnivå inomhus i klassrum 27-38 dBA	38 dBA
Sjömanskyrkan	Majorna 408:1	Kyrka/klubb	Ljudnivå inomhus 30-40 dBA	44 dBA
Bengans	Majorna 404:13	Butik	Ljudnivå inomhus 30-38 dBA	42 dBA
Naturhistoriska Museet	Slottsskogen 719:11	Museum	Ljudnivå inomhus 29-34 dBA	41 dBA

Namn	Fastighet	Funktion	Uppmätt ljudnivå från nulägesmätningar	Beräknad högsta stomljuds nivå utan åtgärd
Förskola Rosengatan	Olivedal 10:6	Förskola	Ljudnivå inomhus 28 dBA	41 dBA
Slottsskogens Vårdcentral	Olivedal 6:31	Vårdcentral	Ljudnivå inomhus 28 dBA	40 dBA
Förskolan Jungmansgatan 65	Slottsskogen 719:4	Förskola	Ljudnivå inomhus 32-34 dBA	35 dBA

6.2.2 Stomljudsåtgärder för driftskede

6.2.2.1 Förutsättningar

Som förutsättning i projektet utreds idag ett spårssystem med fixerat spår på betongplatta. Det innebär att spåret monteras på översida eller integrerat i betongplatta. Orsaken till detta är främst dels tillgänglighet vid arbeten, dels högsta möjliga livslängd på ett system som ska ha litet behov av underhåll. Som utgångspunkt ska systemet bygga på en beprövad teknik i Göteborgs Spårvägsnät och fungera tillsammans med Göteborgs Stads banstandarder. Exempel på liknande väl fungerande konstruktioner som finns i Göteborg är spår i Chalmerstunneln, Hisingsbron, Per Dubbs bron och de fixerade spår på betongplatta på lera som finns i centrala Göteborg. Vissa av dessa har stomljuds isolerande åtgärder. Endast principiella tekniska aspekter rörande stomljuds isolering beskrivs i denna handling. De tekniska och miljömässiga aspekterna beskrivs utförligt i systemhandling.

Åtgärder som kan bli aktuella är måttlig stomljudsreducering och hög stomljudsreducering. Med stomljudsreducering menas åtgärdens insättningsdämpning relativt ett ballasterat spår. Åtgärder presenteras principiellt för att visa vad som krävs för att klara riktvärden på olika avsnitt av spårvägen och den konstruktionsmässiga effekt det får för framtida spårväg och tunnelsektion.

Hög stomljudsreducering kan uppnås med matta monterad på undersida betongplatta, så kallad ballastmatta. Indikativa beräkningar visar att effekten av denna åtgärd är i intervallet 11-25 dB. Högre insatsdämpning kan uppnås med punktvis elastiska upplag, antingen med varierande styvheter på matta eller diskreta elastiska element som stålfjädrar eller liknande. Principiella åtgärder visas i Figur 19 inom blå rektangel.

Måttlig stomljudsreducering kan uppnås med vissa stomljuds isolerande system på översida eller integrerat i betongplatta alternativt en elastisk matta under betongplattan. Indikativa beräkningar visar att effekten av dessa åtgärder är i spannet till 1-10 dBA. Den elastiska mattan kan vara något styvare och betongplatta något tunnare än vid högstomljuds isolering. Principiella åtgärder visas i Figur 19 inom rosa rektangel.

Nybyggnation och befintlig bebyggelse

Vid nybyggnation av bebyggelse kan stomljudsreducerande åtgärder utföras direkt under byggnaden, men för befintliga byggnader är detta sällan en realistisk lösning.



Åtgärder kommer att utföras i samband med spårvägsbyggandet, även om de inte är strikt nödvändiga för projektet, då det är en mer kostnadseffektiv och säker lösning jämfört med att styra exploatering genom framtida planbestämmelser i detaljplaner.

Tekniska begränsningar och långsiktig hållbarhet

Effekten av stomljudsisolerande åtgärder begränsas av de krav som ställs på maximal tillåten nedböjning av spåret, vilket krävs för att upprätthålla säkerhet och funktionalitet. En styvare konstruktion ger generellt en lägre stomljudsisolerande effekt.

Kostnaden för dessa åtgärder är relativt måttlig i förhållande till spårssystemets totala kostnad per spårmeter. Däremot kan användningen av elastiska system under betongplattan leda till behov av omfattande framtida åtgärder. Stomljuddämpningen förväntas minska över systemets livslängd, som är beräknad till 120 år. Underhållsåtgärder kan därför bli nödvändiga, och kostnads kalkyler inkluderar möjligheten att demontera betongplattan efter cirka 60 år för reparation.



Figur 17. Vibrator som kan skapa vibrationer som motsvarar en förutbestämd vibrationssignal av exempelvis fordonspassage.

Effektivitet av olika åtgärder

Nuvarande kunskap visar att stomljuddämpande åtgärder på betongplattans ovansida inte alltid räcker för att uppfylla riktvärdena för bostäder ovanför spårvägstunneln. På vissa sträckor krävs därför en elastisk konstruktion under betongplattan. I de flesta fall innebär detta en elastisk matta som fungerar som en bassäng där betongplattan vilar.

Framtida utredningar kan dock leda till reviderade åtgärdsutformningar, beroende på mer detaljerad kunskap om fordonens och spårens egenskaper, byggnadernas grundläggning samt hur dessa leder och strålar ut vibrationer. För att säkerställa exakta åtgärdsbehov krävs mätningar av så kallade överföringsfunktioner mellan tunnel och byggnad. Detta kan göras genom att skapa vibrationer i tunnelväggen med en vibrator, vilket simulerar framtida spårvagnspassager. Stomljuds nivåer kan då mätas i byggnaderna för att precisera åtgärderna.

Beräkningar och alternativa lösningar

Beräkningar visar att behovet av stomljudsdämpning kan motsvara en insättningsdämpning (IL) på upp till 20 dB, relativt en ballasterad spårväg. Alternativa spårvägsutformningar, såsom asfalt- eller stenmaterial med diskreta slipers, kan också vara möjliga lösningar.

Det finns tekniska lösningar för att uppfylla alla riktvärden under drift även med en mer traditionell spårvägsupbyggnad. Den ballasterade spårvägen används som referens eftersom den utgör grundförutsättningen i beräkningsmodellen. Insättningsdämpningen vid en jämförelse mellan en betongplatta utan åtgärd och en med åtgärd ger normalt högre värden på insättningsdämpningen.

Åtgärders utsträckning och utformning

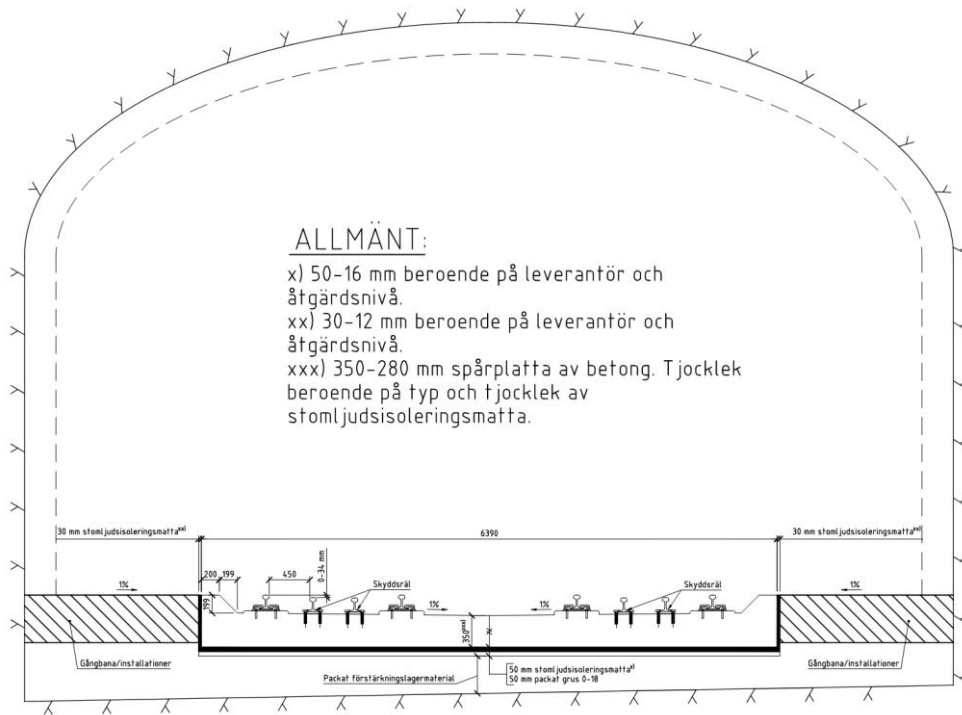
Utsträckning av åtgärder och nivå på åtgärd är preciserad utifrån nuvarande kunskap. Omfattningen av åtgärder kan i framtiden revideras. I Figur 18 visas princip för stomljudsisolerande åtgärd.

Slutsats

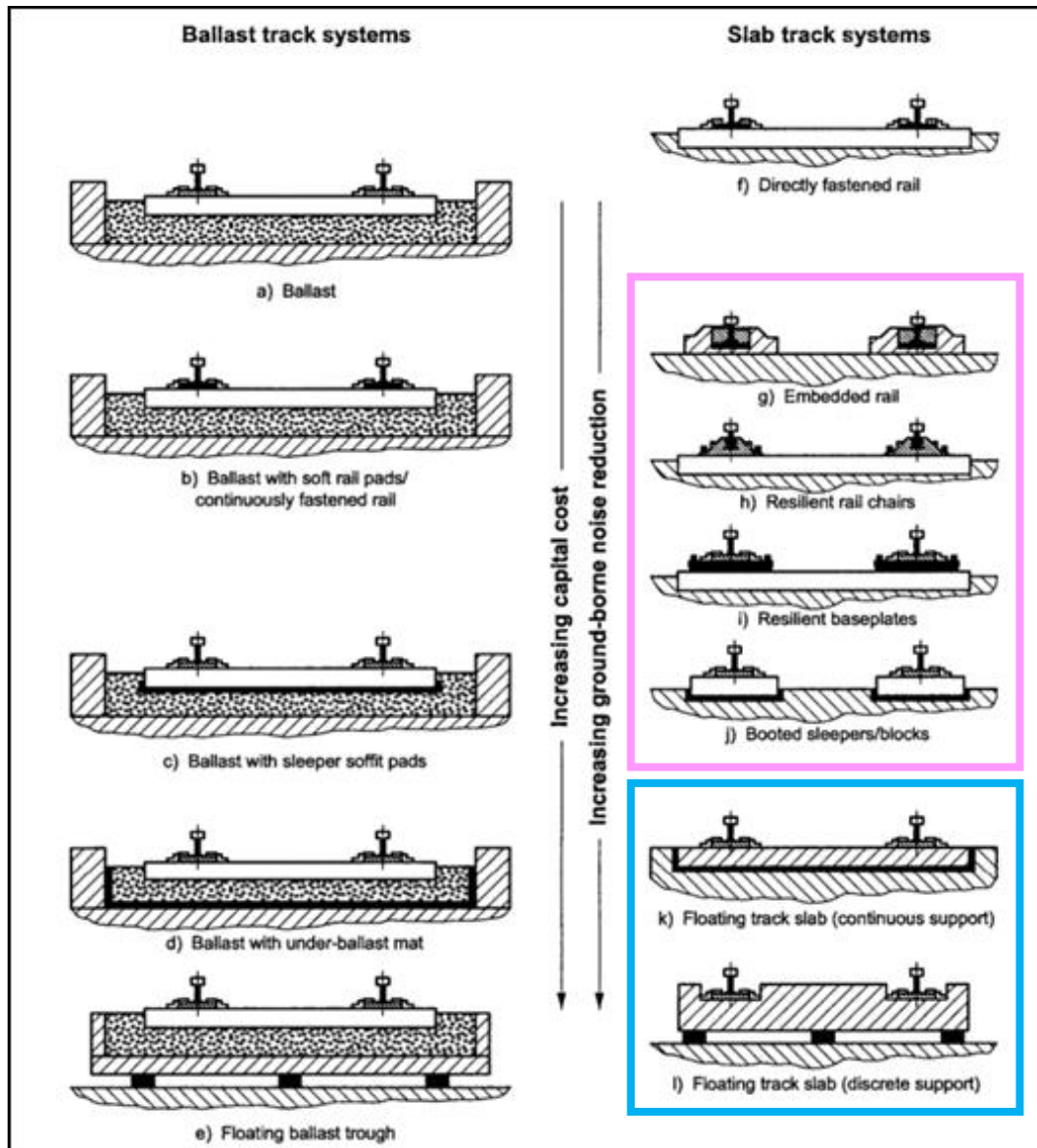
Sammanfattningsvis görs bedömningen att det finns realistiska åtgärder för att klara alla riktlinjer som är praxis att följa enligt med avseende på stomljudsnivåer till omgivningen. Enligt Boverket finns det inga nationella riktvärden eller beräkningsmetoder för stomljud i Sverige, men ett arbete inleddes 2015 med att syfte att skapa samsyn och föreslå riktvärden. Trafikverket har med ledning av arbetet formulerat ett riktvärde i sina riktlinjer om buller och vibrationer, vilket vi följer. Det finns exempel på stora projekt som har preciserat sina riktvärden ytterligare ned på specifika verksamheter. Projektet använder riktvärden från Trafikverket som innefattar

- Bostäder
- Vårdlokaler –utrymme för sömn eller vila
- Skolor
- Kontor

Hur mycket störningsfrihet som behövs beror på vilken typ av verksamhet det gäller. Vissa verksamheter kräver högre skydd än andra. Vanligtvis bestäms åtgärdsnivån för stomljudsreducerande insatser i tunneln utifrån närliggande befintliga eller planerade bostäder. Då klarar skolor, kontor och liknande verksamheter ofta riktvärdet med god marginal. I vissa särskilda fall, där det inte finns bostäder nära den planerade tunneln, blir det i stället verksamheten själv som avgör nivån på åtgärderna – till exempel Naturhistoriska museet och förskolan vid Rosengatan. För dessa verksamheter ligger ljudnivåerna närmare riktvärdet. Det kan också förekomma att stomljud märks i olika grad inom vissa verksamheter, vilket illustreras i tabell 8.



