



PM

1 (24)

Handläggare	Datum	Uppdragsnr
Martin Almgren	2015-03-18	700581
Tel +46 10 505 84 54	Sweco Rail AB	
Mobil +46 (0)70 184 74 54	Susanne Mannerstråle	
Fax +46 10 505 44 38	Box 2203	
<a href="mailto:martin.almgren@afconsult.com">martin.almgren@afconsult.com</a>	403 14 Göteborg	

Hamnbanan sträckan Eriksberg-Pölsebo  
Stomljudsutredning  
Martin Almgren  
Uppdragsansvarig

# Hamnbanan, sträckan Eriksberg-Pölsebo i Göteborgs kommun – Stomljudsutredning

## Sammanfattning

**Driftskedet:** Åtgärder mot stomljud i form av ballastmatta behövs i bergtunneln genom Bratteråsberget, betongtunneln mellan Bratteråsberget och Krokängsberget, bergtunneln genom Krokängsberget, betongtunneln väster om Krokängsberget samt betongtråget väster om Krokängsberget för att skydda befintliga byggnader. Det planerade klubbhuset måste också förses med extra stomljudsisolering.

För sträckan öster om Bratteråsberget krävs enligt beräkningar av stomljud åtgärder i form av ballastmatta för banan.

Behov av stomljudsåtgärder för planerad bebyggelse enligt detaljplan för Säterigatan ansvarar kommunen för och åtgärderna bekostas av kommunen. Det är viktigt att kommunens eventuella kompletterande åtgärder för stomljuddämpning avtalas om med Trafikverket i god tid.

I detaljprojekteringen kan behovet av insättningsdämpning modifieras för olika längdmätningstal i respektive tunnel eller betongkonstruktion så att åtgärdsbehovet blir mindre i vissa delar.

**Byggskedet:** Stomljud från borrning i bergtunneln genom Bratteråsberget inför sprängning samt vid injektering beräknas uppgå till upp till 45 dBA i de närmsta befintliga bostadshusen. Stomljudsnivån vid kontorshuset på Säterigatan 20 riskerar att överskrida riktvärdet 45 dBA dagtid vid borrning i den västra delen av Bratteråstunneln.

För borrning inför sprängning och injektering av tunneln genom Krokängsberget beräknas stomljudsnivån vid förskolan på Trondheimsgatan 15 överskrida riktvärdet 40 dBA dagtid vid borrning i den östra delen. Även vid byggnaderna söder om järnvägen vid Krokängsberget riskerar att få byggstomljuds nivåer över riktvärdet.

För att klara riktvärdet för byggbuller bör olika åtgärder övervägas och diskuteras med tillsynsmyndigheten. Ett exempel på åtgärder är tidsbegränsning av borrhingsarbeten. I kontrollprogrammet för byggskedet ska mätning av stomljud från borrning ske för att se om ljudnivåerna bör föranleda någon begränsning.

---

ÅF-Infrastructure AB, Grafiska vägen 2, Box 1551 SE-401 51 Göteborg  
Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 30 09. Säte i Stockholm. [www.afconsult.com](http://www.afconsult.com)  
Org.nr 556185-2103. VAT nr SE556185210301



## Innehållsförteckning

1	BAKGRUND .....	3
2	SYFTE OCH OMFATTNING.....	3
3	UNDERLAG OCH FÖRUTSÄTTNINGAR.....	4
4	RIKTVÄRDE FÖR STOMLJUD.....	5
4.1	Riktvärde för stömljud i driftskedet .....	5
4.2	Riktvärde för stömljud i byggskedet.....	6
5	MODELLER FÖR STOMLJUDSBERÄKNING.....	8
5.1	Driftskedet .....	8
5.2	Byggskedet.....	9
6	BERÄKNADE STOMLJUDLJUDNIVÅER FÖR HAMNBANAN OCH ÅTGÄRDSBEHOV .....	9
6.1	Beräknade stömljudsnivåer i driftskedet .....	9
6.2	Beräknade stömljudsnivåer i byggskedet .....	14
7	ÅTGÄRDER MOT STOMLJUD.....	14
7.1	Åtgärder mot stömljud i driftsskedet.....	14
7.2	Åtgärder mot stömljud i byggskedet.....	17
8	FORTSATT ARBETE .....	17
9	REFERENSER .....	18

Bilaga 1 Beräknade stömljudsnivåer för driftskedet och byggskedet

Bilaga 2 Beskrivning av åtgärden stömljudsisolering av hus

Bilaga 3 Karta med utredningsområdet och identifierade fastigheter med risk för överskridande av riktvärdet för stömljud i drift- och byggskedet.

## 1 Bakgrund

Hamnbanan är en av Sveriges viktigaste järnvägsänkar för godstrafik mellan hamnområdena i Göteborg och hela Norden. Hamnbanan är idag enkelspårig och har för låg standard för att klara framtidens behov av godstransporter. Trafikverket vill med anledning av detta bygga om Hamnbanan till dubbelspår för att öka kapaciteten på banan, förbättra trafiksäkerheten, samt medverka till att möjliggöra ytterligare stadsbebyggelse inom området.

Inom projektet Hamnbanan ingår tre delar; utbyggnad av Kville Bangård, dubbelspårsutbyggnad mellan Eriksberg och Pölsebo, samt ytterligare ett spår mellan Pölsebo och Skandiahamnen. För delsträckan Kville – Eriksberg har det tidigare gjorts studier på olika alternativa dragningar för Hamnbanan och Lundbyleden, men denna delsträcka ingår inte i detta projekt. Se Figur 1



Figur 1 Planerad utbyggnad av Hamnbanan

Etappen Eriksberg - Pölsebo innebär utbyggnad av nytt dubbelspår i ny sträckning norr om nuvarande spår och sträcker sig från Eriksberg i öster, genom Bratteråsberget och Krokängsberget till Pölsebo i väster, där den ansluter till befintliga spår i höjd med Ivarsbergsmotet. Utbyggnaden sker på en sträcka av cirka 1900 meter, genom delvis tät stadsbebyggelse, varav cirka 1100 meter går i berg- och betongtunnel. På ömse sidor om tunneln byggs fyra meter höga tråg/stödkonstruktioner för att öka säkerheten och minska bullret för omkringboende, dessutom minskar det markintrånget och ger Hamnbanan en mer stadsmässig karaktär. Vid Pölsebo kommer den befintliga bangården att tas bort i samband med utbyggnaden, men nya anslutningar skapas till de befintliga industrispåren mot Skarvik och Rya.

Sweco arbetar med järnvägsplanen för sträckan Eriksberg-Pölsebo. På denna delsträcka ska järnvägen gå i betongtråg, betongtunnlar och bergstunnlar. En stomljudsutredning med mätning och beräkning av stomljuds nivåer har gjorts av WSP. Rapporten innehåller inte åtgärder och inte heller var åtgärder krävs.

## 2 Syfte och omfattning

Syftet är att ange förslag på eventuella åtgärder för att begränsa störningar av stomljud i närliggande byggnader från den framtida tågtrafiken i tunnlar i den nybyggda Hamnbanan. Arbetet omfattar insamling och genomgång av handlingar och underlag, fastställande av



riktvärde för stömljud i driftskedet för olika byggnader, modellering och beräkning av förväntade stömljudsnivåer i driftskedet, bedömning av åtgärdsbehov, beskrivning av åtgärder. Arbetet omfattar vidare utredning och åtgärdsförslag för stömljud från byggnadsarbetena av järnvägssträckan.

### 3 Underlag och förutsättningar

Vibrationsutredning med inventeringar av känsliga fastigheter är genomförd. Ritningar med förslag på linjeföring, längdprofil, tvärsnittsprofiler på spår i bergtunnel och i betongtrågtunnel finns. Banan ska byggas som ballasterat spår. Tunnelarna ska trafikeras av godståg med hastighet 70 km/h och STAX 30 ton. WSP Akustik har utfört en stömljudsutredning med mätning och beräkning. Resultatet i den har framförallt använts för jämförelse med resultatet i föreliggande utredning. Utredningar om geologi och geoteknik finns.

Vibrationsutredning för driftskedet är genomförd och rapporterad av Metron Miljökonsult AB. Den innehåller även inventering av byggnader. Utredning för luftburet buller i driftskedet görs av Sweco. Val av spårsektion och tunnelkonstruktion är betydelsefull även för stömljudsutredningen. Stömljud, vibrationer och luftburet buller i byggskedet ska också behandlas i projektet. I denna delaktivitet behandlas byggstömljud. Se referenslista för fullständigare beskrivning av underlaget.

Pålning kommer att ske för betongtunnel mellan Bratteråsberget och Krokängsberget samt för betongtunnel och betongtråg väster om Krokängsberget för att reducera oönskade vibrationer. Betongtunneln öster om Bratteråsberget antas grundlagd på fyllning.

