



PM Stomljud

Göteborg-Borås, en del av nya stambanor

Göteborgs Stad, Mölndals stad, Härryda kommun, Bollebygds kommun, Marks kommun och Borås Stad, Västra Götalands län

Järnvägsplan, Lokaliseringsutredning 2021-11-23

Ärendenummer TRV 2019/1823

Trafikverket

Postadress: Trafikverket, 405 33 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: PM Stomljud, Göteborg-Borås, en del av nya stambanor – Järnvägsplan,
Lokaliseringsutredning 2021-11-23

Författare: Mattias Bååth, Johan Jönsson, Perry Ohlsson, Ramboll; Mats Hammarqvist, Efterklang
- AFRY

Dokumentdatum: 2021-11-23

Ärendenummer: TRV 2019/1823 med tillhörande ärendenummer

Uppdragsnummer: 167 824

Version: 2.1

Projektledare: Malin Odenstedt Lindhe och Jan Johansson, Trafikverket

Produktansvarig: Maria-Luisa Botella, Trafikverket

Innehåll

1. INLEDNING	5
1.1. Beskrivning av projektet	5
1.2. Syfte	5
1.3. Buller, stömljud och vibrationer	6
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	7
2.1. Geografisk avgränsning	7
2.2. Tidsmässig avgränsning	7
2.3. Innehållsmässig avgränsning	7
2.4. Stömljud från höghastighetståg	8
2.4.1. Vad är stömljud?	8
2.4.2. Hur upplevs stömljud?	8
2.5. Möjliga åtgärder	9
3. METODIK OCH UNDERLAG	11
3.1. Beräkningsmetod	11
3.2. Underlag	11
3.3. Trafikering	11
3.4. Befintliga järnvägar	12
4. BEDÖMNINGSGRUNDER	13
4.1. Projekt mål för buller	13
4.2. Riktvärde för stömljud i driftskedet	13
4.3. Riktlinje för stömljud i byggskedet	14
4.4. Konsekvensbedömningar	14
4.4.1. Bedömning av värden och känslighet	14
4.4.2. Bedömningar av effekter	15
4.4.3. Bedömningar av konsekvenser	15
5. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	17
5.1. Stömljud från befintlig järnväg	17
5.2. Känsliga bebyggda miljöer	17
5.2.1. Bostäder	17
5.3. Jordarter och berggrund	18
5.4. Jorddjup	20
5.5. Byggskede	21
6. UTREDNINGSSALTERNATIV	22
6.1. Delen Almedal-Landvetter flygplats	22
6.1.1. Stationsalternativ Mölndal	22

6.1.1.	Stationsalternativ Landvetter flygplats.....	22
6.1.2.	Korridorer Almedal – Landvetter flygplats.....	23
6.2.	Delen Landvetter flygplats-Borås	24
6.2.1.	Korridorer Landvetter flygplats – Borås.....	24
6.3.	Delen genom Borås.....	26
6.3.1.	Korridorer och stationsalternativ i Borås	26
7.	EFFEKTER OCH KONSEKVENSER	28
7.1.	Nollalternativ.....	28
7.2.	Utredningsalternativ.....	28
7.2.1.	Delen Almedal-Landvetter flygplats.....	29
7.2.2.	Delen Landvetter flygplats-Borås	31
7.2.3.	Delen genom Borås	33
7.3.	Redovisning per korridor Delen Almedal-Landvetter flygplats.....	36
7.3.1.	Korridor Raka vägen	36
7.3.2.	Korridor Raka vägen Öst.....	37
7.3.3.	Korridor Mölnlycke.....	38
7.3.4.	Korridor Landvetter Öst	40
7.3.5.	Korridor Tulebo	41
7.4.	Delen Landvetter flygplats - Borås	43
7.5.	Delen genom Borås.....	44
7.5.1.	Korridor Borås C nordöst (B1A)	44
7.5.2.	Korridor Borås C sydöst (B1C)	45
7.5.3.	Korridor Knalleland (B2)	47
7.5.4.	Korridor Lusharpan (B4)	48
7.5.5.	Korridor Osdal/Borås C (B11A).....	49
7.5.6.	Korridor Osdal (B11B).....	51
8.	BYGGSCKEDE.....	53
9.	ORD- OCH BEGREPPSLISTA	54
10.	KÄLLOR.....	55
BILAGA 1		57
11.	BERÄKNINGSMETODIK	57
11.1.	Beräkning av stomljud	57
11.2.	Beskrivning av vald beräkningsmodell	57
11.2.1.	Teoretisk uppbyggnad.....	57
11.2.2.	Antaganden och förenklingar.....	60
11.3.	Verifiering.....	61