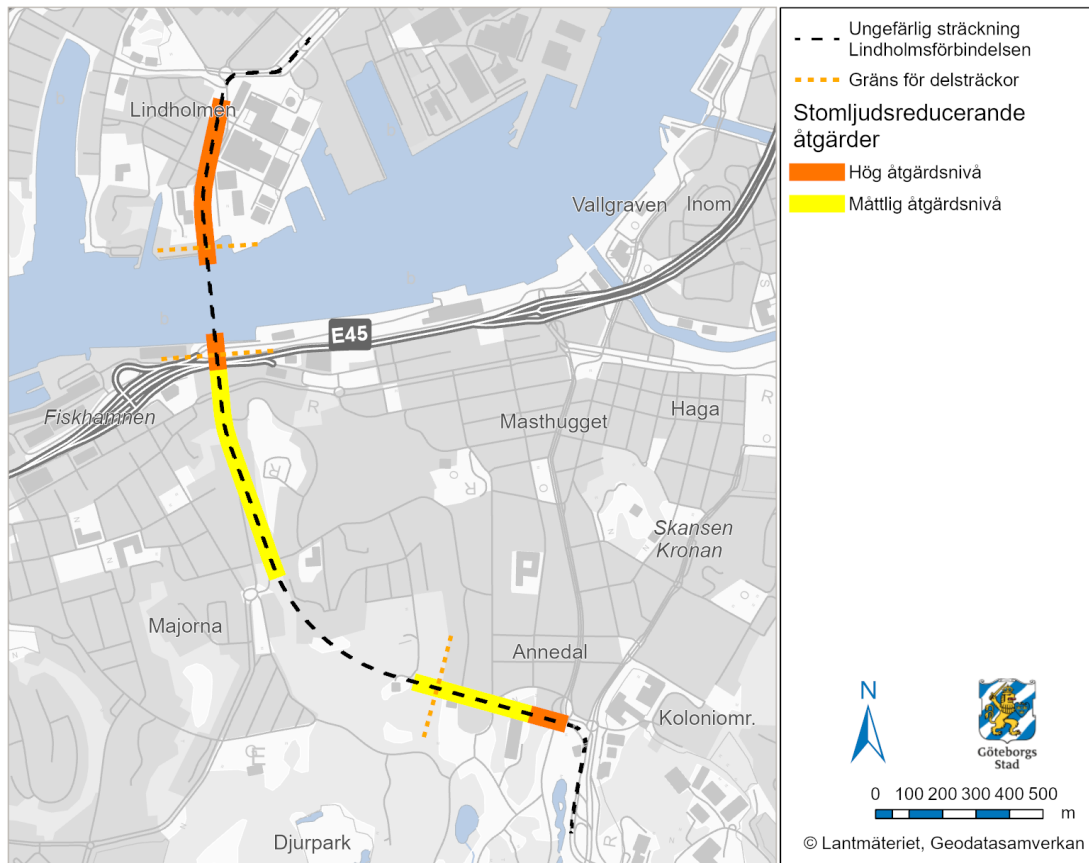
Figur 18. Åtgärdsillustration av åtgärdens, stomljudsisolerings, placering i rak spårtunnel i berg på principnivå, Källa ELU



Figur 19. Stomljuddsisolerande effekt av olika principiella åtgärder – ref. Svensk standard SS-ISO 14837-1:2005 Vibration och stöt - Markburet buller och markburna vibrationer från järnvägstrafik - Del 1: Vägledning (ISO 14837-1:2005, IDT)

6.2.2.2 Åtgärder i spårssystem

Figur 20 visar vilka åtgärder som behövs längs spårtunneln för att riktvärden ska uppfyllas, även vid framtida bebyggelse. Det är rationellt och kostnadseffektivt att ta hänsyn till möjlig framtida byggnation redan nu. Utan dessa åtgärder skulle det krävas särskilda planbestämmelser och ljuddämpande insatser i byggnadernas grund, men sådana åtgärder är ofta ineffektiva och svåra att genomföra.



Figur 20. Omfattning och typ av stomljudsåtgärder så att stomljud klarar uppställda riktvärden för planerad framtida bebyggelse. Sträckan har delats upp i delsträckorna Lindholmen, Göta Älv, Stigberget och Linné.

Delsträcka Lindholmen

Över bergtunnel vid tunnelmynning som ansluter till betongtråg kommer befintliga bostäder, framtida bebyggelse och skola ligga nära spårvägstunneln. För att klara riktvärdet för stomljud krävs stomljuds-åtgärder av typen Hög åtgärdsnivå hela vägen till Göta Älv och en bit in i betongtunnel under älven. Det innebär att åtgärd krävs under betongplattan. På grund av att stomljudet sprids via betongtråget in i berget så kommer det beräkningsmässigt att krävas åtgärd i del av betongtråg. Det kan visa sig nödvändigt eller praktiskt att utföra åtgärd i hela tråget för att undvika en övergångskonstruktion mellan sträcka med åtgärd och sträcka utan åtgärd då det kan bli svårt att utföra konstruktivt.

Delsträcka Göta älv

För att uppfylla riktvärdet för stomljud krävs beräkningsmässigt stomljudsisolering åtgärd på nivå Hög, som omfattar en sträcka in i det första sänktunnelementet. Detta är nödvändigt eftersom vibrationer kan spridas från tunnelementet vidare in i bergtunneln och genom berget nå närliggande framtida bostadshus. Då



anslutningsmetod och dess elastiska egenskaper blir kända kan omfattning av åtgärd inom sänktunnelement revideras. Då tunneldjupet ökar i och med att marknivån höjs söder om E45 så kan åtgärdsnivån övergå i åtgärd nivå Måttlig. Då anslutningsmetod och dess elastiska egenskaper blir kända kan omfattning av åtgärd inom sänktunnelement revideras.

Delsträcka Stigberget

För att klara riktvärden för stomljud krävs stomljudreducerande åtgärder, Måttlig åtgärdsnivå, i bergtunnelns nordliga delar förbi underjordisk hållplats. Åtgärder ska vidtas tills tunneln har nått ett sådant djup där avståndsdämpningen minskar stomljuds nivåerna tillräckligt så att riktvärdet uppnås.

En kort sträcka med stomljudreducerande åtgärder, Måttlig åtgärdsnivå, behövs vid gräns mot delsträcka Linné för att skydda byggnader inom beräkningsområde för delsträcka Linné.

Delsträcka Linné

För att klara riktvärden för stomljud över tunneln krävs stomljudreducerande åtgärder i spårsystemet. Måttlig åtgärdsnivå startar inom delsträcka Stigberget och fortsätter in i delsträcka Linné under bostäder, vård och skolverksamhet och fortsätter fram i nivå med Göteborgs naturhistoriska museum. Därefter övergår den stomljudsisolerande åtgärden till att vara Hög åtgärdsnivå som fortsätter in i betongtunnel en bit. Denna sista åtgärdssträcka utförs främst för att skydda bostäder inom Linnéplatsen 1 alldeles norr om anslutning bergtunnel/betongtunnel. Åtgärden fortsätter in i betongtunneln för att stomljudet inte ska ledas via betongtunnel in i berg och vidare till närmaste bostäder. Det kan visa sig nödvändigt eller praktiskt att utföra samma åtgärd i hela betongtunneln för att undvika en övergångskonstruktion mellan sträcka med åtgärd och sträcka utan åtgärd då det konstruktivt kan bli svårt att utföra. Betongtunnel ingår strikt inte i DP Tunnel.

6.2.3 Fasta installationer

De externa industribullerkällor som identifierats och beräknats presenteras i

Tabell 9. Tabellen visar den ljudeffektnivå som bullerkällan högst får ha för att Naturvårdsverkets riktvärde i Tabell 2 ska klaras. Samtliga bullerkällor förutsätts kunna vara i drift nattetid, således gäller riktvärde 40 dBA vid närmaste bostadfasad, skola eller vårdlokal.

Beräkningarna är gjorda för ett ur bullersynpunkt värsta fall där samtliga externa industribullerkällor är i drift samtidigt. Bullerdämpande åtgärder krävs sannolikt för vissa bullerkällor. Dessa åtgärder kan kräva utrymme utöver den maskinella utrustningens utrymmesbehov.

Beskrivning av platsers kompletta ljudmiljö beskrivs under avsnittet kumulativa effekter. Detta avsnitt redovisar främst fasta installationer och vad som krävs för att riktvärden ska klaras.

Tabell 9. Bullerkällor från externt industribuller samt beräknade ljudeffektnivåer.

Bullerkälla	Placering	Högsta tillåtna ljudeffekt L_{WA} (dBA)	Dimensionerande fastighet
Likriktarstation	Lindholmen	67	Lindholmen 735:232
Pumphus	Lindholmen	71	Lindholmen 735:232, Lindholmen 18:2
Ventilation tillfartstunnel	Lindholmen	68	Framtida bebyggelse 10 m ifrån bullerkälla
Impulsfläktar tillfartstunnel	Lindholmen	68 ¹	Framtida bebyggelse 10 m ifrån bullerkälla
Portöppning hållplats (Impulsfläktar och rulltrappa)	Stigberget	74	Majorna 404:13
Ventilation entrébyggnad hållplats	Stigberget	78	Majorna 404:13
Ventilationstorn	Stigberget	78	Masthugget 13:4
Likriktarstation	Barlastgatan	67	Masthugget 13:4
Likriktarstation	Fjällgatan	67	Stigberget 32:1
Likriktarstation	Linnéplatsen	67	Ej relevant på grund av långt avstånd till närmsta dimensionerande fastighet
Impulsfläktar tillfartstunnel Jungmansgatan	Linnéplatsen	65 ¹	Framtida skolgård 6 m från tunnelmynningen

¹Avser ljudeffekt vid tunnelmynningen

Likriktarstation – Lindholmen

Likriktarstationen avger tonalt ljud med tydligt hörbara tonkomponenter vilket är särskilt störningsframkallande. Enligt Naturvårdsverket bör riktvärdena i Tabell 2 således sänkas med 5 dBA. Det innebär att riktvärdet för tonalt ljud nattetid är 35 dBA vid bostadsfasad. Likriktarstationen på Lindholmen är befintlig och har ventilationsgaller på norra och östra fasaden. För att klara riktvärde bör ventilationsutloppen inte överskrida en ljudeffekt på 67 dBA, inklusive nya installationer.

Pumphus – Lindholmen

Runt omkring pumphuset finns bostadsbebyggelse åt norr, söder och väst där den närmaste bostadsfasaden ligger cirka 20 m ifrån pumphuset. För att klara Naturvårdsverkets riktvärde nattetid på 40 dBA, så får pumphuset som mest ha en sammanlagd ljudeffekt på 71 dBA. Ljuddata för pumparna saknas, men utrymme för eventuell ljuddämpare finns inom byggnad.

Ventilations tillfartstunnel – Lindholmen

Söder om tillfartstunneln på Kunskaipsgatan på Lindholmen finns ett ventilationsschakt för ventilation av tunneln med ett galler i marknivå. I området kring tillfartstunneln finns idag både skolor och bostäder åt väst och öst. För att ta hänsyn till eventuell framtida bebyggelse har högsta tillåtna ljudeffekt dimensionerats utifrån en bostadsbyggnad 10m ifrån ventilationsgallret. Den maximala ljudeffektnivån för gallret



får högst vara $L_{WA} = 68$ dBA, vilket då uppfyller Naturvårdsverkets riktvärden vid närmaste bostad. Erhållna ljuddata på frånluftsfläkten anger en ljudeffekt på $L_{WA} = 62$ dBA vilket klarar Naturvårdsverkets riktvärde.

Impulsfläktar tillfartstunnel – Lindholmen

Ljudeffekten för impulsfläktar i tillfartstunneln på Lindholmen har beräknats från tunnelmynningen av tillfartstunneln. I området kring tillfartstunneln finns idag både skolor och bostäder åt väst och öst. För att ta hänsyn till eventuell framtida bebyggelse har högsta tillåtna ljudeffekt dimensionerats utifrån att bostad kan placeras 10m ifrån tunnelmynningen. Erhållna ljuddata på impulsfläkten anger att den har en ljudeffekt på 72 dBA vid allmän ventilation. Då impulsfläkten sitter i tunnel cirka 28 m från tunnelöppning har den resulterande ljudeffekten vid tunnelöppning beräknats till 70 dBA med antagandet att hela portöppningen strålar ut ljud. Portöppningen får som högst ha en ljudeffekt på 68 dBA för att klara Naturvårdsverkets riktvärde under tidsperiod natt på 40 dBA. För att klara riktvärden krävs ytterligare 2 dB dämpning vilket kan uppnås genom att ha ett mindre ventilationsutlopp i portöppningen.

Om ljudet från impulsfläktarna är tonalt skärps Naturvårdsverket riktvärde ytterligare med 5 dBA.

Impulsfläktar vid hållplatsuppgång – Stigberget

Ljudeffektnivå för impulsfläktar i nedgången till hållplatsen har beräknats från portarna på hållplatsbyggnaden på Stigbergstorget. Portarna är på byggnadens norra fasad vilket gör att bostadsbyggnader norr om hållplatsen påverkas mest. För att klara Naturvårdsverkets riktvärde på 40 dBA, får portöppningen på hållplatsbyggnaden som mest ha en ljudeffekt på 74 dBA härrörande från impulsfläktarna samt ljud från rulltrapporna. Erhållna ljuddata på impulsfläktarna inklusive ljuddämpare anger att de har en ljudeffekt på 94 dBA. För två impulsfläktar i rulltrappan skulle det innebära en ekvivalent ljudnivå på 55 dBA vid närmaste bostads fasad, vilket överskrider riktvärde. Beräkningen avser öppna portar på entrébyggnaden samt att driften av impulsfläktarna går på maximalt driftläge. Drift i maximalt driftläge är sällsynt och sker vid provkörning och om brand uppstår i hållplats. Fläkten kommer normalt att vara avsevärt tystare då den endast stödjer allmänventilation. Ljuddata för fläktarnas drift vid allmän ventilation saknas men beräkningarna kommer att uppdateras utifrån detta driftfall vid senare tillfälle.

Ytterligare ljuddämpade åtgärder kan behövas så att angivna riktvärden efterlevs. Om ljudet från impulsfläktarna är tonalt skärps Naturvårdsverket riktvärde med 5 dBA.

Rulltrappa hållplatsuppgång – Stigberget

Utöver ventilation och impulsfläktarna så avger även rulltrappan en ljudnivå på cirka 65-70 dBA inom byggnaden vilket kan innebära ett behov att ljuddämpa ventilationsöppning eller portöppningen till hållplatsen. Dämpa utrymme kan göras genom att montera takabsorbenter vilket samtidigt kan reducera ljudnivåer i rulltrappa vilket är positivt för resenärer.



Ventilation entrébyggnad - Stigberget

Ljudeffekten för ventilationsöppningen på Stigbergstorget har beräknats ett frånluftsgaller på entrébyggnadens södra fasad. Frånluftsgallret är placerat cirka 3,5 m över marknivå. Runt omkring entrébyggnaden finns flertalet bostäder. Med erhållna ljuddata för frånluftsgallret beräknas Naturvårdsverkets riktvärde på 40 dBA nattetid klaras med god marginal. Närmaste bostad ligger cirka 60m bort och på 10m beräknas en ljudnivå på 34 dBA.

Ventilationstorn - Stigberget

Ventilationstornets utlopp beräknas ha sin mynning cirka 9 m upp från marknivån bredvid tillfartstunneln vid Oscarsleden. Närmast belägna bostäder ligger högre upp på berget mot stigberget och är relativt avskärmade från ventilationstornets utlopp. Den maximala ljudeffektnivån för ventilationstornet vid utloppets mynning får högst vara $L_{WA} = 78$ dBA, vilket då uppfyller Naturvårdsverkets riktvärden vid närmaste bostad. Preliminära ljuddata för ett ventilationsgaller på 27 m² anger en ljudeffekt på 81 dB. Ljuddämpande åtgärder kan därför behövas för att klara Naturvårdsverkets riktvärde. Drift i maximalt driftläge för avluft brandgaser är sällsynt och sker vid provkörning och om brand uppstår i hållplats. Fläkten kommer normalt att vara avsevärt tystare då den endast är tilluft till allmänventilation med avsevärt lägre luftflöde.

Likrikarstation - Barlastgatan

Likrikarstationen på Barlastgatan beräknas avge tonalt ljud. Enligt Naturvårdsverkets bör riktvärde därför sänkas med 5 dBA vilket innebär 35 dBA vid bostadsfasad. Likrikarstationen på Barlastgatan är placerad cirka 40 m från närmaste bostadsfasad. Naturvårdsverkets riktvärde på 40 dBA nattetid beräknas klaras med god marginal. För att klara givet riktvärde kan likrikarstationen ha en ljudeffekt på som högst 78 dBA. Uppmätt ljudeffektnivå på befintlig likrikarstation uppgick till $L_{WA}=67$ dBA, således beräknas riktvärde klaras med god marginal.