Markhöjder har uppskattats med hjälp av [http://www.resa-mellan.se/koordinater\\_hojd\\_stor.php?h=928&w=1280](http://www.resa-mellan.se/koordinater_hojd_stor.php?h=928&w=1280).

Under konstruktion och banupbyggnad gäller geotekniska förutsättningar enligt Tabell 1.

**Tabell 1 Geotekniska förutsättningar för olika bandelar**

KM	Fyllning	Lera	Silt	Friktionsjord (sand/grus/ev silt)	Berg	Kommentar
4+100 - 4+240		10-30 m				
4+240 - 4+280		4-10 m				V; stödmur pålad H; stödmur på berg
4+280 - 4+320		0-5 m				V; stödmur pålad H; stödmur på berg
4+320 - 4+540					X	
4+540 - 4+660				2-12 m		Större fraktioner som sten och block förekommer
4+660 - 4+680				0-3 m		
4+680 - 4+840					X	
4+840 - 4+880				0-7 m		
4+880 - 4+1000				5-20 m		
4+1000 - 5+010				5-6 m		
5+010 - 5+020				0-2 m		
5+020 - 5+390					X	



KM	Fyllning	Lera	Silt	Friktionsjord (sand/grus/ev silt)	Berg	Kommentar
5+390 - 5+400			0-3 m			
5+400 - 5+500		*	3-8 m	*		*) Mkt skiktat material
5+500 - 5+540					X	
5+540 - 5+760			0-8 m			
5+760 - 5+820					X	
5+820 - 5+960	*	*	*	0-2 m		*) Diverse material, berget sluttar från söder mot norr vilket innebär att bankroppen ligger på berg i söder och jord i norr.
5+960					X	
5+960 - 6+000				0-7		

## 4 Riktvärde för stomljud

### 4.1 Riktvärde för stomljud i driftskedet

Stomljud är ljud som först transmitteras i fasta material, berg, byggnadens stomme etc., för att sedan, som luftljud, nå mottagarens öra. Enheten för stomljud är i dagligt tal decibel.

Uppfattbart stomljud upplevs inomhus vid en tågpassage som ett dovt mullrande ljud under den tid det tar för tåget att passera. Tåget som passerar över små ojämnheter i rälsen sätter igång vibrationer i rälsen och marken under rälsen och denna vibration sprider sig till omgivningen. I byggnaden är vibrationsnivån sällan kännbar, men de svaga vibrationerna i väggar och bjälklag kan ibland skicka ut ett hörbart ljud.

Stomljud förekommer främst vid tunnel i berg med byggnad grundlagd på berggrund. Alternativt kan det vara en byggnad som är sammankopplad med en betong-/stål-tunnel för järnvägstrafik som ligger i andra jordarter än berg. En byggnad grundlagd på pålar direkt på berggrund får normalt en lägre stomljudsnivå än om byggnaden ligger direkt på berget. Anledningen till att stomljud från tågtrafik i tunnel anses vara mer störande än luftburet trafikbuller och därför särbehandlas, är främst på grund av att ljudet är lågfrekvent och att det uppkommer även i lokaler som i normala fall inte påverkas av yttre störkällor som trafik. Det finns ingen "tyst sida" av huset. Ett lågfrekvent ljud uppfattas som något mer störande än ett mer högfrekvent ljud vid en och samma A-vägda ljudnivå. I några utredningar hävdas också att det faktum att ljudet ökar relativt snabbt, att man inte ser ljudkällan och att det inte är möjligt att avgöra riktningen till störkällan ökar störupplevelsen. Riktvärde för stomljud gäller bara då tåget kör i tunnel och tråg.

Projektspecifika riktvärden för stomljud från Hamnbanan har valts till att motsvara Västlänkens krav.

Stomljud bedöms enligt dessa projektspecifika krav.

Samtliga värden avser maximala ljudnivåer (slow).

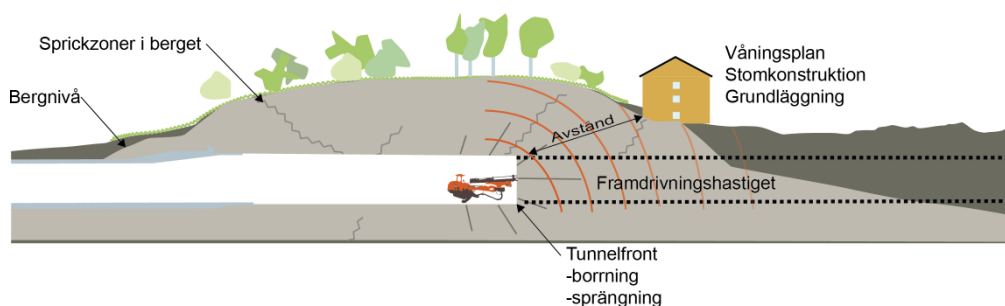
- 30 dBA i bostäder, vårdlokaler, kyrkor och hotell
- 35 dBA i teatrar, skolor, bibliotek, konferenscentra
- 40 dBA i kontor och liknande utrymmen.

Riktvärdet för vårdlokaler ska gälla lokaler för sömn och vila. För byggnader, såsom t.ex. stormarknad och bensinstation, där man kan anta att det finns kontor, tillämpas riktvärdet 40 dBA. När det gäller den nya klubbstugan väljs åtgärder så att 40 dBA ska innehållas på andra våningen där man kan förutsätta att det finns kontorsliknande rum.

Stomljud är lågfrekvent och kravet 30 dBA i bostäder är satt med hänsyn till ljudets frekvensinnehåll. Det finns andra typer av riktvärden för lågfrekvent ljud, men här väljs 30 dBA max Slow som blivit praxis för stomljud från tåg i tunnlar.

## 4.2 Riktvärde för stomljud i byggskedet

När man bygger en järnvägstunnel i berg finns det flera källor som kan ge hörbara stomljudsnivåer till byggnader i omgivningen såsom sprängning och borrhning. Stomljud från sprängning är mycket kortvarigt. Möjligheten att begränsa är marginell och brukar inte göras. I vissa lägen är det möjligt att byta traditionell sprängning med borrhning mot wire-skärning av berget.



**Figur 2 (Från Sweco.) Illustration av uppkomst och spridning av stomljud vid borrhning inför sprängning i tunnel.**

Långa perioder av höga stomljudsnivåer under byggskedet kan innebära behov att ge boende möjlighet till alternativt boende.

Pålning och spontning ger framförallt luftljud och markvibrationer. Det kan också ge vibrationer i marken som kan uppfattas som dunsar inomhus. Luftljud och vibrationer från pålning och spontning i byggskedet ska behandlas i andra delaktiviteter. Stomljud från pålning och spontning brukar man inte beräkna och det finns ingen känd beräkningsmetod för det. Här görs därför ingen beräkning av stomljud från sådana aktiviteter. Vid kontroll av buller i byggskedet bör även stomljudsnivån från pålning och spontning mätas.

Naturvårdsverkets allmänna råd, NFS 2004:15, ger riktlinjer för buller från byggplatser. Det innebär följande värden:



PM

2015-03-18

7 (24)

Område	Helgfri måndag-fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag	Kväll	Dag	Kväll	Natt	
	07-19	19-22	07-19	19-22	22-07	
	$L_{Aeq}$	$L_{Aeq}$	$L_{Aeq}$	$L_{Aeq}$	$L_{Aeq}$	$L_{AFmax}$
<b>Bostäder för permanent boende och fritidshus</b>						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	70 dBA
<i>Inomhus (bostadsrum)</i>	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
<b>Vårdlokaler</b>						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
<b>Undervisningslokaler</b>						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	40 dBA	-	-	-	-	-
<b>Arbetslokaler för tyst verksamhet<sup>2)</sup></b>						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	70 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	-	-	-	-	-

<sup>2)</sup> Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

I de fall verksamhet pågår endast del av period bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid under vilken verksamheten pågår - t.ex. under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermittent buller (pålning, spontning, borming etc).

För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, t ex spontning och pålning, bör 5 dBA högre värden kunna tillåtas.

Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dBA högre nivåer kunna accepteras. Detta bör dock inte gälla kvälls- och nattetid.

I de fall verksamheten är av begränsad art och även innehåller kortvariga händelser bör höjningen av riktvärdet få uppgå till sammanlagt högst 10 dBA.

Stomljud nämns inte specifikt i NFS 2004:15. För Västlänken har Naturvårdsverkets allmänna råd valts som projektspecifika riktvärden även för stomljud i byggskedet. Även för



dubbelspårsutbyggnaden Hamnbanan, sträckan Eriksberg – Pölsebo, ska NFS 2004:15 gälla som projektspecifika riktvärden.