1. Inledning

1.1. Beskrivning av projektet

Sträckan Göteborg–Borås är en del av den nya stambanan mellan Göteborg och Stockholm och omfattar cirka 6 mil ny dubbelspårig järnväg för höghastighetståg och snabba regionaltåg. Den nya järnvägen knyter Västsveriges största städer närmare varandra, förbättrar kommunikationerna till Landvetter flygplats och skapar möjlighet för snabbare tågresor mellan Göteborg och Stockholm.

1.2. Syfte

Till lokaliseringsutredningen ska en miljökonsekvensbeskrivning tas fram. Detta PM utgör underlag för de bedömningar kring stomljud som görs i miljökonsekvensbeskrivningen. I PM Stomljud beskrivs befintliga förhållanden inom utredningsområdet och vilken påverkan de olika korridoralternativen får på omgivningen avseende stomljud i driftskedet. En översiktlig beskrivning görs även kring påverkan från stomljud under byggskedet.

1.3. Buller, stomljud och vibrationer

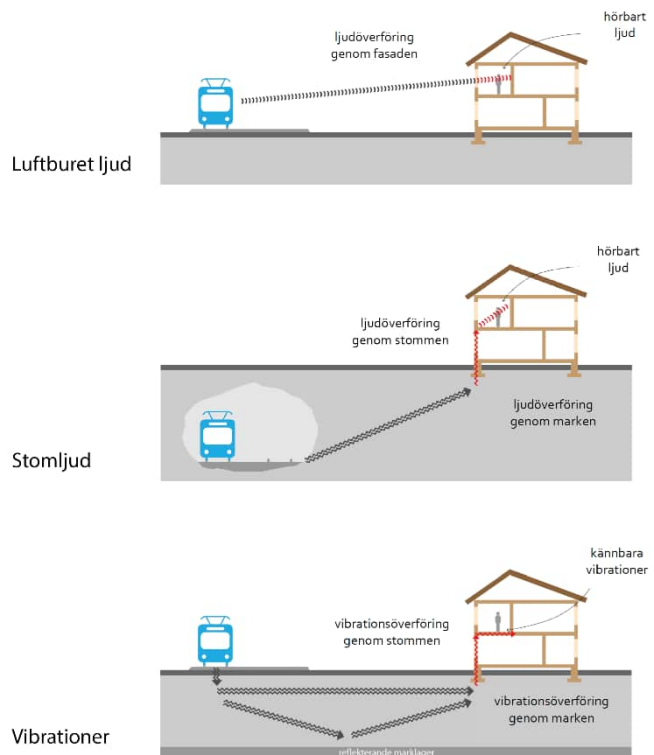
Buller, stomljud och vibrationer är exempel på tre orsaker till störning för boende längs vägar och järnvägar. Alla tre fenomen uppkommer från fordonsrörelser på vägen eller järnvägen, men uppkommer av olika orsaker och under olika förhållanden.

Buller (Luftburet ljud) – Det ljud som kan höras från trafiken på vägar och järnvägar. Ljudet uppkommer från fordonens kontakt med underlaget, från motorer och från luftmotståndet. Sprids genom luften och når mottagaren. Inne i en byggnad blir ljudnivån lägre då ljudet dämpas när det går genom byggnadens fasad. Inne i en byggnad ändras ljudets karaktär där det lågfrekventa ljudet blir tydligare.