Likrikarstation - Fjällgatan

Likrikarstationen på Fjällgatan beräknas avge tonalt ljud. Enligt Naturvårdsverkets bör riktvärde därför sänkas med 5 dBA vilket innebär 35 dBA vid bostadsfasad. Likrikarstationen på Fjällgatan är placerad cirka 20 m från närmaste bostadsfasad. För att klara givet riktvärde kan likrikarstationen ha en ljudeffekt på som högst 70 dBA. Uppmätt ljudeffektnivå på befintlig likrikarstation uppgick till $L_{WA}=67$ dBA, således beräknas riktvärde klaras.

Fläktar tillfartstunnel - Linnéplatsen

Ljudeffektnivå för impulsfläkt i tillfartstunneln har beräknats om till en ljudutstrålning från tunnelmynningen mot området kring Jungmansgatan. I området finns idag både bostäder och vårdcentral. Erhållna ljuddata på impulsfläkten med ljuddämpare anger att den har en ljudeffekt om 72 dBA vid normal drift. Då impulsfläktarna antas sitta cirka 30 m in i tunneln har den resulterande ljudeffekten i tunnelmynningen beräknats till 65 dBA.

Med ovan angivna ljudeffekter kan både boende och skolgård planeras som närmst 6 m från tunnelöppningen.

Om ljudet från impulsfläktarna är tonalt skärps Naturvårdsverket riktvärde ytterligare med 5 dBA.

Likrikarstation - Linnéplatsen

Likrikarstationen beräknas avge tonalt ljud. Enligt Naturvårdsverkets bör riktvärde därför sänkas med 5 dBA vilket innebär 35 dBA vid fasad tillhörande bostäder, skolor,

förskolor och vårdlokaler. Med ljudeffekten 67 dBA uppfylls Naturvårdsverkets riktvärde med marginal till samtliga fasader även om riktvärdet skärpts till följd av tonalt ljud. Riktvärden enligt Naturvårdsverket för friluftsområden, grönområden och parker i urban miljö uppfylls även om denna skärpning utförs.

6.2.3.1 Stomljud fasta installationer

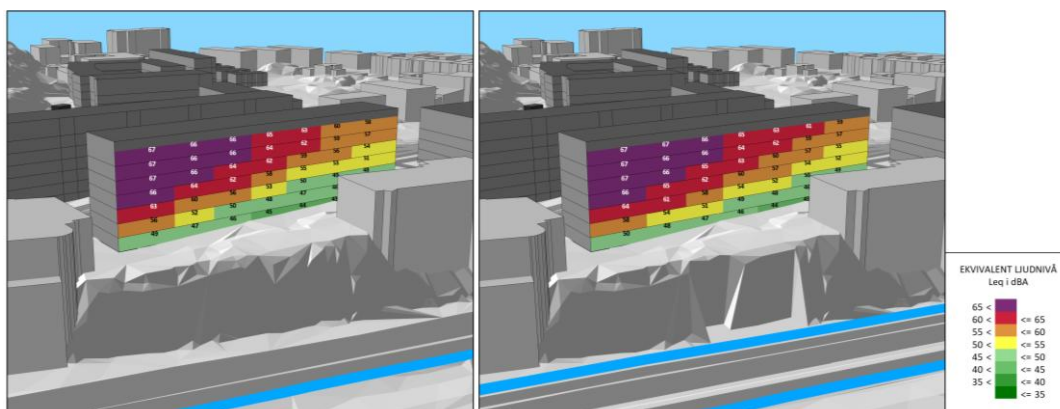
Fasta installationer och stödanläggningar så som pumphus och fläktar monterade i tunneltak kan även komma att ge upphov till stomljud. Inga beräkningar av stomljud har gjorts för dessa fasta installationer. För stomljud från fasta installationer och stödanläggningar gäller riktvärden enligt Folkhälsomyndighetens krav som inkluderar råd för lågfrekvent buller inomhus, FoHMFS 2014:13 (Folkhälsomyndigheten, 2014). Det förutsätts att anläggningen utformas med tekniska åtgärder så att rådet klaras inom de närmast belägna bostadsbyggnaderna.

6.2.4 Trafikbuller

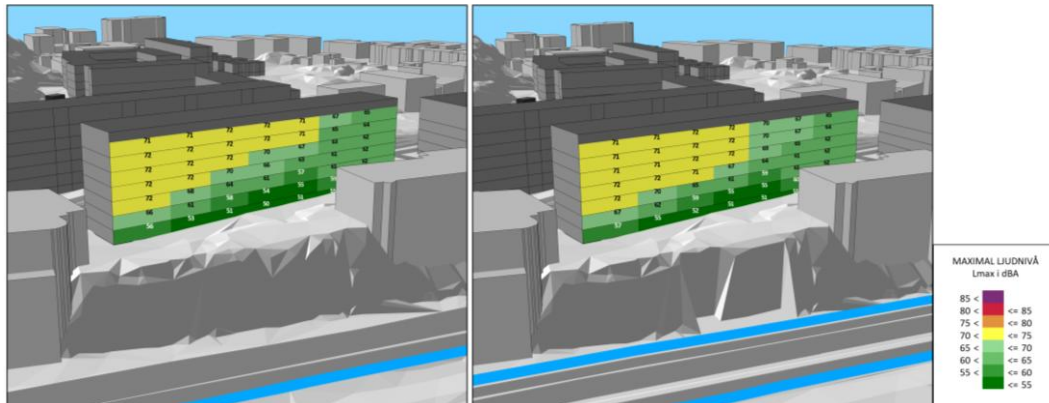
Kontrollberäkningar av trafikbuller har gjorts på Stigbergstorget då planen medför en ny byggnad på torget. Beräkningarna visar att ljudnivåer från trafik inte påverkas av byggnaden.

Eftersom Oscarsleden ska flyttas norrut, samt att bergsväggens krön kommer påverkas av servicetunneln, har beräkningar gjorts vid ett bostadshus mot Oscarsleden, på fastigheten Majorna 406:2. Jämfört med nollalternativet medför planförslaget 0-2 dB högre ekvivalent och maximal ljudnivå vid delar av fasaden på bostadshuset närmast servicetunneln, se Figur 21 och Figur 22. Beräkningarna visar att skärningen knappt påverkar ljudnivåerna; det är flytten av Oscarsleden som ökar dem.

Effekt på ljudnivåer vid fasad kan undvikas med hjälp av en cirka 2 meter hög skärm vid bergskanten. Observera att utformningen av Oscarsleden och omfattningen av bergguttaget har inverkan på ljudnivåerna. Slutlig projektering av dessa faktorer är ännu inte genomförd. Ju mer norrut Oscarsleden flyttas och ju större bergguttag, desto större effekt på bostadshuset. I händelse av en större flytt av leden eller ett stort bergguttag kan det bli aktuellt med en högre bullerskyddsskärm.

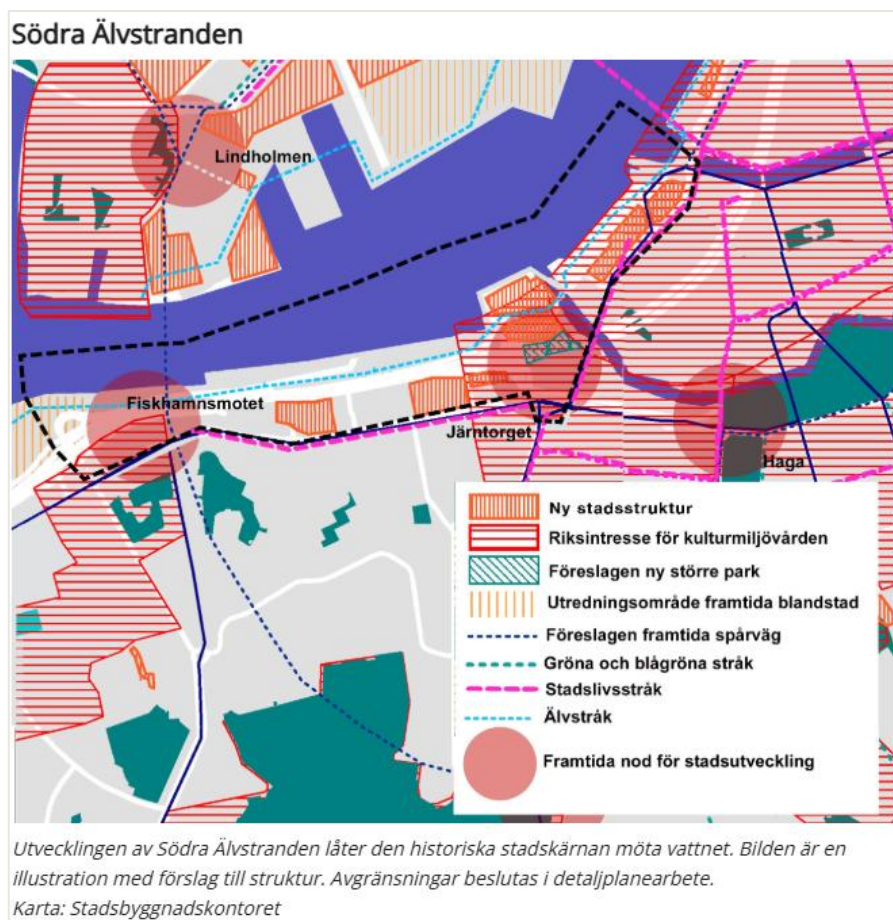


Figur 21. Ekvivalent ljudnivå vid bostadshus mot Oscarsleden. Till vänster: Nollalternativ. Till höger: Planförslag.

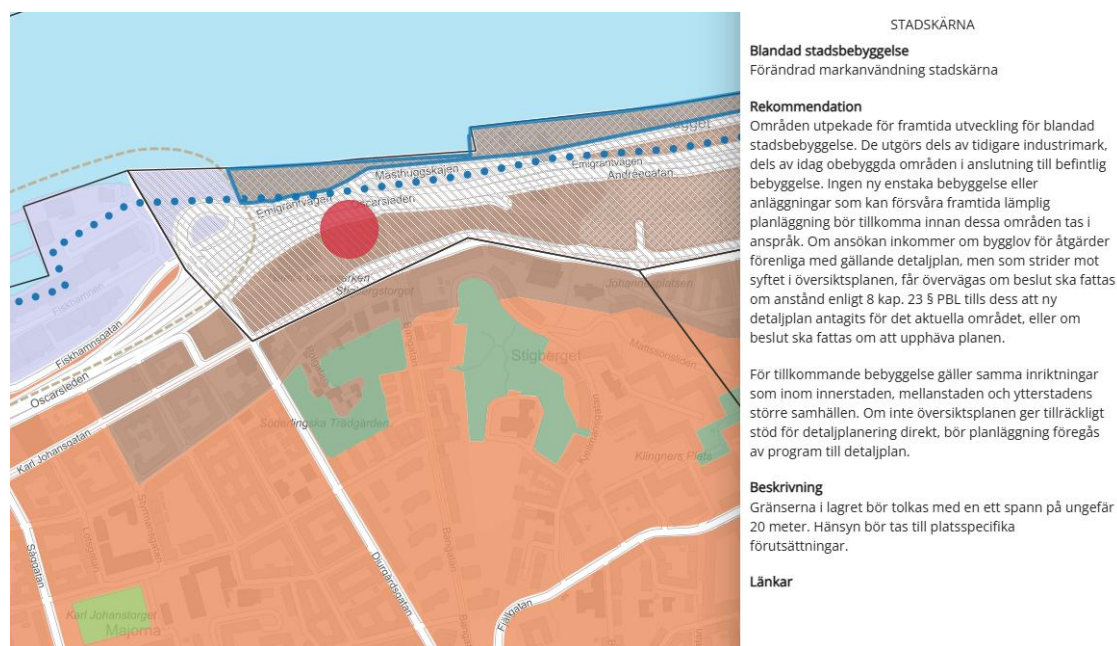


Figur 22. Maximal ljudnivå från vägtrafik vid bostadshus mot Oscarsleden. Till vänster: Nollalternativ. Till höger: Planförslag.

Inga beräkningar har gjorts avseende eventuell framtida bebyggelse, men enligt Stadsbyggnadsförvaltningens fördjupade översiktsplanering med omvandlingsområden (Figur 23) planeras en ny stadsstruktur väster om Fiskhamnsmotet. Flytten av E45 bedöms inte ha någon märkbar inverkan på bullernivåerna där. Projektet anses därmed inte påverka den möjliga framtida bebyggelsen. I översiktsplaneringen presenteras en markanvändningskarta där blandad stadsbebyggelse finns vid kajkanten (se Figur 24). För att möjliggöra sådan bebyggelse krävs dock stora förändringar av Oscarsleden, både vad gäller trafikmängd, hastighet och själva utformningen. Utbyggnaden av Lindholmsförbindelsen påverkar inte dessa grundläggande förutsättningar.



Figur 23. Översiktsplaneringens markanvändningskarta där blandad stadsbebyggelse finns vid kajkanten



Figur 24. Markanvändningskarta i översiktsplaneringen Göteborg <https://oversiktsplan.goteborg.se/>

6.3 Slutsats

I driftskedet, utan åtgärder, bedöms 34 flerbostadshus och en skola få stomljudsnivåer som överstiger riktvärde. Inom flertalet förskolor, skolor och verksamheter så som exempelvis Backa teatern, Naturhistoriska museet och Sjömanskyrkan har stomljudsnivåer beräknats som skulle innebära att spårvagnspassager blir tydligt hörbara. Med stomljudsdämpande åtgärder, med måttlig till hög stomljudsdämpning, kan riktvärden för stomljud i driftskedet uppfyllas i samtliga byggnader.

DP Tunnel medför att närliggande bostäder, skolor och vårdlokaler kommer att påverkas av tillkommande buller från fasta installationer. Det är dock möjligt att klara gällande riktvärden om de krav som ställts på högsta ljudeffekt följs. Flera av de planerade installationerna kan komma att kräva bullerdämpande åtgärder, såsom impulsfläktar vid hållplatsuppgången på Stigberget och ventilationstorn på samma plats. Genom att sänka ljudnivån i utrymmen för rulltrappor förbättras miljön för resenärer vid hållplatsen. Beräkningar visar att korrekta bullerdämpande insatser möjliggör en ljudnivå om 42 dBA från installationer på torget under givna förutsättningar, förutsatt att samtliga krav uppfylls. Trafikbuller kommer dock fortsatt vara den dominerande störningskällan under hela dygnet, där spårvagnar genererar något högre ljudnivå än vägtrafiken. Fasta installationer kan ge upphov till stomljud, vilket kan medföra behov av ytterligare åtgärder för att säkerställa att gällande riktvärden inomhus efterlevs.

Beräkningarna för impulsfläktarna är gjorda för ett maximalt driftläge, vilket endast sker vid brand och testkörning. Vid detta driftsfall behövs mer ljuddämpning än vad fläktanläggningen innehåller i föreliggande förslag (spårvägsprojektet). I normalfallet, vid allmän ventilation, kommer den vara avsevärt tystare. Ljuddata för fläktarna vid allmän ventilation saknas men beräkningarna kommer att uppdateras utifrån detta driftfall inför granskning. Detta gäller framför allt vid Stigbergstorget. Om ljudet från impulsfläktarna är tonalt skärps Naturvårdsverket riktvärde med 5 dBA.

Trafikbuller kommer dock fortsatt vara den dominerande störningskällan under hela dygnet, där spårvagnar genererar något högre ljudnivå än vägtrafiken. Fasta installationer kan ge upphov till stomljud, vilket kan medföra behov av ytterligare åtgärder för att säkerställa att gällande riktvärden inomhus efterlevs.