## 5 Modeller för stomljudsberäkning

### 5.1 Driftskedet

ÅFs beräkningsprogram för stömljud från tåg, se referens 6, utgår från en ursprungligen empirisk modell baserad på mätningar från tåg- och tunnelbanetunnlar i Stockholm. Utgångsvärdet är stömljudsnivå från ett persontåg eller godståg med slitna hjul och räler för ett ballastspår på granit eller liknande berggrund. För utgångsvärdet kör tåget i 80 km/h på en ny bana i tunnel med totalt 1,3 m ballast och underballast och stömljudet är omräknat till ett fiktivt avstånd på 30 m. Avståndsdämpningen utgår från sfärisk spridning med 6 dB dämpning per avståndsdubbling på avstånd överstigande 30 m. På kortare avstånd görs en avståndsberoende korrektion genom kontinuerlig övergång från +4,5 dB tillägg nära spåret till noll på 30 m avstånd. Utgångsvärdet och hastighetsberoendet baseras på en mängd mätningar under flera år av Ingemansson Technology och ÅF Ljud och vibrationer, senast för höghastighetståg baserat på mätningar i och över Håknästunneln för Höghastighetsprojektet för Trafikverket, samt även på skrifter från Mehdi Bahrekazemi. För en gammal bana med tunn ballast höjs stömljudsnivån. För en ny bana med frostfri underballast på 1,6 m, totalt 2,1 m ballast görs en korrektion med -3dB. För totalt bara 0,6 m ballast blir den extrapolerade korrektionen +2,6 dB. För friktionsmaterial eller lera under ballasten eller betongplatta görs en extra korrektion med -3 dB per meter. Om banan är grundlagd på spetsburna pålar mot berg, antas samma stömljudsinmatning i berget som vid grundläggning direkt på berg. Stömljudsöverföring via ren lera kan ge god dämpning, men ljudnivån är mycket känslig för fasta stömljusbryggor. En framtida komplettering av det empiriska underlaget till modellen skulle kunna visa på viss dämpning om banan är grundlagd på lera trots överföring av stömljud via spetsburna pålar. Insättningsdämpning hos ballastmatta kan läggas in. Tågets hastighet har också betydelse för stömljudsnivån och är 70 km/h i modellen för Hamnbanan. Ökad hastighet till 80 km/h ger 0,8 dBA-enheter högre stömljudsnivå och sänkt hastighet till 60 km/h ger 0,9 dBA-enheter lägre stömljudsnivå än 70 km/h. Sänkt hastighet till 50 km/h ger 1,9 dBA-enheter lägre stömljudsnivå än 70 km/h.

För byggnader avser utgångsvärdet grundläggning på berg och stömljudsnivån korrigeras med -1,7 dB per våning. För upp till 3 m fyllning under byggnaden korrigeras med -2 dB per meter fyllning. För tjockare skikt med fyllning eller annat mjukt jordmaterial saknas underlag. Om byggnaden är grundlagd med spetsburna pålar korrigeras med -3 dB.

För Citybanan i Stockholm, som till största delen har ballastspår med ballastmatta har ÅFs modell använts. ÅFs modell har vidare använts för Tröingebergstunneln på Väst kustbanan, Nygårdstunneln och Kattlebergstunneln på Norge-Vänerbanan.

Vid Kalhällstunneln och tunneln under NÄL i Trollhättan använde Ingemansson Technology (nu ÅF Ljud & Vibrationer) en annan metod för val av åtgärd. När en råttunnel var gjord exciterades tunnelbotten med en slående maskin och vibrationsöverföringen till känsliga hus och till markplan mättes. En särskild överföringsfunktion från räls till tunnelbotten togs fram.

För Västlänken med huvudalternativ ballastfritt spår har ÅFs modell använts tillsammans med en kontroll mot Rupert Taylors FINDWAVE:s beräkningar som utfördes i järnvägsutredningen samt mätningar utförda över Gårdatunneln

För Citytunneln i Malmö använde först konsortiet KCM, och från 2002 Ingemansson Technology, en modell i FINDWAVE utvecklad i samarbete med Rupert Taylor Ltd. Det är en finit





differensmodell (FDM) för tunneln, marken och byggnaderna. Banan representeras av massor och fjädrar. Tågen modelleras med ofjädrad massa för hjulen, primärfjädring, boggiernas massa, sekundärfjädring och vagnkorgens massa. Den kombinerade räls- och hjuljämnheten utgör excitationens data tillsammans tågets hastighet. Citytunneln har ett ballastfritt spår med vibrationsisolerade slipersblock av Sonnevilletyp. Stomljudsnivån har kontrollerats och kravet har befunnits vara uppfyllt utan onödig överdimensionering.

## 5.2 Byggskedet

Stomljud i byggskedet ska också beaktas i denna utredning. Stomljud uppstår framförallt vid borring inför sprängning av berg. ÅF har en semiempirisk beräkningsmodell för borring i berg som delvis grundar sig på mätningar som utfördes kring Götatunneln i Göteborg.

Som indata anges:

- Grundläggning av hus
- Antal borrhål
- Tunnelhöjd
- Antal källarvåningar
- Dämpning per källarvåning
- Dämpning per våning
- Avståndsmultiplikator

Beräkningsresultatet visar beräknad stomljudsnivå i rum för olika vertikalt avstånd till tunnelbotten och horisontellt avstånd till tunnelmitt.

# 6 Beräknade stomljudnivåer för Hamnbanan och åtgärdsbehov

## 6.1 Beräknade stomljudsnivåer i driftskedet

I Bilaga 3 visas en karta med utredningsområdet och identifierade fastigheter med risk för överskridande av riktvärdet stomljud i driftsskedet eller byggskedet.

### ***Befintliga hus***

De stomljudsnivåer som beräknats med ÅFs modell och som redovisas nedan är av samma storleksordning de av WSP beräknade ljudnivåerna. Förutsättningarna har dock varit olika, t ex avseende pålning av betongtunnel.

Först har beräkning gjorts för de närmaste befintliga husen på norra sidan av bergtunneln genom Bratteråsberget, betongtunneln mellan Bratteråsberget och Krokängstunneln, bergtunneln genom Krokängsberget, betongtunneln genom Krokängsberget, betongtunneln väster om Krokängsberget och betongtråget väster därom. Beräkningsresultaten redovisas nedan. Beräkningar och bedömningar har även gjorts för andra befintliga hus, se Tabell 1 nedan.

En viktig detalj är om det finns ett obebott källarplan eller inte. Förutsättningarna vid beräkning anges nedan.

Enligt nuvarande planer utförs spåret med varierande mängd ballast. Totala mängden ballast är minst 600 mm i betongtunnel och tråg, minst 1100 mm i bergtunnel (0,6 m ballast och 0,5 m



underballast) och minst 1500 mm på bana. Alla stomljudberäkningar för tåg i tunnlar och tråg har dock räknats för 600 mm ballast. Inget extra friktionsmaterial antas under underballasten. Vidare antas att ingen ballastmatta finns i grundfallet. Spårhöjden (rälsens övre kant, RÖK) har avlästs på ritningarna "108793-11-200-04000-001.pdf" till "108793-11-200-07000-007.pdf". För t ex spåret i bergtunneln genom Bratteråsberget är plushöjden +4,8 till +4,2 m enligt "108793-11-200-04500-002.pdf". Det antas vidare extra friktionsmaterial på minst 2 m för spåret som går på bana öster om Bratteråsberget.

Tåghastigheten ansätts till 70 km/h.

I bilaga 1 redovisas en tabell med fastigheter som beaktats. För de flesta uppfylls riktvärdet för stomljud både i driftskedet och i byggskedet. De fastigheter där risk för överskridande beräknas, antingen i driftskedet, byggskedet eller båda skedena, redovisas i Tabell 1.

**Tabell 2 Fastigheter och byggnader nära tunnlar för Hamnbanan med grundläggning, markförhållande, avstånd till spår och en preliminär bedömning av åtgärdsbehov. Röd kantlinje innebär att åtgärd krävs. Beräknad driftstomljuds nivå och stomljuds nivå vid borrning inför sprängning och injektering anges.**

Fastighet	Typ	Grundläggning	Markförhållande	Avst. till spår	Rikt-värde dBA	Risk drift	Risk bygg
Sannegården 19:2/ Lambergsgratan 1A	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	100m	30	32	-
Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 1	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	90m	30	33	41
Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 15	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	70m	30	35	44
Sannegården 15:5/ Danagatan 22	Hyreshus, 4,5 Plan	Källarmurar	Lera, pålad till berg	25m	30	41	41
Sannegården 22:19/ Pilegårdsgatan 2	Hyreshus, 4,5 Plan	Suterräng/ Källarmurar	Lera, pålad till berg	25m	30	41	38
Sannegården 25:1/ Säterigatan 20	Kontorsbyggnad, 3 Plan	Suterräng/ Källarmurar	Berg	35m	40	43	47
Bräcke 38:38/ Trondheimsgatan 15	Förskola, 1 Plan	Källarmurar	Berg	60m	35	36	46
Sannegården 75:1/Monsungatan/Västra Eriksbergsgatan	BRF, Okänt antal plan	Källarmurar	Lera	80m	30	-	37
Sannegården 76:1/76:2/ Fritiof Anderssons gata 13	BRF, 4,5 plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	37
Bräcke 28:5/ Londongatan 72E	Radhus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	30m	30	38	-
Bräcke 27:11/ Londongatan 93	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	30m	30	38	-
Bräcke 27:10/ Londongatan 91	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	45m	30	>30	-
Bräcke 27:12/ Jyllandsgatan 24	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	35m	30	37	-
Bräcke 26:11/ Jyllandsgatan 27	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	40m	30	36	-
Bräcke 21:11/ Tyska gatan 25	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	65m	30	32	-

**Beräkningsplatser:**

Vid bergtunneln genom Bratteråsberget ligger befintliga bostadshus på norra sidan närmast. På den södra sidan av bergtunneln finns i dagsläget inga bostäder som ligger så nära som på den norra sidan. Husen på den södra sidan om Bratteråsberget och den planerade betongtunneln öster om Bratteråsberget beräknas inte få stomljuds nivåer överskridande riktvärdet.