Stomljud – Ett hörbart ljud inne i en byggnad som kommer från att byggnadens stomme har satts i svängning av vibrationer från trafiken. Sprids genom marken, upp genom byggnadens stomme och alstras som hörbart ljud inne i byggnaden då väggar och golv vibrerar. Vibrationerna är så högfrekventa (50-200 Hz) att de inte är kännbara. Det krävs fast hård mark, som berg, för att vibrationerna ska spridas längre sträckor genom marken.

Vibrationer – En kännbar vibration i en byggnad som kommer från passerande trafik. Vibrationen sprids genom marken och upp i byggnaden som sätts i svängning i en frekvens som är kännbar för den som befinner sig i byggnaden. Kommer från en mycket lågfrekvent vibration (1-80 Hz) som kräver lös mark, som lera, för att fortplanta sig längre sträckor genom marken. De kännbara vibrationerna ger inte upphov till något hörbart ljud inne i byggnaden.

Då kännbara vibrationer och de vibrationer som ger upphov till stomljud kräver motsatta markförhållanden för att spridas, så uppkommer dessa fenomen sällan eller aldrig samtidigt i en byggnad. Luftburet ljud kan däremot förekomma tillsammans med både vibrationer och stomljud. Luftburet ljud tillsammans med kännbara vibrationer ökar störningen jämfört med om fenomenen uppkommit enskilt. Luftburet ljud tillsammans med stomljud brukar innebära att det luftburna ljudet maskerar stomljudet, då det brukar förekomma i betydligt högre nivåer än stomljudet.

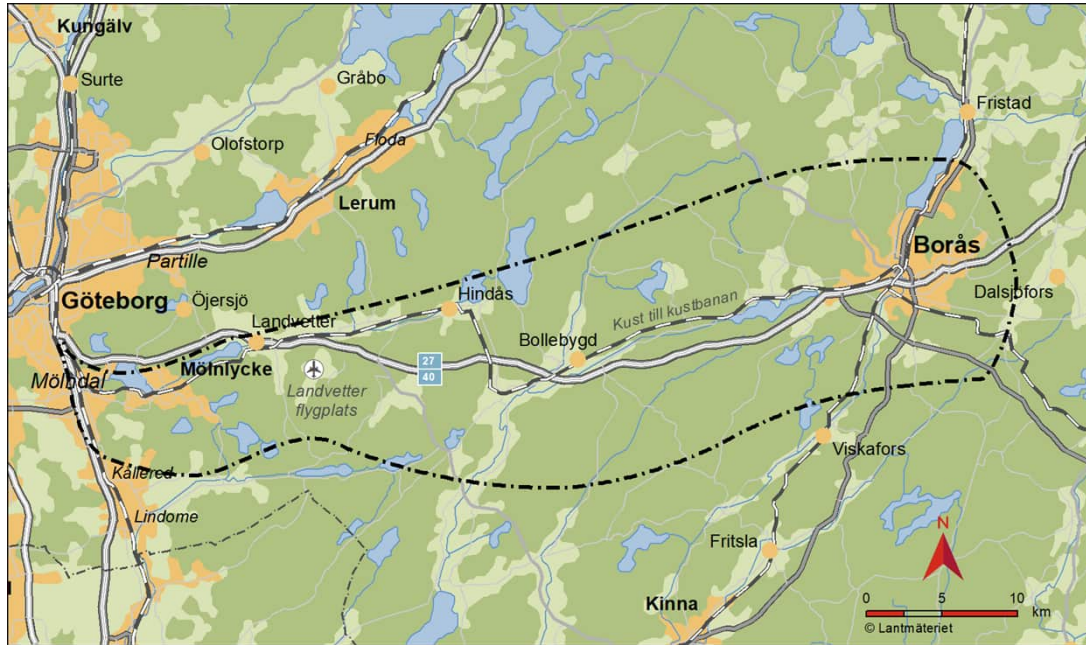


Figur 1 Princip för alstring och spridning av luftburet ljud, stomljud och vibrationer. Källa: Bullernätverket Stockholms län nr 27 april 2021.