Flytt av Oscarsleden samt utsprängning av berg medför 0-2 dB högre ekvivalent och maximal ljudnivå från vägtrafik vid bostadshuset närmast servicetunneln. Vid delar av bostadshuset överskrids 63 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad, vilket innebär att bostadshuset är aktuellt för åtgärdsområde "Genomför lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer" enligt Göteborgs stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029 (se kapitel 5.4). Skärmande åtgärd på slänkrön kan övervägas för att undvika denna marginellt negativa effekt.

Sammantaget bedöms DP Tunnel ha en liten negativ effekt på ljudmiljön. Det förutsätter att stomljudsåtgärder utförs i spårsystemet enligt den omfattning och på de sträckor som föreskrivs i detta dokument.

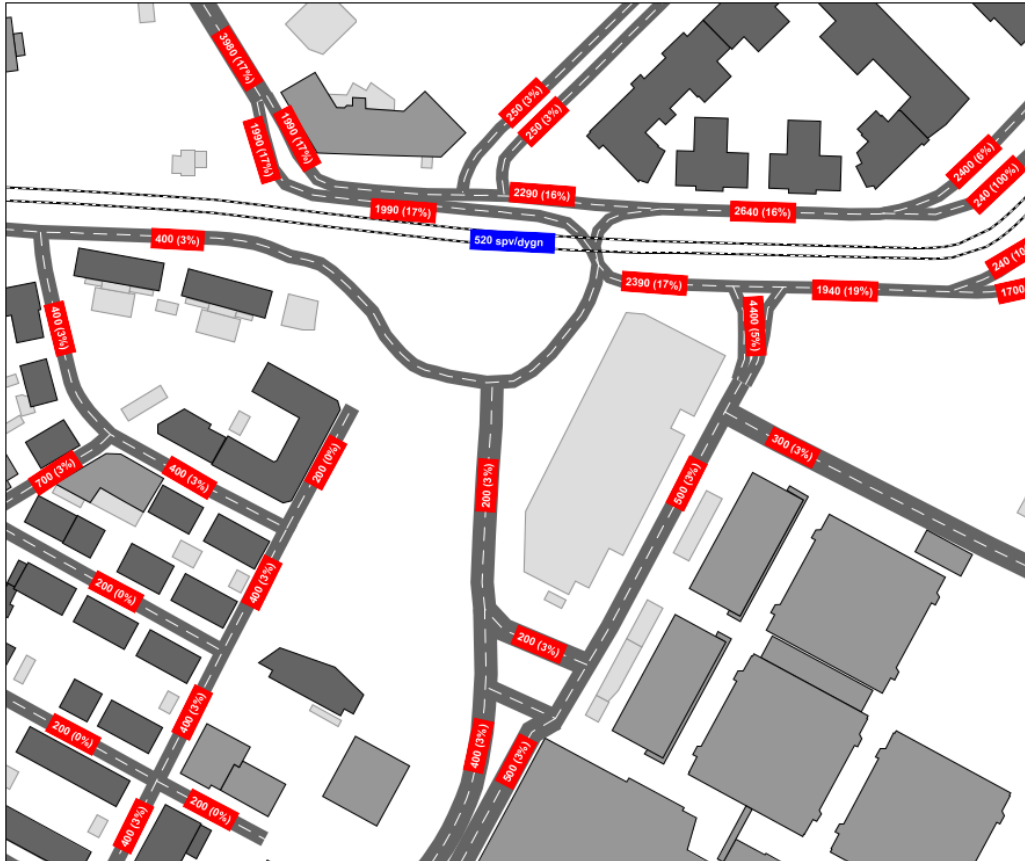
I dagsläget vänder spårvagnstrafiken i en vändslinga på Lindholmen, busstrafiken fortsätter västerut på Ceresgatan. I framtiden planeras det för att spårvägen i stället ska fortsätta västerut på Ceresgatan och busstrafiken flyttas till Polstjärnegatan. Eftersom denna trafiklösning endast är planerad och inte fastställd har två nollalternativ beräknats; Nollalternativ-A innebär spårvagnstrafik i vändslinga och busstrafik på Ceresgatan, Nollalternativ-B innebär spårvagnstrafik på Ceresgatan och busstrafik på Polstjärnegatan.

Trafikflöden för väg och spårtrafik som använts i beräkningarna för Nollalternativen redovisas i Figur 26 och Figur 27. Hastighet på samtliga vägar är satt till 50 km/h.

För beräkningarna av Nollalternativet har spårvagnstrafiken beräknats med antagen längd 33 m för samtliga spårvagnstyper. Hastigheten på spårvägen är genomgående satt till 50 km/h på alla sträckor. Tabell 10 visar fördelning av olika vagnstyper i nollalternativet. För beräkning av maximala ljudnivåer från spårvägen har spårvagn M31 använts som tågtyp eftersom den är dimensionerande.

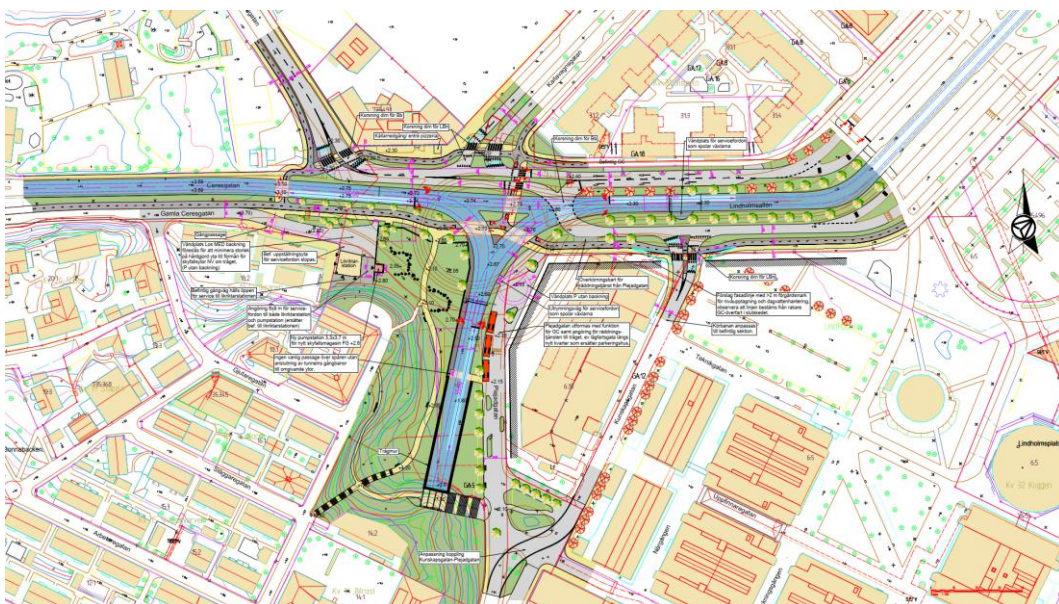
Tabell 10. Fördelning av vagnstyper på Lindholmen för Nollalternativet.

Vagnstyp	Andel
M31	45 %
M32	35 %
M33 A	15 %
M33 B	5 %
M34 eller annan lång spårvagn	0 %

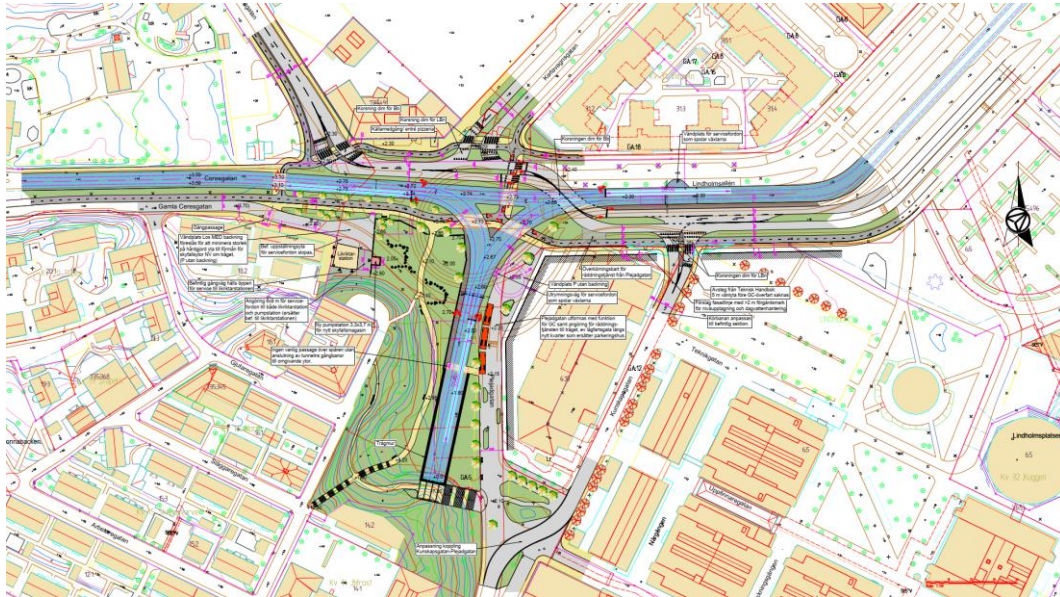


Figur 27. Årsmedelvärdetrafik på Lindholmen för Nollalternativ-B. Röd: vägtrafik. Blå: spårvagnstrafik.

Den slutliga trafiklösningen i driftskedet kommer att genomföras i två etapper: mellanskede och slutskede. Se Figur 28 och Figur 29.



Figur 28. Trafiklösning på Lindholmen för Mellanskedet.



Figur 29. Trafiklösning på Lindholmen för Slutskedet.

Spårvagnstrafiken är oförändrad mellan de båda skedena medan vägtrafiken förändras. Trafikflöden för väg och spårtrafik som använts i beräkningarna för Mellanskedet och Slutskedet redovisas i Figur 30 och Figur 31. Hastighet på samtliga vägar är satt till 50 km/h.

För beräkningarna av Driftskedet har spårvagnstrafiken beräknats med antagen längd 33 m för samtliga spårvagnstyper. Hastigheten på spårvägen är genomgående satt till 50 km/h på alla sträckor. Tabell 11 visar fördelning av olika vagnstyper i driftskedet. För beräkning av maximala ljudnivåer från spårvägen har spårvagn M34 använts som tågtyp eftersom den är dimensionerande.

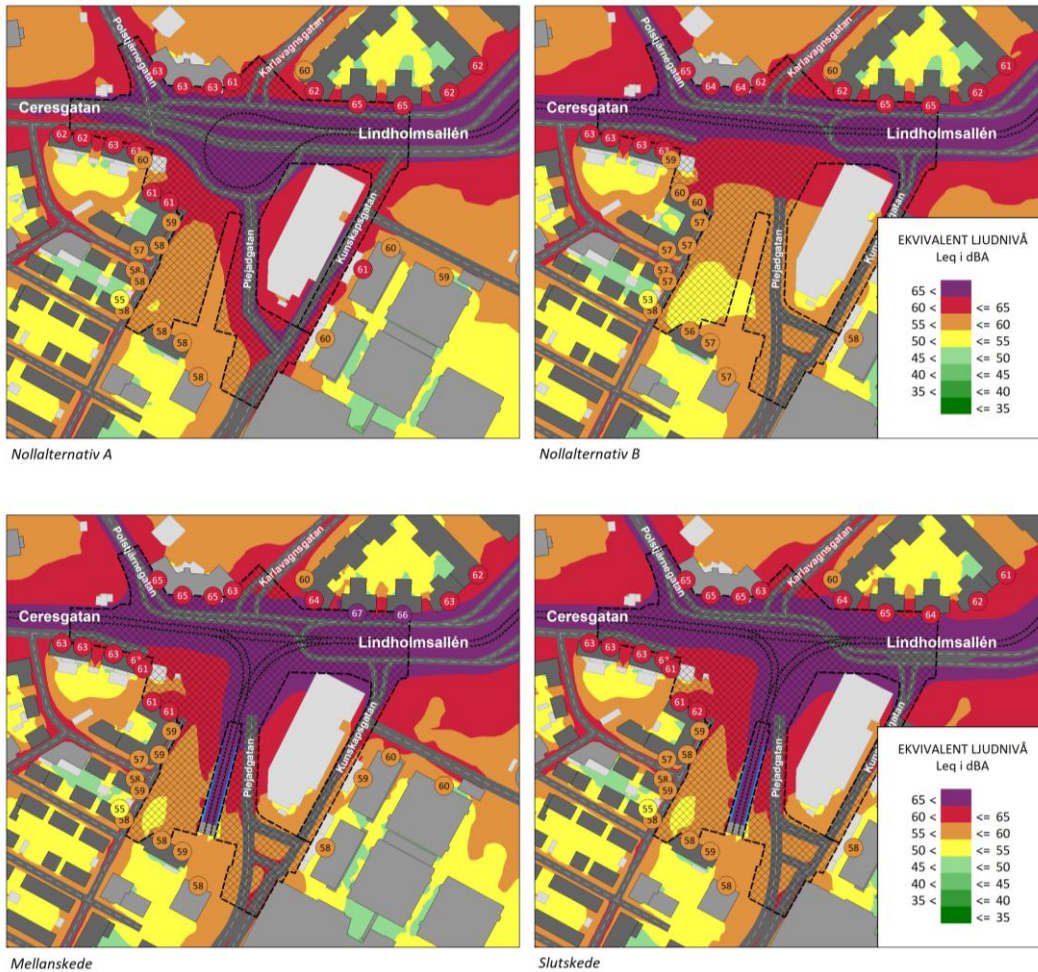
Tabell 11. Fördelning av vagnstyper på Lindholmen för Driftskedet.

Vagnstyp	Andel
M31	0 %
M32	0 %
M33 A	25 %
M33 B	8 %
M34 eller annan lång spårvagn	67 %

förändring. Figur 32 och 33 visar beräknade ekvivalenta ljudnivåer från samtliga trafikslag.

Samtliga bostadskvarter i närheten av planen bedöms ha tillgång till ytor, till exempel gårdsytor i markplan, där riktvärdet 55 dBA ekvivalent ljudnivå klaras. Planen förändrar inte dessa förutsättningar.