- A. Stormarknaden Sannegården 3:2/ Kolhamnsgatan 1-5 ligger på 95 m avstånd från banan öster om Bratteråsberget. Spåret är på ca +5,5 m höjd. Stormarknaden är enligt Metrons inventering grundlagt med platta på mark över lera. Markhöjden är ca 6 m. Fyllnings- och lerdjupet antas vara minst 3 m. **Beräknad stomljuds nivå blir här 22 dBA.**
- B. Bensinstationen Sannegården 734:18/ Säterigatan 10 ligger på 35 m avstånd från banan öster om Bratteråsberget. Spåret är på ca +5,5 m höjd. Bensinstationen är enligt Metrons inventering grundlagt med platta på mark över berg. Markhöjden är ca 11 m. **Beräknad stomljuds nivå blir här 37 dBA.**
- C. Bostadshuset Kyrkbyn 18:11/ Norra säterigatan 12 ligger på 100 m avstånd från banan öster om Bratteråsberget. Spåret är på ca +5,5 m höjd. Bostadshuset är enligt Metrons inventering grundlagt med suterrängvåning och källare på berg. Markhöjden är ca 15 m. Antag att källarvåningen är obebodd. Beräknad stomljuds nivå blir här 25 dBA. Huset ligger lika nära betongtunneln, d.v.s. på ca 100 m avstånd. **Beräknad stomljuds nivå blir här 28 dBA stomljuds nivå.**
- D. Bostadshuset på Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 1 är enligt Metrons inventering i rapport 1110-14099.U1, bilaga 1, grundlagt med källarmurar på berg och ligger på 90 m avstånd från bergtunneln. Spåret är på ca +4 m höjd. Markhöjden är här 16 m. Antag att källarvåningen är obebodd. **Beräknad stomljuds nivå blir här 33 dBA.**
- E. Bostadshuset på Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 15 är enligt Metrons inventering grundlagt med källarmurar på berg och ligger på 70 m avstånd från bergtunneln. Spåret är på ca +4 m höjd. Markhöjden är här 15 m. Antag att källarvåningen är obebodd. **Beräknad stomljuds nivå blir här 35 dBA.**
- F. Kontorshuset på Sannegården 25:1/ Säterigatan 20 är enligt Metrons inventering grundlagt med suterrängvåning och källare på berg och ligger på 35 m avstånd från betongtunneln och på 65 m avstånd från bergtunneln. Spåret är på ca +4 m höjd. Markhöjden är här 13 m. Antag att suterrängvåningen också har kontorsrum. **Beräknad stomljuds nivå blir här 43 dBA.**
- G. Bostadshuset på Sannegården 15:5/Danagatan 22 är enligt Metrons inventering grundlagt med källarmurar på lera med spetsburna pålar till berg och ligger på 70 m avstånd från bergtunneln. Spåret är på ca +4 m höjd. Markhöjden är här 12,5 m. Antag att källarvåningen är obebodd. **Beräknad stomljuds nivå blir här 32 dBA.** Huset på Danagatan 22 ligger ännu närmare betongtunneln, 25 m. Spåret är på ca +4 m höjd. Betongtunneln väster om Bratteråsberget är enligt uppgift pålad till berg. **Beräknad stomljuds nivå i bostad på Danagatan 22 blir då 41 dBA.**
- H. Förskolan på Bräcke 38:38/Trondheimsgatan 15 ligger på 60 m avstånd både från betongtunneln mellan Bratteråsberget och Krokängsberget och från bergtunneln genom Krokängsberget. Spåret är på ca +6 m höjd både för betongtunneln och för bergtunneln söder om förskolan. Förskolan är enligt Metrons inventering grundlagt med källarmurar på berg. Markhöjden är här 25 m. Antag att källarvåningen är obebodd och att inget stomljuds krav gäller i källaren. **Beräknad stomljuds nivå blir här 36 dBA för bergtunneln och betongtunneln.**
- I. Bostadshuset Bräcke 38:31>1/Trondheimsgatan 7 ligger på 123 m avstånd från bergtunneln genom Krokängsberget. Spåret ligger på +6,5 m. Bostadshuset antas grundlagt på 1 m fyllning och källarvåningen antas vara bebodd. Markhöjden är ca 25 m. **Beräknad stomljuds nivå blir här 30 dBA.** Betongtunneln mellan Bratteråsberget



och Krokängsberget ligger på 142 m avstånd. Om huset är grundlagt på mäktigare fyllning eller lera blir beräknade stomljudsnivån lägre, liksom om källarvåningen är obebodd.

- J. Bostadshuset Bräcke 28:5/ Londongatan 72E ligger på 30 m avstånd från betongtunneln väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +9 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 15 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller även i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 38 dBA.** (Om fyllningsdjupet är mindre ökar stomljudsnivån. Om det är större sker ingen ytterligare minskning.)
- K. Bostadshuset Bräcke 27:11/ Londongatan 93 ligger på 30 m avstånd från den västra änden av betongtunneln väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +10 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 14,5 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 38 dBA.** Bostadshuset Bräcke 27:11/ Londongatan 93 ligger även på 30 m avstånd från betongtråget väster om Krokängsberget. Trågbotten är på ca +9 m höjd. Betongtråget är enligt uppgift pålat till berg. **Beräknad stomljudsnivå blir här också 38 dBA.**
- L. Bostadshuset Bräcke 27:12/ Jyllandsgatan 24 ligger på 35 m avstånd från betongtråget väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +11 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 14 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 37 dBA.**
- M. Bostadshuset Bräcke 26:11/ Jyllandsgatan 27 ligger på 40 m avstånd från betongtråget väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +10,5 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 14 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 36 dBA.**
- N. Bostadshuset Bräcke 21:11/ Tyska gatan 25 ligger på 65 m avstånd från betongtråget väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +12,5 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 15 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 32 dBA.**
- O. Bostadshuset Bräcke 20:12/ Draggens gata 25 ligger på 90 m avstånd från västra änden av betongtråget väster om Krokängsberget. Spåret ligger på +13 m. Bostadshuset är enligt Metrcons inventering på grundlagt med källarmurar på lera. Markhöjden är ca 18 m. Antag att fyllnings- och lerdjupet är minst 3 m. Antag att källarvåningen är bebodd och att stomljudskrav gäller i källaren. **Beräknad stomljudsnivå blir här 29 dBA.**

## Planerad klubbstuga

Trafikverket ersätter tidigare klubbhus. Ett nytt klubbhus planeras alldeles norr om det nya läget för fotbollspanen, alldeles söder om betongtunneln mellan Bratteråsberget och Krokängsberget. Enligt beställaren är det Trafikverkets ansvar att skapa förutsättningar för en stomljudsmiljö som uppfyller antagna riktvärden. Antag att klubbhuset hamnar ca 10 m från närmsta spår och att huset är grundlagt utan källare på minst 0,5 m fyllning. Plushöjd för grundläggningen är 7,5 m. **Beräknad stomljuds nivå blir då 55 dBA.** Med ökad fyllning under byggnaden och placering längre bort från tunneln minskar ljudnivån. Grundläggning med spetsburna pålar ger 2 dB lägre stomljuds nivå.

## Detaljplan Säterigatan

Nya bostadshus planeras öster om Bratteråsberget enligt detaljplan för Säterigatan. Trafikverket utför endast åtgärder för befintliga hus, vilket innebär att det är kommunens ansvar att skapa förutsättningar för en stomljudsmiljö som uppfyller antagna riktvärden.