2. Förutsättningar

2.1. Geografisk avgränsning

Utredningsområdet sträcker sig från Väst kustbanan i väster (anslutningspunkt Almedal) till öster om Borås tätort och berör kommunerna Göteborg, Mölndal, Härryda, Mark, Bollebygd och Borås, se Figur 2.



Figur 2. Utredningsområde för Projekt Göteborg-Borås.

Utredningsområdet är avgränsat med utgångspunkt från att restidsmålet mellan Göteborg och Borås ska kunna uppfyllas samt att både centrala och externa stationslägen i Mölndal, Landvetter flygplats och Borås ska vara möjliga.

2.2. Tidsmässig avgränsning

Planerad byggstart för Göteborg-Borås är 2025–2027. Tidshorisont (prognosår) för effektbedömningar är 2040.

2.3. Innehållsmässig avgränsning

I PM Stomljud redovisas effekter och konsekvenser av stomljud på boendemiljöer. Konsekvenser av luftburet ljud respektive vibrationer redovisas i PM Buller och PM vibrationer.

För att jämföra de olika utredningskorridorerna med varandra har en exempellinje inom respektive korridor använts. Exempellinjen avser en möjlig lokalisering inom korridoren med läge både i plan och höjd. Beräkningar av antal bostadshus påverkade av stomljud utgår från exempellinjens sträckning. I det fortsatta arbetet i järnvägsplaneskedet kommer järnvägens läge inom korridoren att detaljstuderas. I detta skede används exempellinjens sträckning enbart som jämförelse mellan korridorerna.

Stomljud under byggskedet redovisas enbart översiktligt i denna fas av arbetet och kommer att beskrivas närmare i samband med fortsatt arbete för vald korridor och framtagande av järnvägsplan.

2.4. Stomljud från höghastighetståg

2.4.1. Vad är stomljud?

Stomljud är ett hörbart ljud som kommer från lågfrekventa vibrationer (50-200 Hz) som alstras i järnvägen och fortplantas via fasta material, hård mark eller berg in i en byggnad. Vibrationerna sätter byggnadens stomme i svängning i en sådan frekvens att ett hörbart lågfrekvent ljud uppkommer i byggnaden. Vibrationerna är inte av en sådan frekvens att de är kännbara (kännbara vibrationer är ett annat fenomen som uppkommer under andra förhållanden, se PM Vibrationer) eller att de kan orsaka byggnadsskador.

Markens egenskaper har stor betydelse för hur vibrationerna som skapar stomljudet sprids från järnvägen. Vibrationerna fortplantas bäst i fast mark, som berg eller fasta moräner. Därför förekommer stomljud framför allt i anslutning till bergtunnlar, där också närliggande byggnader är anlagda på berg. Stomljud kan också förekomma i byggnader som är sammankopplade med en betongtunnel, exempelvis genom pålar, även om jordarterna mellan tunneln och byggnaden är annat än berg. Vid särskilda förhållanden kan vibrationerna fortplantas långa sträckor, mer än hundra meter. Storleken på vibrationerna som alstras beror både på järnvägens uppbyggnad och de fordon som trafikerar den. Fordonens hastighet, fjädringssystem, och vikt har betydelse för uppkomsten, men även hur spåren är förankrade i marken och hur uppbyggnaden av järnvägen ser ut. Med en uppbyggnad av makadam dämpas vibrationerna jämfört om uppbyggnaden består av betong eller berg. Stomljud kan också överföras när tåghjul passerar växlar, spårskarvar, isolerskarvar eller vid hjulskador, till exempel så kallade hjulplattor.

Stomljud kan uppstå från både väg- och spårtrafik och både från trafik i tunnlar och i markplan. Stomljudet brukar uppfattas tydligare när det kommer från trafik i en tunnel, eftersom det annars maskeras av det vanliga luftburna bullret från trafiken.