Ekvivalent ljudnivå

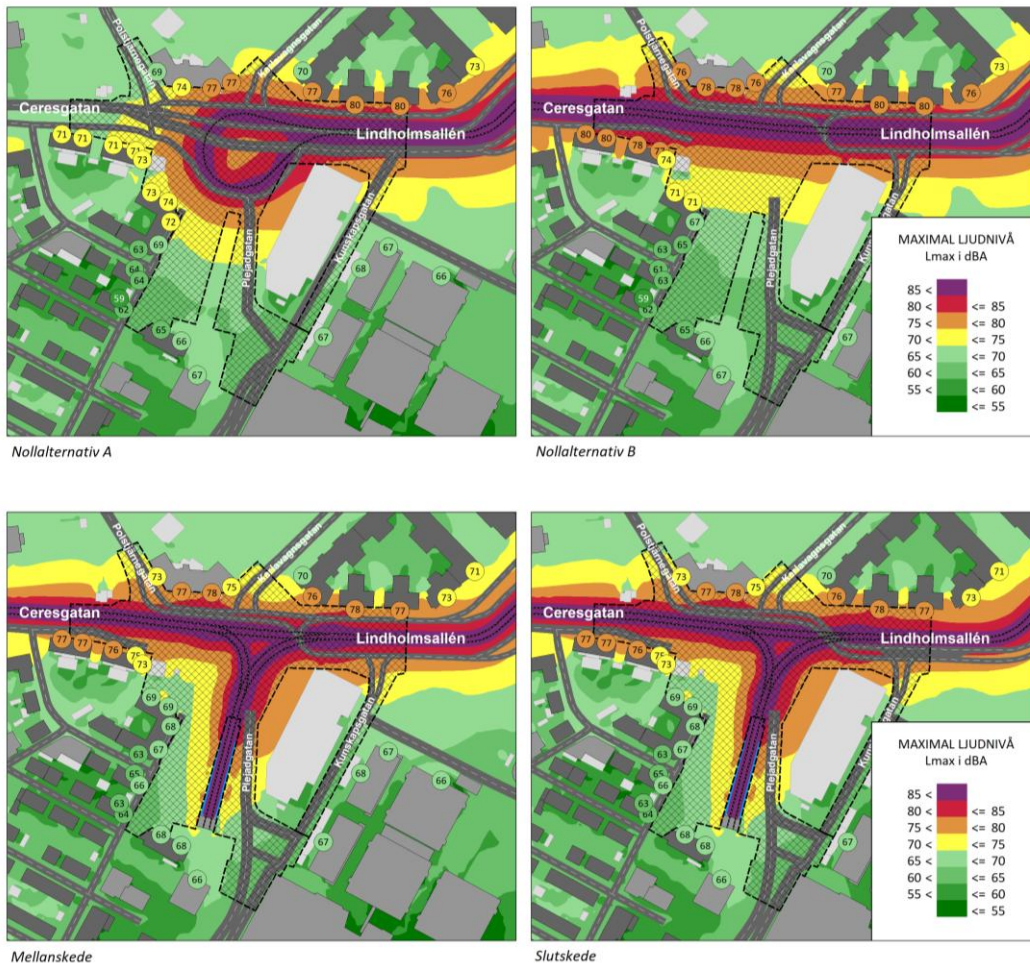


Figur 32. Ekvivalent ljudnivå på Lindholmen.

Jämfört med nollalternativ-A ger mellanskedet en högre maximal ljudnivå från spårtrafik vid bostäder kring träget och utmed Ceresgatan. Kring träget är dock den beräknade ljudnivån fortfarande under 70 dBA. I övriga området ger mellanskedet generellt några decibel lägre maximal ljudnivå från spårtrafik jämfört med nollalternativ-A, tack vare tystare spårvagnstyp. Jämfört med nollalternativ-B ger mellanskedet även en lägre maximal ljudnivå från spårtrafik utmed Ceresgatan. Det samma gäller för slutskedet, eftersom spårtrafiklösningen är densamma som i mellanskedet. Figur 34 och 35 visar beräknade maximala ljudnivåer från spårtrafik.

Alla bostadskvarter i anslutning till området bedöms ha tillgång till utrymmen där den maximala ljudnivån från spårbunden trafik inte överstiger 70 dBA. Utbyggnaden av detaljplanen innebär att ytor där 70 dBA klaras ökar, särskilt i marknivå väster om betongträget.

Maximal ljudnivå från spårtrafik



Figur 33. Maximal ljudnivå från spårtrafik på Lindholmen.

Den maximala ljudnivån, som i nollalternativ-A huvudsakligen orsakas av spårvägstrafik, ökar norr om Lindholmsallén i det nordöstra hörnet av planen i nollalternativ-B. Skillnaden i ljudnivå mellan nollalternativ-A och nollalternativ-B, det vill säga innan Lindholmsförbindelsen byggs, är 4 dBA. Detta beror på att linjebussarna leds närmare bostäderna i nollalternativ-B, vilket gör att vägtrafiken ger upphov till högsta maximala ljudnivå på platsen. Utförda mätningar visar att fasadernas ljudisolering är tillräcklig för att riktvärdet $L_{A,max} = 45$ dBA inomhus klaras även efter ökningen av den maximala ljudnivån.

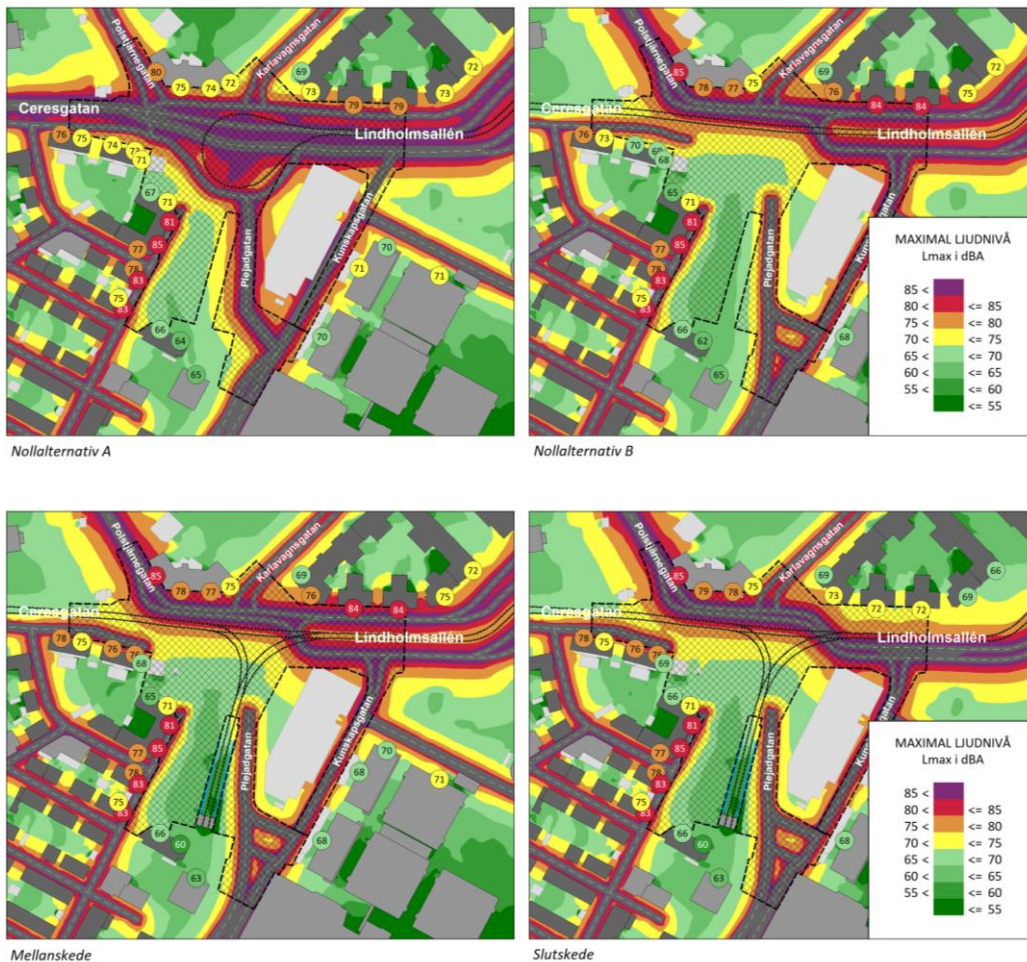
Beträffande maximala ljudnivåer från gatutrafik sker en ökning om cirka 5 dBA från nollalternativ-A till mellanskede på Lindholmsallén till följd av bussar närmare befintlig bebyggelse. Ökningen sker redan vid en utbyggnad av spår väster ut mot Eriksberg (nollalternativ-B). Mätningar av fasadernas ljudisolering i detta läge visar att isoleringen är tillräcklig för att nå riktvärdet 45 dBA ($L_{A,max}$) inomhus efter denna trafikförändring. I slutskedet sänks ljudnivåerna längs Lindholmsallén upptill 12 dBA från gatutrafiken. I slutskede kommer dock spårvagnarnas passager ge de högsta maximala ljudnivåer, 77-78 dBA. Dessa byggnader har konstaterats ha tillräcklig fasadljudisolering för att klara maximala inomhusnivåer.



Den maximala ljudnivån från gatutrafik vid Gamla Ceresgatan samt sydväst om tunnelmynningen höjs med upp till 7 dBA mellan nollalternativ-B och mellanskede, respektive upp till 3 dBA mellan nollalternativ-A och mellanskede. Den maximala ljudnivån från gatutrafik förändras i princip inte mellan mellanskedet och slutskedet, endast en beräkningspunkt höjd med 1 dBA.

Samtliga befintliga bostadskvarter i anslutning till området bedöms ha tillgång till ytor för uteplats där varken den maximala ljudnivån från spårtrafik eller gatutrafik överstiger 70 dBA, både i mellan- och slutskedet.

Maximal ljudnivå från vägtrafik



Figur 34. Maximal ljudnivå från vägtrafik på Lindholmen.

7.3 Slutats

Ljudnivåerna kommer att förändras marginellt med 1-2 dBA då Lindholmsförbindelsen byggs. Undantaget är maximal ljudnivå i planens nordöstra hörn där den maximala ljudnivån ökar med cirka 5 dBA på grund av förändrad utformning av gatenätet vilket innebär att trafik med bussar går närmare bostadskvarter. Denna ökning sker redan vid utbyggnad av spårvägen med ett spår västerut mot Eriksberg (Alternativ Nollalternativ-B) innan Lindholmsförbindelsen byggs. Utförda mätningar av fasadernas ljudisolering har visat att ljudisolering är tillräckligt bra så att riktvärden, $L_{A,max} = 45$ dBA, inomhus klaras även efter denna ökning av maximala ljudnivåer. I slutskede minskar maximala ljudnivåer igen.

De bostäder som projektet direkt påverkar-kommer att utredas för bullerskyddsåtgärder under planeringskedet.

Det är inte möjligt att dimensionera ett effektivt bullerskydd för att sänka ljudnivån utomhus vid fasad på samtliga våningsplan på buller berörda bostadshus. Bostadshusens höjd och den spridda trafiken gör att källnära bullerskydd inte har någon större effekt. Källnära bullerskydd har utretts i under planeringskedet och avfärdats då åtgärden inte är samhällsekonomiskt försvarbar eller tillräckligt effektiv. Projektet syftar till att utforma spårvägen så att ljudnivåerna i närmiljön vid markplan inte påverkas så mycket som en kompensation för den skillnad i ljudnivå projektet ger lokalt. I de bullerberäkningar som gjorts i denna utredning ingår inte effekten av eventuella täta räcken vid tråkant eller markanpassningar med låga murar med syfte att skydda närområdet. Några av bostadshusen kommer utredas vidare för fastighetsnära åtgärder i kommande planeringsskede.



Figur 35. En idébild från tidigare planeringsskede som visar hur tråget kan utföras med ett tätt genomsiktligt räcke, ljudabsorberande markytor och spårnära låga skärmande vallar. [källa AFRY]

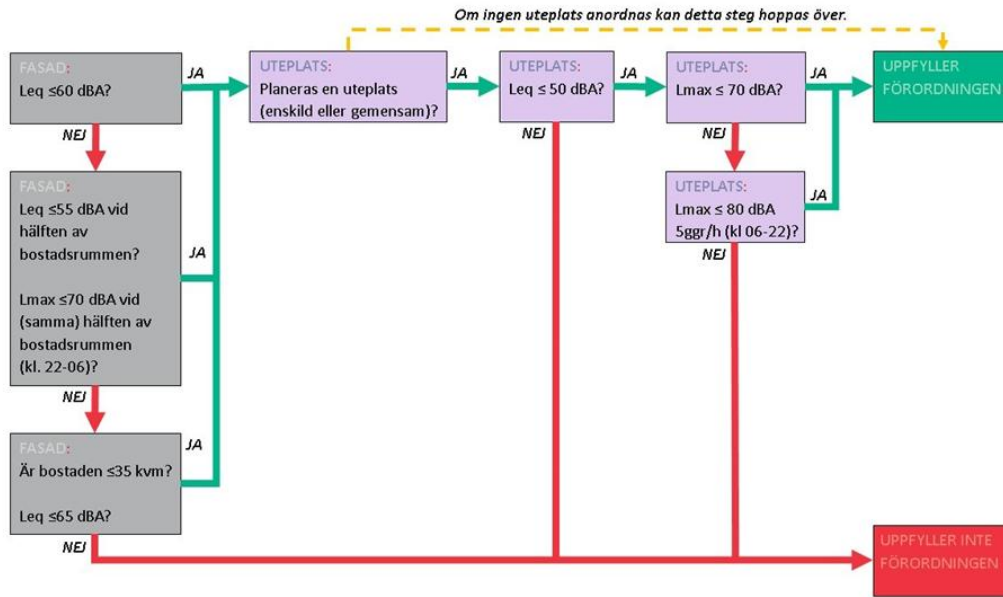


Figur 36. En idébild från tidigare planeringskede som visar hur tråget kan utföras med ett tätt genomskiktligt räcke och spårnära låga skärmar. [källa AFRY]

Den framtida bebyggelse som är skissad öster om tråget påverkas av utbyggnad Lindholmsförbindelsen. Eftersom ljudet från nuvarande infrastruktur är högt, måste framtida bostadsbebyggelse anpassas för att uppfylla Trafikbullerförordningen (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader – även om Lindholmsförbindelsen inte byggs.



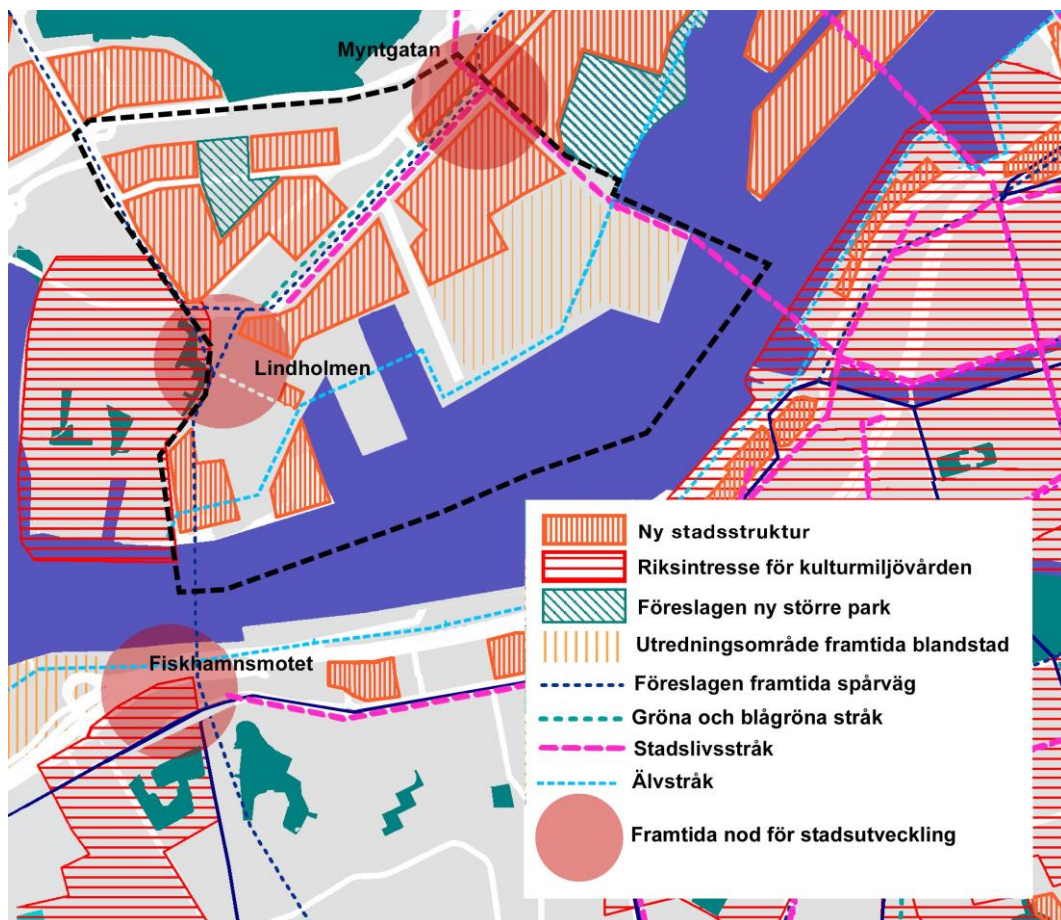
Figur 37. En fiktiv illustration av byggnad inom plats där framtida bebyggelse kan bli aktuell. Underlagsbild är ekvivalent ljudnivå i Alternativ Noll.