**Figur 3 Illustrationsritning 2014-11-04 från detaljplan för bostäder och järnvägstunnel vid Säterigatan inom stadsdelen Sannegården i Göteborg. De romerska siffrorna i respektive huskropp anger antal våningar. Huset som markerats med en pil är ett av de hus som ligger närmast tunneln och som blir ett av de mest exponerade för stomljud från tåg i betongtunneln och bergstunneln.**

Bostadshuset som markerats med en pil i Figur 2 ligger på 10 m horisontellt avstånd från betongtunneln öster om Bratteråsberget. Den är också nära den östra bergtunnelmyningen vid



Bratteråsberget. Det planerade bostadshusets grundläggning är okänd. Om antaganden motsvarande ett värsta fall görs blir **beräknad stomljuds nivå över 50 dBA**.

## 6.2 Beräknade stomljuds nivåer i byggskedet

Antag att ett borrhgregat med 4 borrar kommer att användas samtidigt.

De befintliga bostadshus som ligger närmast bergtunneln genom Bratteråsberget på den norra sidan är Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 15 och Sannegården 15:5/ Danagatan 22. Avståndet är 70 m. Markhöjd över havet 12,5 m enligt [http://www.resa-mellan.se/koordinater\\_hojd.php](http://www.resa-mellan.se/koordinater_hojd.php). Tunnelbotten +5 m enligt "108793-11-200-05000-003.pdf". Huset på Danagatan 22 är grundlagt på lera med pålar till berget och antag att berget är hårt som granit. Antag att källarvåningen är obobodd. Beräknad stomljuds nivå blir då 40 - 45 dBA. Om understa våningen är en bebodd källarvåning blir beräknad stomljuds nivå upp till 3 dB högre. Enligt riktvärdet kan borring ske helgfri måndag till fredag dagtid kl 07 - 19. Andra tider bör borring inte ske. Huset på Södra Säterigatan 15 är grundlagt med källarmurar på berg. Beräknad stomljuds nivå blir högre än för Danagatan 22 men hamnar också i intervallet 40 - 45 dBA.

Huset på Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 1 antas vara grundlagt på berg och ligger på 90 m avstånd från bergtunneln. Markhöjden är här 16 m. Antag att ingen källarvåning finns. Beräknad stomljuds nivå blir här också 40 - 45 dBA. Även här gäller att borring kan ske helgfri måndag till fredag dagtid kl 07 - 19.

För kontorshuset på Säterigatan 20 kan borrhning ljudet komma att överstiga riktvärdet 45 dBA vid borring i den västra delen av Bratteråstunneln.

Om antal borrar minskas från fyra till en borr, blir beräknad stomljuds nivå 6 dB lägre för t ex Södra Säterigatan 15 norr om bergtunneln. Minskning av antal borrar räcker inte för att nå ner till nästa riktvärde 35 dBA som gäller kvällstid helgfri vardag kl 19-22, samtidigt som tiden för att utföra arbetet fyrfaldigas.

På den södra sidan av bergtunneln genom Bratteråsberget och betongtunneln öster om Bratteråsberget finns i dagsläget inga bostäder som ligger så nära som på den norra sidan och inget åtgärdsbehov för stomljud från byggarbeten förutses.

Vid bergstunneln genom Krokängsberget ligger förskolan på Trondheimgatan 15 på 60 m avstånd från bergtunneln genom Krokängsberget. Borrhning ljudet kan komma att överstiga riktvärdet 40 dBA vid borring i den östra delen av Krokängsbergstunneln.

Husen på Londongatan är på ett avstånd av 160 m eller mer från bergtunneln. Husen ligger på fyllning och har källare. Beräknad stomljuds nivå från borrhningen är under 30 dBA. För bostadshus på Monsungatan på södra sidan av tunneln genom Krokängsberget beräknas ljudnivån bli över 35 dBA för borring med fyra borrar.

## 7 Åtgärder mot stomljud

### 7.1 Åtgärder mot stomljud i driftsskedet

Beräkningsosäkerhet har inte tagits hänsyn till vid bedömning av behov av åtgärd.



### **Åtgärder med hänsyn till befintliga hus**

#### Spår på bana i öster om Bratteråsberget km 3+1000 till km 4+400

Ingen åtgärd behövs för stormarknadens och bensinstationens kontor som ligger närmast eller för bostäder på Norra Säterigatan 12. Inte heller andra bostäder norr eller söder om banan behöver åtgärd.

#### Spår i betongtunnel öster om Bratteråsberget km 4+400 till ca km 4+720

Ingen åtgärd behövs för befintliga bostadshus på Norra Säterigatan 12, men för Lambergsgatan 1A kan åtgärd med -2 dB behövas.

#### Spår i bergtunnel genom Bratteråsberget ca km 4+720 till ca km 4+810.

Ballastmatta som ger insättningsdämpning 5 dB behövs på hela sträckan för att skydda befintliga bostäder, Sannegården 15:4 och Sannegården 15:5.

#### Spår i betongtunnel mellan Bratteråsberget och Krokängsberget ca km 4+810 till ca km 5+080

Ballastmatta som ger insättningsdämpning 13 dB behövs för att skydda bostäder, Sannegården 15:5, Sannegården 22:19 och kontor Sannegården 22:1.

#### Spår i bergtunnel genom Krokängsberget ca km 5+080 till ca km 5+289.

Ballastmatta som ger några dB insättningsdämpning, åtminstone 1 dB, för att skydda förskolan Bräcke 38:38.

#### Spår i betongtunnel väster om Krokängsberget ca km 5+289 till ca km 5+509

Ballastmatta som ger insättningsdämpning 8 dB behövs för att skydda Bräcke 28:5, Bräcke 27:11, Bräcke 27:10

#### Spår i betongtråg väster om Krokängsberget ca km 5+509 till ca km 5+791

Ballastmatta som ger insättningsdämpning 7 dB behövs för att skydda Bräcke 27:12, Bräcke 26:11, Bräcke 21:11

### **Beskrivning av åtgärden ballastmatta**

Ballastmatta är en elastisk matta som placeras under spår en bit ner i ballasten. Tåghjul, spår och ballasten över mattan fungerar som en massa och mattan som en fjäder. Det blir då ett massa-fjädersystem som ger en vibrations- och stomljuddisolerings. Systemet får en egenfrekvens där förstärkning kan ske. Ovanför egenfrekvensen sker dämpning.

Mattan placeras på ett stabilt underlag, antingen en väl komprimerad avjämning i bergtunnel eller på avjämning på betongtunnelns botten. Det är av stor vikt att ballastmattan helt separerar ballasten från omgivande mark. Genomföringar av brunnar etc. skall kläs in i ballastmatta för att eliminera kortslutning. Dränering utförs enligt leverantörens anvisningar, exempelvis genom inbyggda, vibrationsisolerade dräneringsbrunnar i mattan, med hjälp av nättäckta öppningar eller öppningar täckta med speciella dräneringsmattor (exempelvis Enkadrain).

Avståndet från mattan till sliperunderkant skall vara minst 350 mm. Ett större avstånd ger en något bättre dämpning av stömljud och vibrationer men är inte av en sådan storleksordning att det bör styra placeringen av mattan. Den placering som slutligen väljs kommer att ingå i förutsättningarna för inköp av mattan och leverantörerna får anpassa egenskaperna efter detta.



Olika placeringar av mattan kan vara möjlig. Vilken av dessa som väljs styrs av andra faktorer än de akustiska och vibrationstekniska. Det kan vara faktorer såsom:

- Lämplig placering av dränering
- Möjligheterna till ballastrening
- Placering av längsgående och tvärgående kanalisering
- Produktionstekniska faktorer som exempelvis när i processen mattan lämpligen läggs ut, vilken entreprenör som är mest lämpad att utföra arbetet etc.

För ballastmattor finns flera leverantörer. Här ges några länkar till leverantörer. På deras webbsidor finns även bilder med exempel.

Leverantör	Produkt	Webbplats
Christian Berner AB	Sylomer och Sylodyn	<a href="http://www.christianberner.se/produktomraden-lista/vibrationsteknik/vibrations-bullerdampning-inom-jarnvag">http://www.christianberner.se/produktomraden-lista/vibrationsteknik/vibrations-bullerdampning-inom-jarnvag</a> <a href="http://www.christianberner.se/\$-1/file/installation-av-ballastmattor.pdf">http://www.christianberner.se/\$-1/file/installation-av-ballastmattor.pdf</a>
Gävle Järnvägsteknik AB	Clouth	<a href="http://www.gjt.se/ballastmattor.php">http://www.gjt.se/ballastmattor.php</a>
Vitrea		<a href="http://www.vitrea.se/sparsystem/ballastmattor/">http://www.vitrea.se/sparsystem/ballastmattor/</a>
RockDelta (Rockwool AS)	RockDelta	<a href="http://www.rockdelta.com/">http://www.rockdelta.com/</a>
CDM	CDM UBM	<a href="http://cdm.eu/track_solutions.html">http://cdm.eu/track_solutions.html</a>
Edilon Sedra	Trackelast SBM/RPU Trackelast SBM/RBC	<a href="file:///C:/Users/a403009/Downloads/LEAFLET-edilonsedra-Trackelast-SBM-RPU-Blue EN%20(1).pdf">file:///C:/Users/a403009/Downloads/LEAFLET-edilonsedra-Trackelast-SBM-RPU-Blue EN%20(1).pdf</a>

En uppskattning av tjockleken för en ballastmatta som har en insättningsdämpning på 15 dBA-enheter är 85 mm för en matta av RockDelta-typ och 25 mm för en matta av Sylomer/Sylodyntyp. För mindre behov av dämpning kan det räcka med tunnare mattor och för större behov av dämpning kan det behövas tjockare mattor. För mindre behov av dämpning kan man även överväga elastiskt skikt mellan räil och sliper (rail pad) eller mellan sliper och ballast (under sleeper pad).