Figur 38. Flödesschema om vad som i normalfallet krävs för att klara Förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader

De fasta installationer som ingår i DP Lindholmen är en likriktarstation och ett pumphus, vilka kommer medföra tillkommande buller till närliggande bostäder. Det är möjligt att klara gällande riktvärden om de krav som ställts på högsta ljudeffekt följs. Det kan innebära behov av ljuddämpande åtgärder behöver preciseras i detaljprojekteringen.

Sammantaget bedöms DP Lindholmen ha en något negativ effekt på ljudmiljön i området. Detaljplanen bedöms inte omöjliggöra framtida bebyggelse enligt Översiktsplaneringens omvandlingsområde som redovisas i Figur 39.

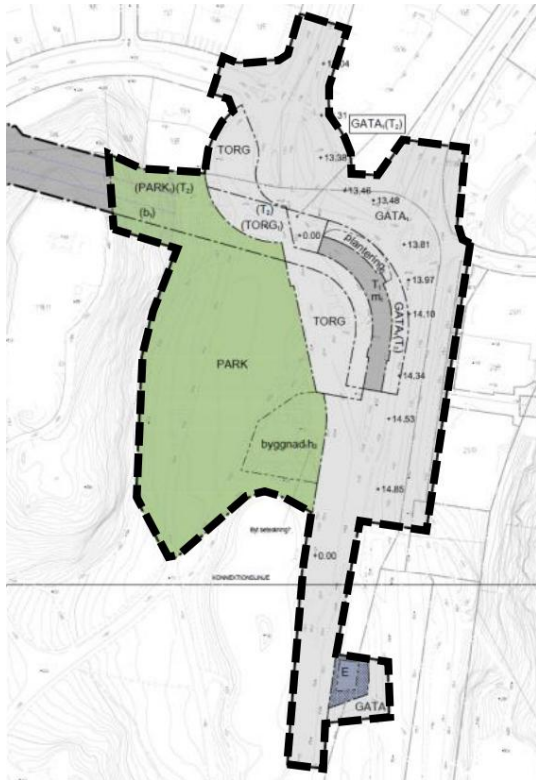


Figur 39. Stadsbyggnadsförvaltningens fördjupade översiktsplanering med omvandlingsområde Lindholmen



8 Detaljplan Linnéplatsen

Planområdet på Linnéplatsen innefattar i huvudsak gatu- och parkområde, se Figur 40. Planområdet innehåller inga byggnader förutom den tillkommande offentlig servicebyggnaden som föreslås vid den sekundära entrén i Slottsskogen (vid "byggnad" på plankartan). Byggnaden föreslås kunna innehålla offentliga toaletter, kiosk eller café, verksamhet för mindre aktiviteter.



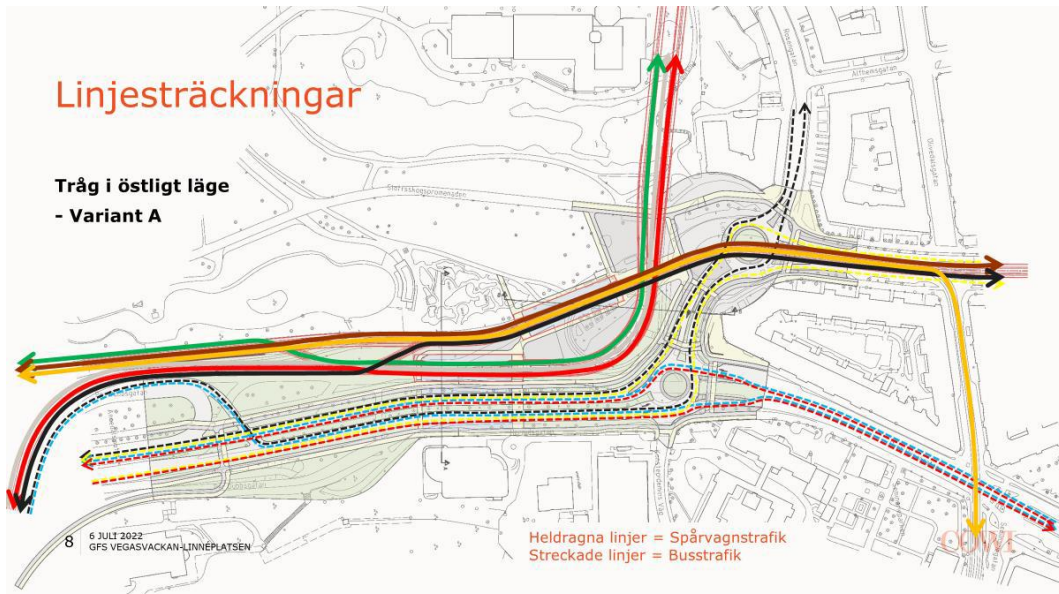
Figur 40. Planområde för DP Linnéplatsen.

8.1 Förutsättningar

All trafikdata som används för beräkningarna av trafikbuller vid Linnéplatsen är hämtade ur rapport *Sammanställning av trafikprognoser vid Linnéplatsen som underlag till buller- och luftutredningar som del i Järnvägsplan och Detaljplan för Lindholmsförbindelsen*, COWI 2025-05-27 (Arbetsmaterial). Dokumentet har stämts av med SBF:s analysenhet en gång och ska justeras något inför en ny avstämning.

8.1.1 Trafikbuller

Den planerade trafiklösningen visas i Figur 44 nedan.



Figur 44. Trafikutformningsförslag Linnéplatsen "Östligt alternativ 1"

Trafikflöden, ÅDT och hastigheter för väg- och spårtrafik som använts i beräkningarna för Nollalternativet redovisas i Figur 41 och Figur 42. I beräkningarna har hastigheter på Dag Hammarskjöldsleden ansatts till 60 km/h söder om Annedalsmotet och 40 km/h norr om Annedalsmotet. För övriga vägar inom beräkningsområdet gäller hastigheten 40 km/h.

För beräkningarna av Nollalternativet har spårvagnstrafiken beräknats med fördelning av vagnstyper och längder enligt Tabell 12. Hastigheter för spårtrafiken kring Linnéplatsen anges i Figur 41. För beräkning av maximala ljudnivåer från spårvägen har spårvagn M34 använts som tågmodell eftersom den är dimensionerande.

Tabell 12. Fördelning av vagnstyper på Linnéplatsen för Nollalternativet.

Vagnstyp	Andel	Längd (m)
M31	40 %	31
M32	0 %	-
M33 A	15 %	33
M33 B	5 %	33
M34 eller annan lång spårvagn	40 %	45

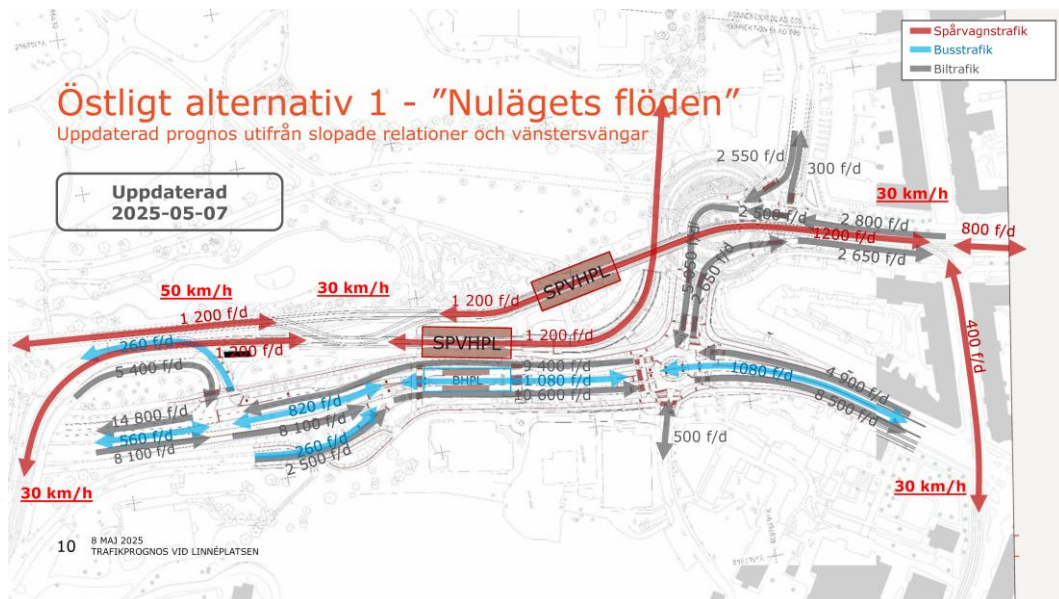
43 och Figur 45. För beräkning av maximala ljudnivåer från spårväg har spårvagn M34 använts som tågmodell eftersom den är dimensionerande.

Tabell 13. Fördelning av vagn typer på Lindholmsförbindelsen på Linnéplatsen för Driftskedet.

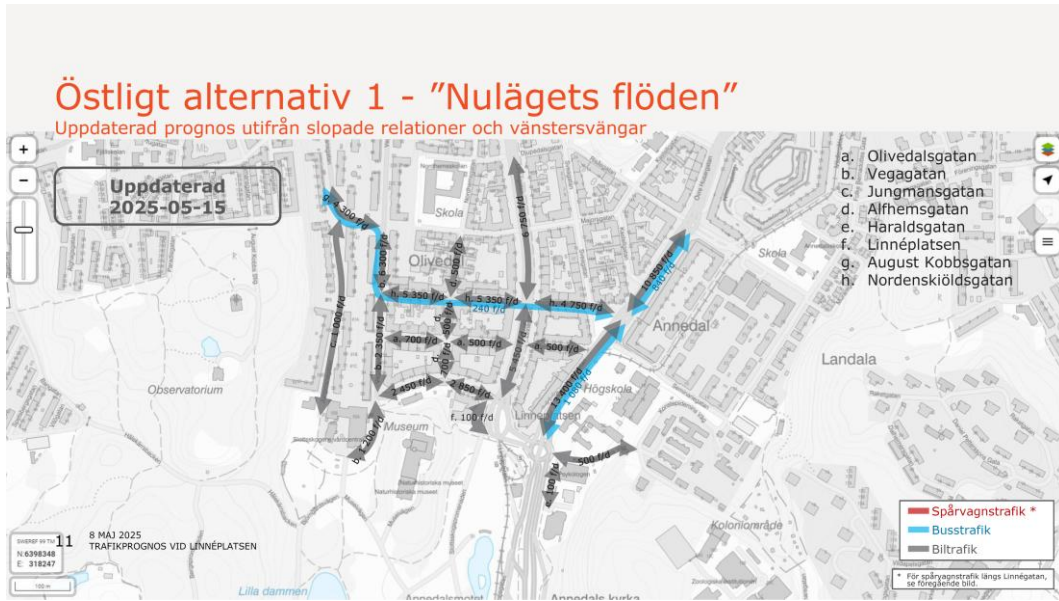
Vagnstyp	Andel	Längd (m)
M31	0 %	31
M32	0 %	-
M33 A	25 %	33
M33 B	8 %	33
M34 eller annan lång spårvagn	67 %	45

Tabell 14. Fördelning av vagn typer på övriga spårvägsnätet på Linnéplatsen för Driftskedet.

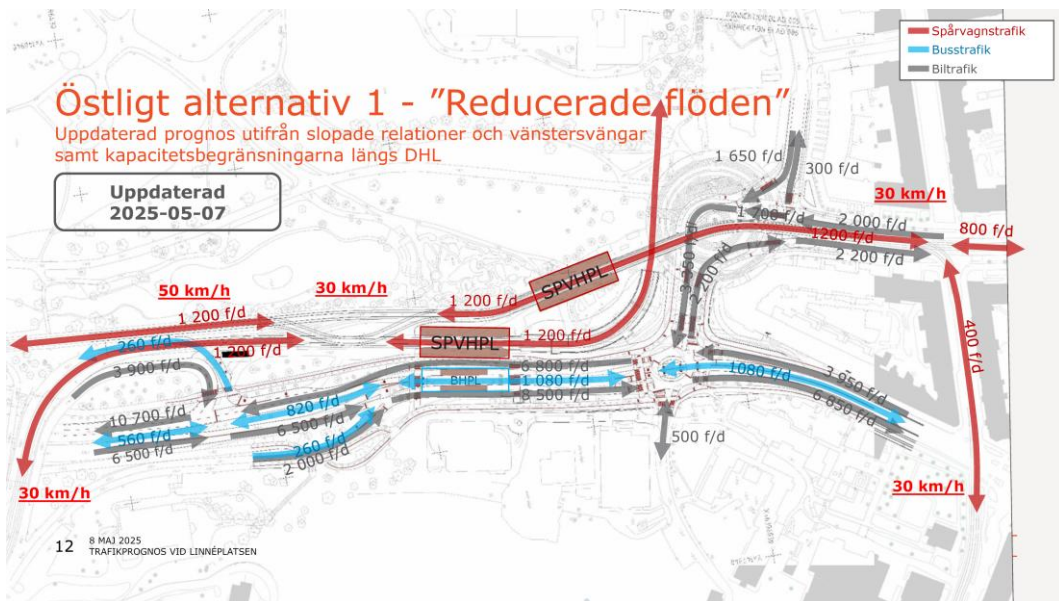
Vagnstyp	Andel	Längd (m)
M31	40 %	31
M32	0 %	-
M33 A	15 %	33
M33 B	5 %	33
M34 eller annan lång spårvagn	40 %	45



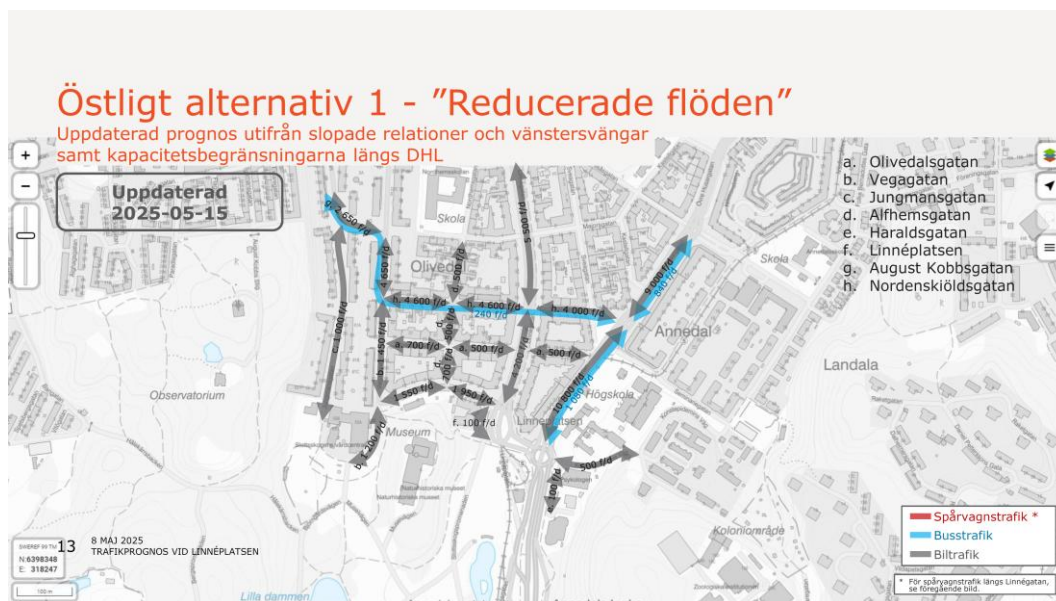
Figur 43. Trafikflöden på Linnéplatsen för Driftskedet, Östligt alternativ 1 – "Nulägets flöden". Grå = ÅDT vägtrafik, Blå = ÅDT bussar, röd = ÅDT spårvagnar, rött understruket = hastighet spårvagnar.