I detaljprojekteringen är det viktigt att skriva en väl underbyggd specifikation med krav på egenskaper med givna förutsättningar och att kontrollera leverans och montering.

### **Åtgärd med hänsyn till den nya klubbstugan**

Antag att en ballastmatta som klarar minst 11 dBA-enheter insättningsdämpning läggs i betongtunneln mellan Bratteråsberget och Krokängsberget. För den planerade klubbstugan behövs ytterligare insättningsdämpning med minst 4 dBA-enheter för att nå riktvärdet 40 dBA. Det kan göras genom att stomljudsisolera under byggnaden och den marktäckta suterrängväggen med minst 4 dBA-enheter insättningsdämpning. Om kontor och sammanträdesrum placeras på den övre våningen, minskar behovet av extra stomljudsisolering.

### **Förslag till kommunen på åtgärder för planerade hus**

De planerade bostäderna enligt detaljplan Säterigatan ligger mycket nära Bratteråstunneln och den planerade betongtunneln öster om Bratteråsberget. Förmodligen blir det billigast för kommunen att bekosta åtgärd med ballastmatta redan vid bygget av järnvägen. Antal hus som behöver åtgärdas kommer minska och omfattningen av de eventuella stomljuddämpande





åtgärder som behöver göras på byggnaderna minskar. För flera hus kommer troligen åtgärder krävas både i tunnel och på byggnaderna. Principer för stomljudsisolering av hus beskrivs i 2.

## 7.2 Åtgärder mot stömljud i byggskedet

För att klara riktvärdena för byggbuller för borrhning inför sprängning och injektering för bergtunnlarna genom Bratteråsberget och Krokängsberget bör åtgärd ske. Stömljudsnivån vid känsliga fastigheter ska mätas och eventuell åtgärd bör diskuteras med tillsynsmyndigheten eller fastighetsägaren.

Alternativ till åtgärder är begränsade. Nedan ges förslag på metoder att reducera störningar. Dessa kan vidareutvecklas i en kontrollplan inför projektets start. I Västlänken har ett sju-punkters handlingsprogram tagits fram och redovisats.

Exempel på åtgärder:

- Tidsbegränsning
- Information och anpassning till omkringliggande aktiviteter
- Alternativ vistelse

## 8 Fortsatt arbete

I detaljprojekteringen kan en förfinad beräkning göras för att utreda olika dämpningsbehov för olika delar av tunnlar och banan. Beräkningsosäkerhet om ca  $\pm 2$  dB kan man då också överväga att ta hänsyn till. Kommunen måste i god planera för stömljudsreducerande åtgärder i tunneln och för sina planerade byggnader enligt detaljplan Säterigatan.



## 9 Referenser

- 1) Trafikverket och WSP  
Prediktering av stomljud på sträckan Pölsebo-Eriksberg. Hamnbanan Göteborg, dubbelspår  
Trafikverket rapport 2014-10-19, objektnummer: 108793
- 2) Metron  
PM vibrationer, Hamnbanan delen Eriksberg-Skandia  
Utredning av vibrationer från tågtrafik på Hamnbanan inför utbyggnad till dubbelspår, km 4+091 - 7+529  
Vibrationsutredning 1110-14099.U1 på uppdrag av Trafikverket, 2014-09-04
- 3) Sweco  
Göteborg Kville – Göteborg Skandiahamnen  
Ritningar plan  
Ritningsnummer 108793-11-110-03500-001 till 108793-11-110-07000-008, 2015-02-12
- 4) Sweco  
Göteborg Kville – Göteborg Skandiahamnen  
Ritningar profil spår 2  
Ritningsnummer 108793-11-200-04000-001 till 108793-11-200-07000-007, 2015-02-12
- 5) Sweco  
Göteborg Kville – Göteborg Skandiahamnen  
Ritningar nytt dubbelspår i tunnel. Typsektion  
Ritningsnummer 108793-11-300-04700-006, 2015-02-12
- 6) ÅF Ljud och vibrationer  
Internt arbetsmaterial 2014

ÅF-Infrastructure AB  
Ljud & Vibrationer  
Uddevalla

Martin Almgren

Granskad av  
Mats Hammarqvist  
Kvalitetsrådgivare

**Bilaga 1****Beräknade stomljudsnivåer för driftskedet och byggskedet**

Förteckning över befintliga fastigheter och byggnader nära tunnlarna för Hamnbanan med grundläggning, markförhållande, avstånd till spår och en preliminär bedömning av åtgärdsbehov. Röd kantlinje innebär att åtgärd krävs i driftskedet eller byggskedet. Beräknad driftstomljuds nivå och stomljuds nivå vid borrning inför sprängning och injektering anges ifall med risk för överskridande och i några andra fall.

Fastighet	Typ	Grundläggning	Markförhållande	Avst. till spår	Rikt-värde dBA	Risk drift	Risk bygg
Sannegården 734:130	biltvätt	Platta på mark	Lera	20m	-	-	-
Sannegården 47:1/ Östra Eriksbergsgatan 2-10	BRF, 5 Plan	Källarmurar	Lera	100m	30	-	-
Sannegården 53:1/ Östra Eriksbergsgatan 12	BRF, 14 Plan	Platta på mark	Lera	80m	30	-	-
Sannegården 3:2/ Kolhammsgatan 1-5	Stormarknad	Platta på mark	Lera	95m	40	22	-
Sannegården 3:2/ Kolhammsgatan 7-21	Stormarknad	Platta på mark	Lera	95m	40	22	-
Sannegården 734:18/ Säterigatan 10	Bensinstation	Platta på mark	Berg	35m	40	37	-
Kyrkbyn 18:11/ Norra säterigatan 12	Hyreshus, 4 plan	Suterräng/ Källare	Berg	100m	30	28	-
Sannegården 26:1/ Danaplatsen 1	Affärslokal	Platta på mark	Berg	75m	40	-	-
Sannegården 19:2/ Lambergs-gatan 1A	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	100m	30	32	-
Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 1	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	90m	30	33	41
Sannegården 15:4/ Södra säterigatan 15	Hyreshus, 3,5 Plan	Källarmurar	Berg	70m	30	35	44
Sannegården 15:5/ Danagatan 22	Hyreshus, 4,5 Plan	Källarmurar	Lera, pålad till berg	25m	30	41	41
Sannegården 22:19/ Pilegårdsgatan 2	Hyreshus, 4,5 Plan	Suterräng/ Källarmurar	Lera, pålad till berg	25m	30	41	38
Sannegården 22:18/ Prebendegatan 2	Skola, 3,5 Plan	Källarmurar	Lera	90m	35	-	-
Sannegården 25:1/ Säterigatan 20	Kontorsbyggnad, 3 Plan	Suterräng/ Källarmurar	Berg	35m	40	43	47
Sannegården 734:9/ Säterigatan 20	Klubbstuga, 1 Plan	Källarmurar	Lera	75m	-	-	-
Bräcke 38:38/ Trondheimsgatan 15	Förskola, 1 Plan	Källarmurar	Berg	60m	35	36	46
Trondheimsgatan 7	Enfamiljshus	Antag källare	Antag 1 m fyllning	123	30	30	-
Sannegården 75:1/Monsungatan/Västra Eriksbergsgatan	BRF, Okänt antal plan	Källarmurar	Lera	80m	30	-	37



PM

2015-03-18

20 (24)