Figur 44. Trafikflöden för övriga vägar kring Linnéplatsen för Driftskedet, Östligt alternativ 1 – "Nulägets flöden". Grå = ÅDT vägtrafik, Blå = ÅDT bussar.



Figur 45. Trafikflöden på Linnéplatsen för Driftskedet, Östligt alternativ 1 – "Reducerade flöden". Grå = ÅDT vägtrafik, Blå = ÅDT bussar, röd = ÅDT spårvagnar, rött understruket = hastighet spårvagnar.



Figur 46. Trafikflöden för övriga vägar kring Linnéplatsen för Driftskedet, Östligt alternativ 1 – "Reducerade flöden". Grå = ÅDT vägtrafik, Blå = ÅDT bussar.

8.1.2 Fasta installationer

Norr om Annedalsmotet i höjd med mitten på Fågeldammen kommer det placeras en likrikstarstation. Ventilationsgaller på byggnadens fasad kan avge ljud till omgivningen. Placering av bullerkällor anges i Figur 12 och använd ljuddata i Tabell 15.

Tabell 15. Bullerkällor från externt industribuller belägna ovan mark som ingår i DP Linnéplatsen samt kommentar om använd ljuddata.

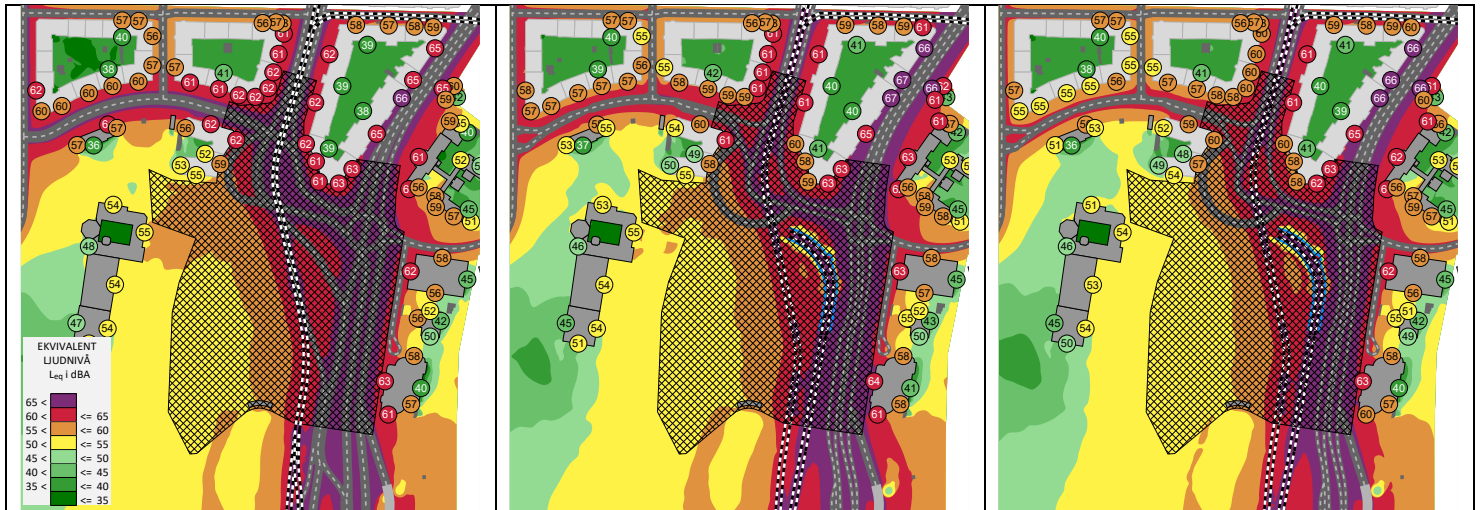
Bullerkälla	Kommentar
Likrikstarstation	Ljuddata kommer från mätning gjord av Efterklang på en annan likrikstarstation på Guldhedsgatan, Göteborg (se Tabell 5). Uppmätt ljud var tonalt.

8.2 Resultat

8.2.1 Trafikbuller

Jämfört med nollalternativet medför Östligt alt. 1 "Nulägets flöden" en något lägre ekvivalent ljudnivå, cirka 1-3 dB i området förutom längs med Dag Hammarskjöldsleden och Övre Husargatan där ljudnivåerna höjs något, cirka 1dB. Förändringarna beror på sänkningen av den skyltade hastigheten från 50 km/h till 40 km/h samt omledningen av vägtrafiken. Östligt alt 1 "Reducerade flöden" medför ytterligare sänkning av ljudnivån i hela området, med cirka 1-5 dB jämfört med Nollalternativet, och ljudnivåerna längs Dag Hammarskjöldsleden och Övre Husargatan återgår till liknande nivåer som i Nollalternativet. Figur 47 visar beräknade ekvivalenta ljudnivåer.

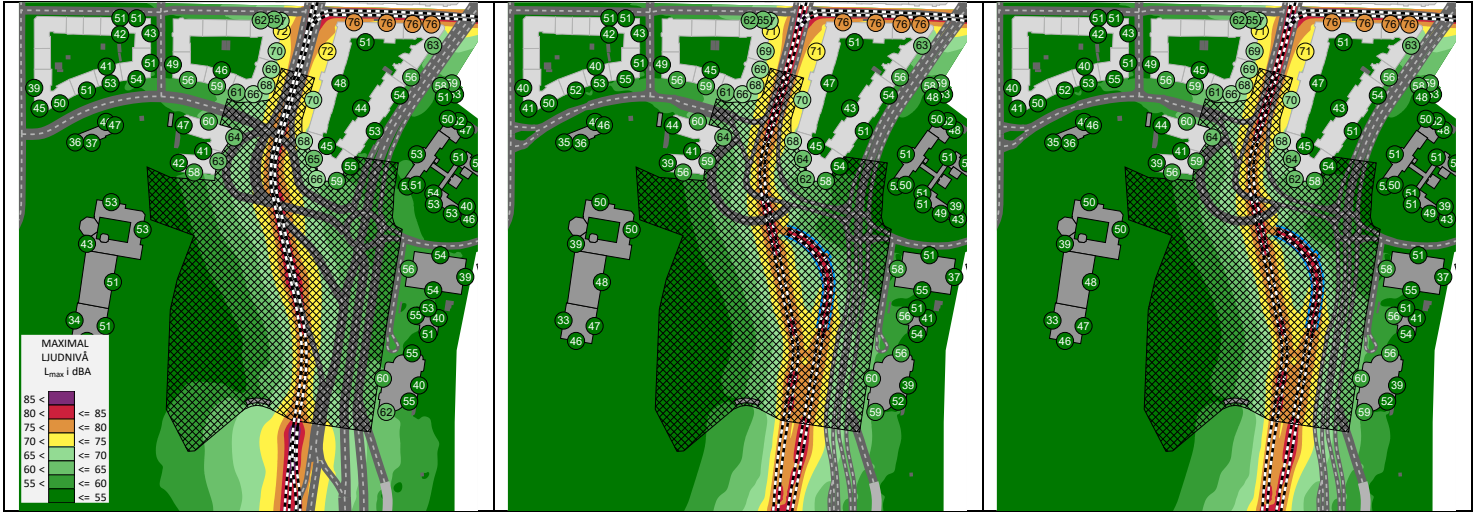
Samtliga bostadskvarter i närheten av detaljplanen bedöms ha tillgång till ytor där 55 dBA ekvivalent ljudnivå klaras. Planen medför ingen förändring av dessa förutsättningar.



Figur 47. Ekvivalent ljudnivå på Linnéplatsen i Nollalternativet, Östligt alt 1 "Nulägets flöden", Östligt alt 1 "Reducerade flöden".

Jämfört med nollalternativet medför Östligt alt 1 "Nulägets flöden" en marginellt lägre maximal ljudnivå från spårtrafik. Beräknad ljudnivå är dock fortfarande under 70 dBA förutom kring vägsnittet Linnégatan/Olivedalsgatan där de maximala ljudnivåerna är över 70 dBA. I övriga området medför Östligt alt 1 "Nulägets flöden" generellt några decibel lägre maximala ljudnivåer från spårtrafik. Det samma gäller för Östligt alt 1 "Reducerade flöden", eftersom spårtrafiklösningen är samma som i Östligt alt 1 "Nulägets flöden". Figur 48 visar beräknade maximala ljudnivåer från spårtrafik.

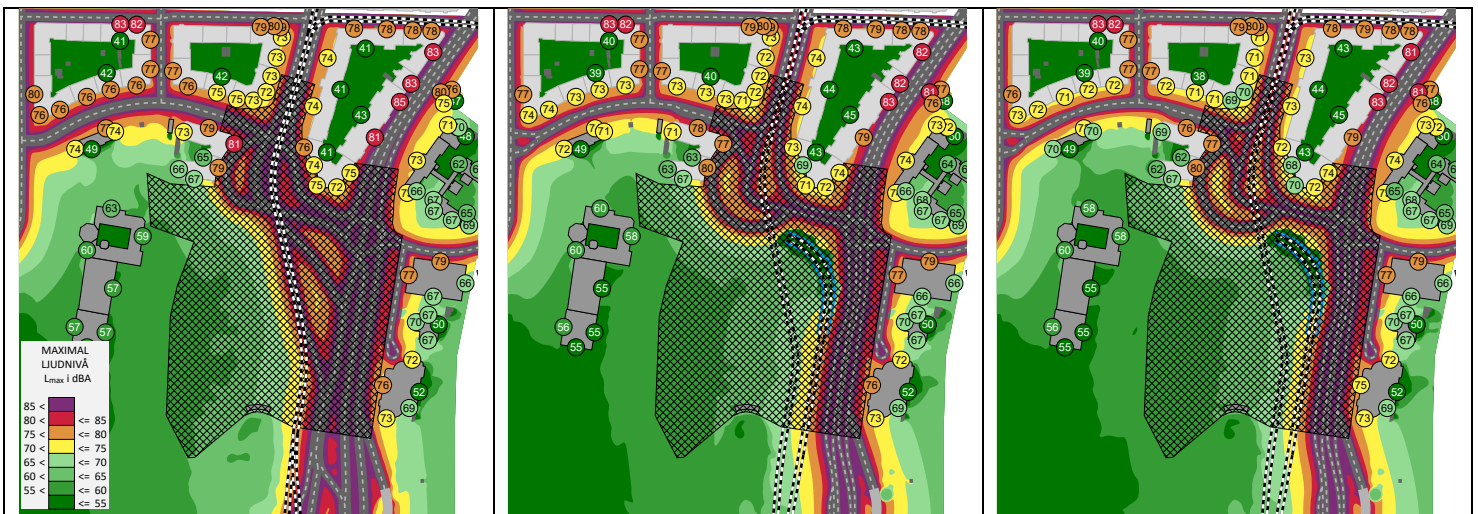
Alla bostadskvarter i närheten av detaljplanen har ytor där den maximala ljudnivån från spårtrafik inte överstiger 70 dBA. Planen innebär en obetydlig ökning av den yta där ljudnivån 70 dBA överskrids.



Figur 48. Maximal ljudnivå från spårtrafik på Linnéplatsen i Nollalternativet, Östligt alt 1 "Nulägets flöden", Östligt alt 1 "Reducerade flöden". OBS Spårtrafikdata för Östligt alt 1 "Reducerade flöden" är identisk med Östligt alt 1 "Nulägets flöden".

Jämfört med nollalternativet medför Östligt alt 1 "Nulägets flöden" en lägre maximal ljudnivå från vägtrafik i nästan hela området på grund av hastighetssänkningen och omledningen av busstrafiken men även på grund av den ändrade trafikutformningen. Flytten av busstrafiken medför att de maximala ljudnivåerna sjunker längs med Rosengatan och Linnégatan, men höjs marginellt längs med Övre Husagatan. Öster om planen medför Östligt alt 1 "Nulägets flöden" ingen förändring. Östligt alt 1 "Reducerade flöden" medför ytterligare en sänkning längs med Rosengatan och Linnégatan, men i övriga området i stort sett ingen förändring. Figur 49 visar beräknade maximala ljudnivåer från vägtrafik.

Alla bostadskvarter nära detaljplanen har tillgång till områden där maxljudet från vägen är högst 70 dBA. Planen medför ingen förändring av dessa förutsättningar.



Figur 49. Maximal ljudnivå från vägtrafik på Linnéplatsen i Nollalternativet, Östligt alt 1 "Nulägets flöden", Östligt alt 1 "Reducerade flöden".

8.2.2 Fasta installationer

Likrikstarstationen avger tonalt ljud med tydligt hörbara tonkomponenter vilket är särskilt störningsframkallande. Enligt Naturvårdsverket bör riktvärdena i Tabell 2 således sänkas med 5 dBA. Det innebär att riktvärdet för tonalt ljud nattetid är 35 dBA vid fasad tillhörande bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler. Med ljudeffekten 67 dBA uppfylls Naturvårdsverkets riktvärde med marginal till samtliga fasader. Riktvärden från Naturvårdsverket för friluftsområden, grönområden och parker i stadsmiljö efterlevs.

8.3 Slutsats

DP Linnéplatsen medför generellt sett en lägre ljudnivå vid byggnader kring planområdet jämfört med nollalternativet förutom för byggnaderna längs med Övre Husargatan där ljudnivåerna i stort sett blir oförändrade. De lägsta ljudnivåerna fås med Östligt alternativ 1 - "Reducerade flöden".

Eftersom planen medför en viss förbättring bör eventuella höga ljudnivåer inomhus hanteras av åtgärdsprogrammet för befintlig miljö och inte av projektet. Vid flera av bostadshusen överskrids 63 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad, vilket innebär att bostadshusen kan vara aktuella för åtgärdsområde "Genomför lokala åtgärder för att förbättra ljudmiljön i bullerutsatta miljöer" enligt Göteborgs stads åtgärdsprogram mot buller 2025-2029 (se kapitel 5.4).

Beräknad ljudnivå från ny likrikstarstationen vid Linnéplatsen uppfyller med marginal Naturvårdsverkets riktvärde till samtliga fasader. Riktvärden från Naturvårdsverket för friluftsområden, grönområden och parker i stadsmiljö efterlevs.

Sammantaget bedöms DP Linnéplatsen ha en något positiv effekt på ljudmiljön i området. Detta gäller även vid eventuell exploatering i området. Hänsyn behöver då tas oavsett om utbyggnaden av Lindholmsförbindelsen genomförs eller inte, eftersom området redan idag är påverkat av väg- och spårvagnstrafik.