Fastighet	Typ	Grundläggning	Markförhållande	Avst. till spår	Rikt-värde dBA	Risk drift	Risk bygg
Sannegården 76:1/76:2/ Fritiof Anderssons gata 13	BRF, 4,5 plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	37
Bräcke 28:5/ Londongatan 72E	Radhus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	30m	30	38	-
Bräcke 29:5/ Londongatan 70D	Radhus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	70m	30	-	-
Bräcke 27:11/ Londongatan 93	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	30m	30	38	-
Bräcke 27:10/ Londongatan 91	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	45m	30	>30	-
Bräcke 27:9/ Londongatan 89	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	60m	30	-	-
Bräcke 27:8/ Londongatan 87	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	-
Bräcke 27:7/ Londongatan 85	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	95m	30	-	-
Sannegården 77:2/ Astris gata 96	BRF, 4 Plan	Källarmurar	Lera	80m	30	-	-
Sannegården 78:1/ Astris gata 5	Skola, 3,5 Plan	Platta på mark	Lera	100m	35	-	-
Sannegården 78:1/ Astris gata 3	Idrottshall	Platta på mark	Lera	100m	-	-	-
Sannegården 734:4/ Karl IX väg 2	Mät och reglerstation	Platta på mark	Lera	90m	-	-	-
Bräcke 27:12/ Jyllandsgatan 24	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	35m	30	37	-
Bräcke 27:13/ Jyllandsgatan 22	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	55m	30	-	-
Bräcke 27:14/ Jyllandsgatan 20	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	-
Bräcke 27:15/ Jyllandsgatan 18	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	-	-
Bräcke 27:16/ Jyllandsgatan 16	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	100m	30	-	-
Bräcke 26:11/ Jyllandsgatan 27	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	40m	30	36	-
Bräcke 26:10/ Jyllandsgatan 25	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	60m	30	-	-
Bräcke 26:9/ Jyllandsgatan 23	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	-
Bräcke 26:8/ Jyllandsgatan 21	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	-	-
Bräcke 26:7/ Jyllandsgatan 19	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	100m	30	-	-
Bräcke 22:12/ Tyska gatan 24	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	60m	30	-	-
Bräcke 22:11/ Tyska gatan 22	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	-
Bräcke 22:10/ Tyska gatan 20	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	-	-
Bräcke 22:9/ Tyska gatan 18	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	100m	30	-	-



PM

2015-03-18

21 (24)

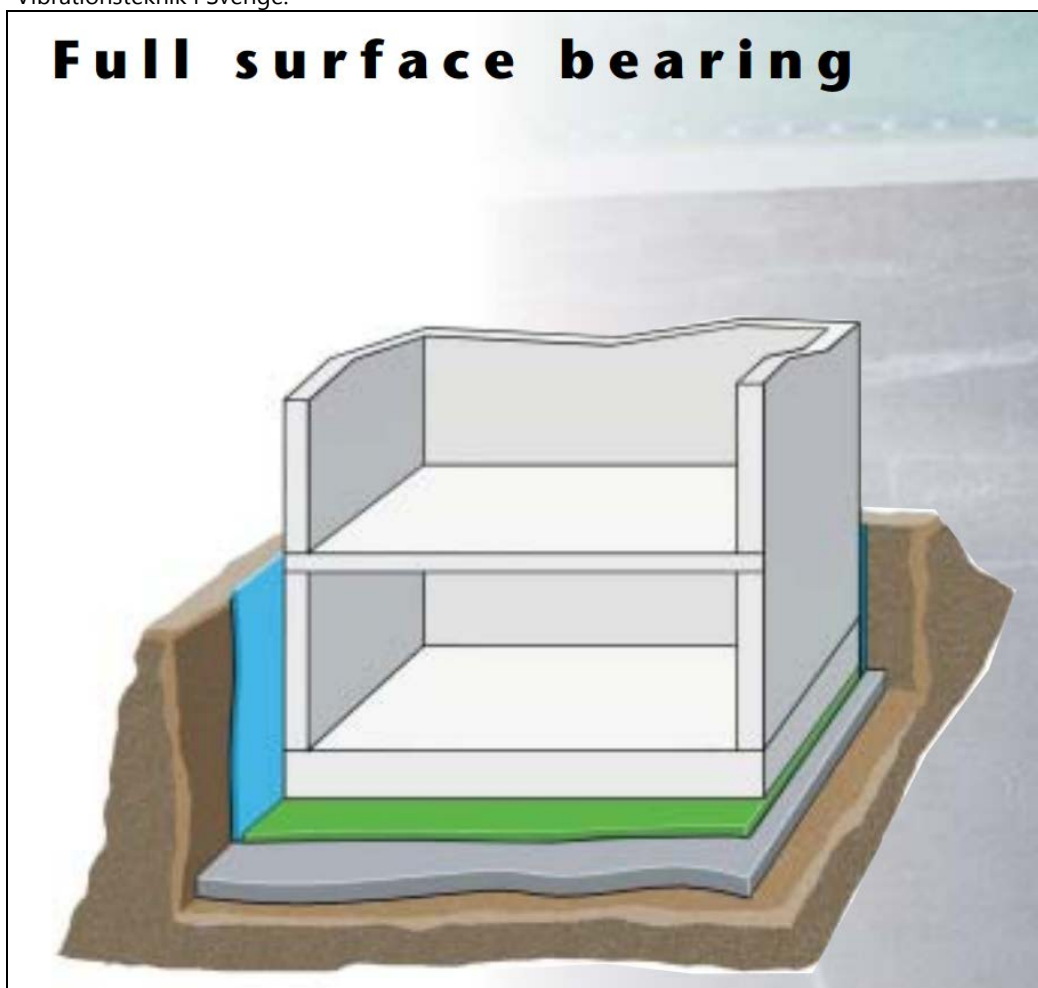
Fastighet	Typ	Grundläggning	Markförhållande	Avst. till spår	Rikt-värde dBA	Risk drift	Risk bygg
Bräcke 21:11/ Tyska gatan 25	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	65m	30	32	-
Bräcke 21:10/ Tyska gatan 23	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	75m	30	-	-
Bräcke 21:9/ Tyska gatan 21	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	-	-
Bräcke 21:12/Draggens gata 24	Enfamiljshus, 2 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	-	-
Bräcke 20:12/ Draggens gata 25	Enfamiljshus, 1,5 Plan	Källarmurar	Lera	90m	30	29	-

**Bilaga 2****Beskrivning av åtgärden stomljudsisolering av hus**

Vid stomljudsisolering av en byggnad skiljs byggnadskonstruktionen från marken med fjädrande element eller mattor mellan betongkonstruktioner. Exempel, se länkar i tabellen nedan.

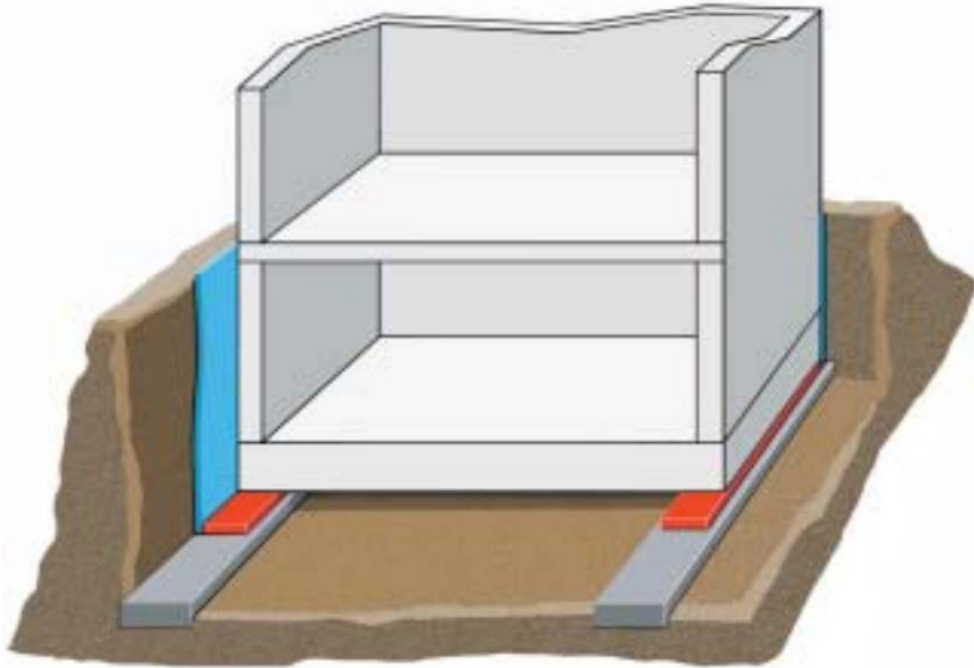
Leverantör	Produkt	Webbplats
Christian Berner AB	Sylomer och Sylodyn	<a href="http://www.christianberner.se/produktomraden-lista/vibrationsteknik/vibrationsdampning-inom-bygg">http://www.christianberner.se/produktomraden-lista/vibrationsteknik/vibrationsdampning-inom-bygg</a>
Vibratec Akustikprodukter	ISO-CHR CDM-ISO-CAS	<a href="http://vibratec.se/building-base-isolation/">http://vibratec.se/building-base-isolation/</a>
CDM	CDM SEB, med flera	<a href="http://cdm.eu/building_solutions.html">http://cdm.eu/building_solutions.html</a>

Följande tre principiella varianter är hämtad från Getzners broschyr "Resilient bedding of buildings". Getzner är tillverkaren av Sylomer och Sylodyn som säljs av Christian Berner Vibrationsteknik i Sverige.