9 Gemensamt för samtliga detaljplaner

9.1 Kumulativa effekter

Beräknade ljudnivåer från trafikbuller och fasta installationer ska inte summeras till en total ljudnivå eftersom dessa är separata bullerkällor med egna riktvärden. Samtidig exponering för både trafik- och installationsbuller kan dock ge upphov till ökad störning, trots att nivåerna inte adderas direkt. Inom ramen för DP Tunnel planeras fasta installationer vid Lindholmen, Linnéplatsen, Jungmansgatan, Fjällgatan, Kunskapsgatan, Oscarsleden samt Stigbergstorget. Flera av dessa platser kännetecknas av höga trafikflöden och därmed förhöjda trafikrelaterade ljudnivåer, medan ljudnivåerna vid Kunskapsgatan och Jungmansgatan är lägre.

Rapporten specificerar krav på högsta tillåtna ljudeffekter för permanenta installationer i syfte att säkerställa efterlevnad av gällande riktvärden för verksamhetsbuller vid bostäder, skolor och vårdlokaler. I miljöer där bakgrundsljudnivån från andra källor är måttlig eller låg kan ljud från installationer uppfattas som särskilt störande. Exempelvis kan ventilationssystem höras vid tillfartstunneln söder om Kunskapsgatan och framtida bebyggelse, liksom fläktar vid tunnelmynningen vid Jungmansgatan. Göteborgs stads bullerkartläggning visar att de ekvivalenta ljudnivåerna vid Jungmansgatan vid Slottsskogen och södra delen av Kunskapsgatan på Lindholmen ligger runt 50 dBA eller lägre. Detta innebär att installationsljud kan vara hörbara, särskilt under natten eller om ljudet har en tonkaraktär som gör det mer påtagligt. Söder om Jungmansgatan återfinns Slottsskogen med omfattande ytor skyddade från buller. Lekplatsen Plikta ligger cirka 100 meter bort. Om gällande riktvärden följs vid närmaste bostad bedöms buller från servicetunneln inte vara hörbart inom Plikta enligt beräkningar. Vid övriga platser förväntas ljudnivån vara cirka 10–15 dB lägre än motsvarande trafikbuller, vilket innebär att installationsljudet maskeras av trafikbullret under förutsättning att riktvärdena följs.

Som exempel på den kumulativa effekten av trafikbuller och buller från fasta installationer kan Stigbergstorget nämnas med den nya hållplatsens fasta installationer.

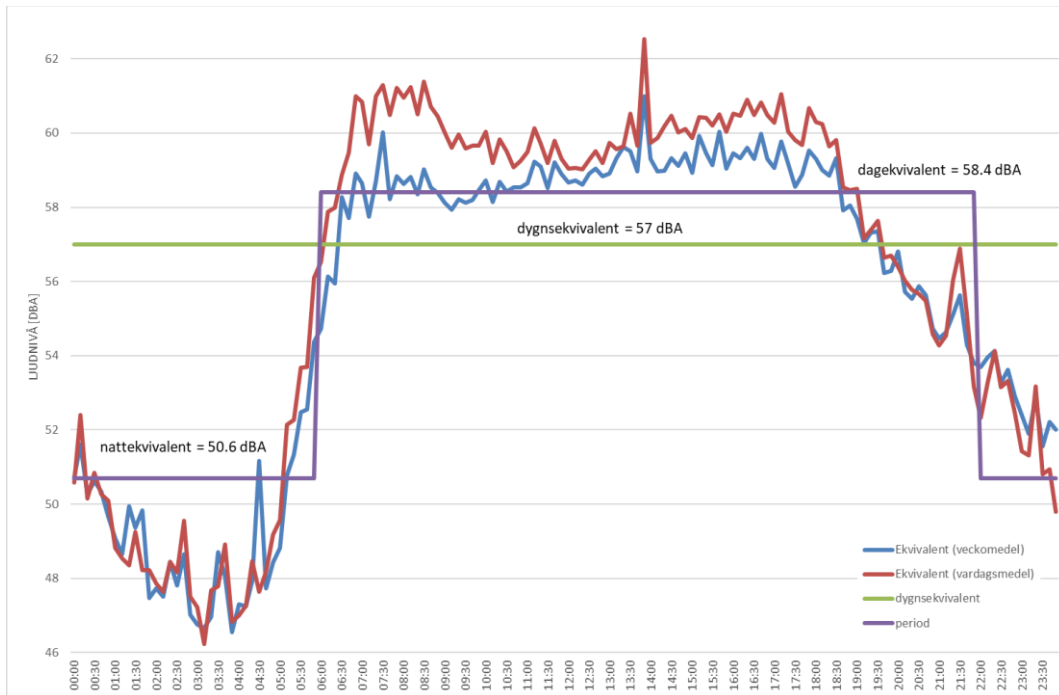


Figur 50. Ett exempel på hur en fast installation skulle kunna störa en tänkt plats för vistelse och samtal. Bilden avser endast beräknad ljudspridning från ventilationsutloppet på entrébyggnadens södra fasad.

Göteborgs stads bullerkartläggning enligt EU-direktiv visar att den ekvivalenta ljudnivån vid Stigbergstorget uppgår till 60–65 dBA, vilket kategoriseras som en relativt bullrig stadsmiljö där kommunikation kräver något förhöjd röststyrka. Ljudmiljön styrs främst av väg och spårvagnstrafik på gator lokalt kring torget men även av trafikbuller från Oscarsleden, E45. Arkitekt och samhällsplanerare Jan Gehl konstaterar att platser med denna ljudnivå i huvudsak används för aktivitet och rekreation snarare än vila eller samtal. Det är framför allt den direkta omgivningen som påverkas av fasta installationer. Ljud från bullerkällor ger likadana spridningsområden oavsett på vilken sida de placeras, men själva placeringen spelar fortfarande roll. Om bullerkällorna placeras mot trafiken kan trafikbullret delvis dölja ljudet från installationerna. Nära bullerkällorna kan ljud ändå upplevas som störande, även om riktvärden inte överskrids. Det rekommenderas att placera bulleralstrande byggelement, såsom entréer och installationer inklusive skjutdörrar, ridåfläktar, rulltrappor och ventilationssystem, mot gatusidan där ljudnivån redan är hög. Vissa ljudtyper, särskilt lågfrekventa, tonala eller impulsartade ljud – exempelvis muller, gnissel eller knackningar – uppfattas ofta som mer störande än andra. Under nattetid eller vid minskat trafikbuller kan stationära bullerkällor orsaka störningar även om de ligger inom riktvärden.

Inför utformningen av torget bör man samarbeta med akustiker för att säkerställa att ljudfrågorna beaktas. Genom lämpliga åtgärder kan samtliga aktuella riktvärden för omgivningsbuller uppfyllas. För att reducera trafikbuller från spårvagns- och vägtrafik kan avskärmande lösningar, möjligen kan låga murar kring torget eller högre skärmar mot Oscarsleden, E45 reducera trafikbullret något. Byggnader kan därtill skapa en tystare sida där bullerexponeringen blir mindre.

I anslutning till Stigbergstorget, exempelvis vid Pölparken och Gathenhielmska trädgården, underskrider den ekvivalenta ljudnivån 50 dBA, vilket anses lågt i en storstadsmiljö. Dessa parker utgör viktiga resurser för det intilliggande och mer bullriga Stigbergstorget.



Figur 51. Ett exempel på hur uppmätta ljudnivåerna varierar inom en större tätort med närhet (ca 100 meter) till en trafiktät väg. [källa AFRY]

Likrikstarstationerna förväntas generera tonalt ljud, vilket är särskilt störande. I dessa sammanhang gäller ett sänkt riktvärde, vilket resulterar i ännu lägre ljudnivåer jämfört med trafikbuller.

Förutsatt att de fastställda kraven på ljudeffekt från fasta installationer efterlevs bedöms kumulativa hälsoeffekter vara acceptabla för närliggande bostäder, skolor och vårdlokaler. Skäliga skyddsåtgärder ska implementeras för att säkerställa att myndigheters riktvärden efterföljs.

9.2 Hantering av lågfrekvent buller

Idag saknas vägledande specifika riktvärden för lågfrekvent buller utomhus. Eftersom lågfrekvent buller är svårare att dämpa med fasadväggar och fönster anser vägledning "RAPPORT 2015:21 Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning" från Boverket att särskild hänsyn ska tas vid bostadsbyggande när det finns yttre bullerkällor som avger lågfrekvent buller i omgivningen. Då det framför allt är en fråga som bör tas upp i det tekniska samrådet, faller dock frågan utanför det som normalt bör omfattas av en detaljplaneutredning. Det riktvärde från myndighet som specifikt berör lågfrekvent buller inomhus, redovisas i Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus FoHMFS 2014:13. Dessa krav återges i

Tabell 16. Det som behöver utredas är att det finns rimliga åtgärder för att klara gällande riktvärden inomhus.

Tabell 16: Folkhälsomyndighetens allmänna råd om lågfrekvent buller inomhus.

Tersband (Hz)	Ekvivalent ljudtrycksnivå, L_{eq} (dB)
31,5	56

40	49
50	43
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

Trafikbuller från väg- och spårtrafik utvärderas i normalfallet endast i A-vägd ljudnivå, det vill säga de riktvärden för ekvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå inomhus som finns redovisade i infrastrukturpropositionen 1996/75:53 som också finns i Folkhälsomyndigheternas allmänna råd om buller inomhus.

I planlägningsprocessen har frågeställningen fått större fokus de senaste åren. Det beror sannolikt på att lågfrekvent buller från externa ljudkällor utgör en särskild problematik. Exempel på källor som avger lågfrekvent ljud är fläktar och ventilationsanläggningar, värmepumpar, kylkompressorer, fartygsmotorer, tung vägtrafik eller stora dieselmotorer på tomgång (bussar, lastbilar, diesellok).

I samband med att riktvärdena för buller reviderades 2015 uppstod farhågor att de högre ljudnivåerna som accepterades vid fasad för trafikbuller i "Förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader" och industribuller i "RAPPORT 2015:21 Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning" skulle ge upphov till ohanterliga krav på fasader för att klara riktvärde inomhus för lågfrekvent buller. För att undvika ohanterliga situationer i bygglov angavs ett större utredningsbehov i planläggningen av Boverket.

I Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2019–2023 gavs lågfrekvensproblematiken ett stort fokus. Speciellt tunga fordon som bussar i linjetrafik, speciellt då de accelererar från hållplatser och färdas i uppförsbackar presenterades som problem. Den högsta tillåtna ljudnivån för bussar regleras enligt EU-förordning 540/2014, bilaga III. Spårvagnstrafik på betongplatta har också i enskilda fall visat sig ge mer lågfrekvent buller vilket innebär behov av bättre fönster/fasader för att klara lågfrekvensriktvärden inomhus i omgivningen än praxis för spårburen trafik.

9.3 Resonemang om utformning planbestämmelser

Det finns i nuläget inte tillräcklig med information och projektet är inte tillräckligt preciserat för att ställa upp planbestämmelser. Texten i detta avsnitt kan användas som guidning inför framtida framtagande av planbestämmelser.

Framtagna krav på ljudeffekt för fasta installationer kan behöva framgå av plankartan. Dock är vissa installationers placering inte beslutad ännu. Om placeringarna ändras, förändras också kravet på ljudeffekt. Om man inte låser läge för installationer så kan en generell planbestämmelse på installationer kopplad till de påverkade byggnaderna ge ovälkommet hårda krav för bullerkällor som kan placeras inom idag redan bullriga platser. Planbestämmelse bör inte utformas så att den i onödan begränsar framtida utbyggnadsplaner.

Planbestämmelser avseende trafikbuller bedöms inte vara nödvändiga.



Planbestämmelser i DP Tunnel rörande stomljud bör utformas och vara geografiskt preciserade. Det bör preciseras vilka framtida planerade men ej startade utbyggnadsplaner som spårvägstunneln får ansvar för. Denna utredning redovisar omfattningen av åtgärder för både befintlig bebyggelse och vissa specificerade framtida utbyggnadsplaner.

Planbestämmelser bör ange vad de avser att skydda. Bostäder, platser eller specifika verksamhetstyper för att undvika onödigt hårda krav beroende på krav till mindre skyddsvärda platser/utrymmen.

9.4 Fortsatt arbete

Då projekteringen är i ett tidigt skede kommer beräkningar behöva uppdateras när nya uppgifter om de fasta installationerna finns. Även berguttaget vid Oscarsleden och slutlig placering av Oscarsleden/E45 behöver övervakas och beräkningar behöver eventuellt uppdateras.

Beräkningar behöver kontrolleras för att säkerställa att beräkningarna grundar sig på rätt ljudemission från spårvagn M34. I dagsläget så beräknas M34 som en förlängd M33 (45 meter). Kontrollmätningar pågår för att säkerställa att spårvagnens upphandlingskrav uppfylls. Det är osäkert om dessa mätningar är direkt tillämpbara för att använda som indata i beräkningsmodellen.

Efter samråd kan befintliga verksamheter ange att spårvägsanläggningen kommer påverka deras verksamhet. Närmare utredningar och avtal kan behövas för att sätta relevanta hänsynskrav.

Planbestämmelser behöver utformas så att de motsvarar rimliga myndighetskrav utifrån PBL:s hälsomässiga hänsynstagande och att anläggningen inte ska ge stor olägenhet för omgivningen. Planbestämmelser behöver avgränsas och preciseras på sådant sätt att de styr utformning för att skydda bostäder och relevanta skyddsvärda verksamhetstyper och platser, se även resonemang i avsnitt 9.3

För att stötta ambitionen i översiktsplanen samt miljö och klimatprogrammet om att utveckla staden så att göteborgarna har tillgång till goda ljudmiljöer i sin vardag, med särskilt fokus på barns utemiljöer kan möjliga kvalitetshöjande åtgärder med avseende på ljud beskrivas. Stadsutvecklingsmålet är att goda, attraktiva och trygga ljudmiljöer, både utomhus- och inomhus, ska eftersträvas. Dessa kvalitetshöjande anpassningar och utformningar kan till viss del nås genom att använda "Gröna lösningar", åtgärder som reducerar ljudnivåer och skapar attraktiva ljudmiljöer med hjälp av vegetation och beväxning och naturliga material i avskärmande åtgärder. Genom att undvika en större areal av hårdgjorda ytor och sträva efter mer bevuxen mark så reduceras ljudnivåerna till omgivningen.

10 Referenser och källmaterial

Folkhälsomyndigheten. (2014). *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om höga ljudnivåer, FoHMFS 2014:15.*

Göteborgs Stad. (2017a). *Detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Järnvågsgatan med flera inom stadsdelen Masthugget i Göteborg. Bullerutredning - verksamhetsbuller från Stena Line och Rosenlundsverket samt trafikbuller.* Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad.

Göteborgs Stad. (2018). *3EA2 Vibrationer.* Hämtat från Teknisk handbok:
https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2017-2/_site/_3f%C3%B6ruts%C3%A4ttningar_3eplaneringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar_3eamilj%C3%B6_3ea2vibrationer.html

Göteborgs Stad. (2024). Hämtat från "Hitta gällande detaljplaner":
<https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/sa-planeras-staden/detaljplanering/hitta-gallande-detaljplaner>

Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen. (2021). *Trafikbuller i Göteborg.* Göteborg: Göteborgs Stad.

Naturvårdsverket. (2015). *Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller. Rapport 6538.*

Naturvårdsverket. (2023). *Vägledning om buller från väg- och spårtrafik på skolgårdar.*

Trafikkontoret. (2020-04-02). *Lindholmsförbindelsen Underlagsrapport - Inventering byggnader och konstruktioner samt bergytor.*

Trafikverket. (2024). *TDOK 2014:1021, Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg. Riktlinje.* Trafikverket.

Cowi. (2025-05-27). *Sammanställning av trafikprognoser vid Linnéplatsen som underlag till buller- och luftutredningar som del i Järnvägsplan och Detaljplan för Lindholmsförbindelsen.* (Arbetsmaterial)