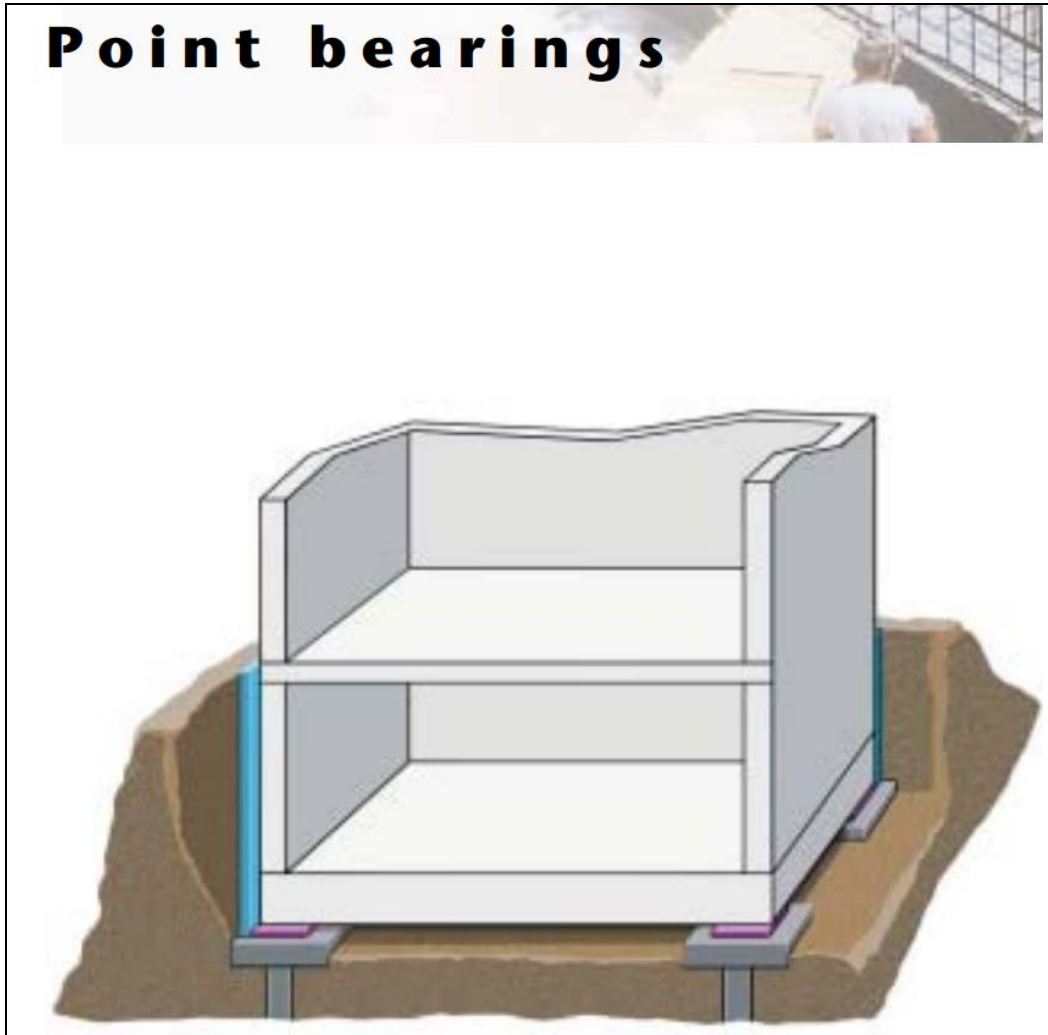


# Strip bearings



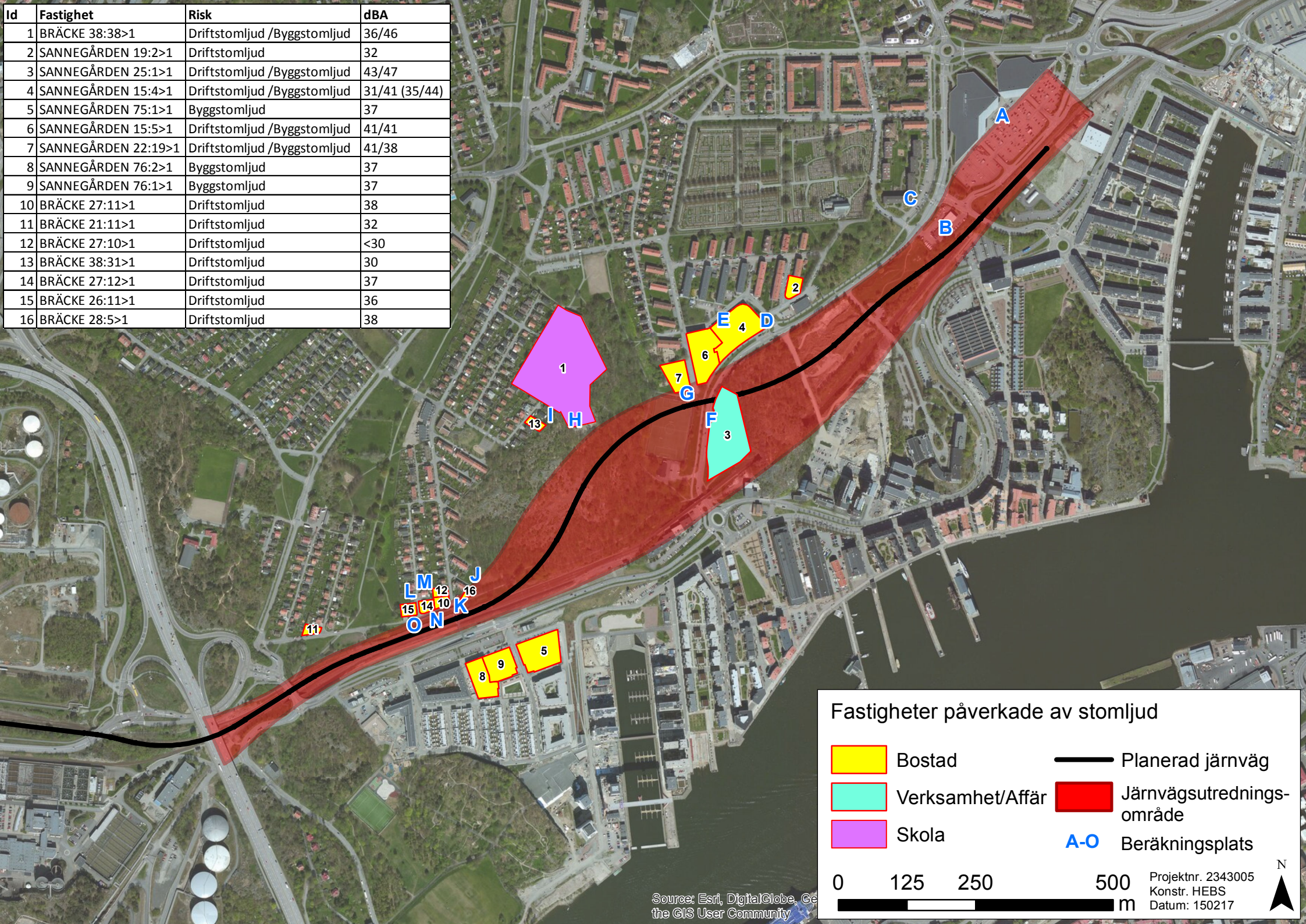


# Point bearings





Id	Fastighet	Risk	dBA
1	BRÄCKE 38:38>1	Driftstomljud /Byggstomljud	36/46
2	SANNEGÅRDEN 19:2>1	Driftstomljud	32
3	SANNEGÅRDEN 25:1>1	Driftstomljud /Byggstomljud	43/47
4	SANNEGÅRDEN 15:4>1	Driftstomljud /Byggstomljud	31/41 (35/44)
5	SANNEGÅRDEN 75:1>1	Byggstomljud	37
6	SANNEGÅRDEN 15:5>1	Driftstomljud /Byggstomljud	41/41
7	SANNEGÅRDEN 22:19>1	Driftstomljud /Byggstomljud	41/38
8	SANNEGÅRDEN 76:2>1	Byggstomljud	37
9	SANNEGÅRDEN 76:1>1	Byggstomljud	37
10	BRÄCKE 27:11>1	Driftstomljud	38
11	BRÄCKE 21:11>1	Driftstomljud	32
12	BRÄCKE 27:10>1	Driftstomljud	<30
13	BRÄCKE 38:31>1	Driftstomljud	30
14	BRÄCKE 27:12>1	Driftstomljud	37
15	BRÄCKE 26:11>1	Driftstomljud	36
16	BRÄCKE 28:5>1	Driftstomljud	38



**Fastigheter påverkade av stomljud**

- Bostad
- Verksamhet/Affär
- Skola
- Järnvägsutredningsområde
- Planerad järnväg
- A-O Beräkningsplats

0    125    250    500    Projekt nr. 2343005  
 m    Datum: 150217

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, AerGRID, CNES, USDA, AeroGRID, IGN, Esri, DigitalGlobe, GeoEye, the GIS User Community