2.4.2. Hur upplevs stomljud?

Kunskap om effekter på människor som exponeras för stomljud är begränsad, jämfört med exponering för luftljud. Äldre erfarenheter från Stockholm och stomljud från tågtunnlar är att klagomål inte förekommer då ljudnivån är lägre än 30 dBA. Ett flertal olika studier av hur människor upplever stomljud från tåg som går i tunnlar har gjorts bl.a. i Sverige, Norge och Spanien (Göteborgs universitet, 2019; Brekke&Strand, 2003; 19; Vardillo E.G. et al. 1996) och som har omfattat försök i laboratoriemiljö, mätningar i fält, teoretiska beräkningar, enkätstudier och litteraturstudier. Då studierna är gjorda med olika metoder och stor variation i antal människor som exponeras för stomljud ger resultaten inte en exakt ljudnivå där man kan anses vara störd. Dock pekar resultaten på att vid en maximal stomljudnivå av 32 dBA (FAST) bör risken för störning vara liten. Vid högre stomljudnivåer, inom cirka 35-40 dBA, ökar risken för störning och vid nivåer över cirka 40 dBA bedöms som stor risk för att störning kan uppstå. Störningsupplevelsen är också beroende på andra faktorer som ljudnivån i omgivningen och hur stor sannolikheten är att urskilja stomljudbuller från tågtunnlar men även vilken typ av tåg som trafikerar tågtunneln.

Bedömning är att stomljud som alstras av godståg i tågtunnel ger upphov till högre ljudnivåer och större risk för störning jämför med om persontåg i tågtunnel.

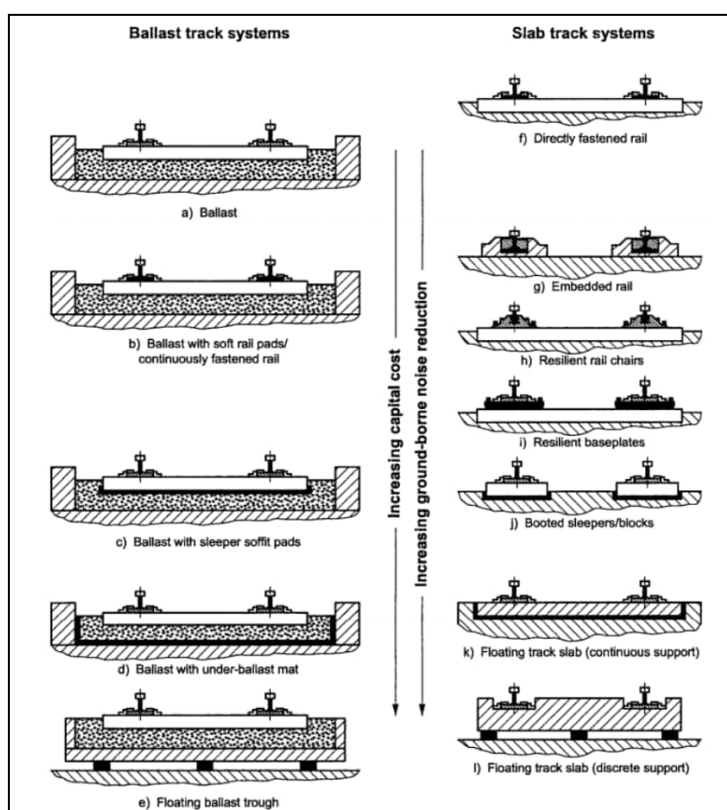
2.5. Möjliga åtgärder

Stomljud från järnväg kan minskas genom olika typer av åtgärder i spårunderbyggnaden som syftar till att isolera de vibrationer som uppkommer i spåret och därmed minska spridningen genom tunnelväggen och vidare genom marken. Typåtgärder mot stomljud visas i Figur 3.

Kostnadsmässigt skiljer man på åtgärder som ger måttlig respektive hög stomljuddämpning. Åtgärder kan även utföras under byggnad, men det är inte en realistisk lösning i befintliga byggnader.

Måttlig stomljuddämpning kan uppnås med stomljudsisolerande matta monterad på undersida sliper. Indikativa beräkningar visar att effekten av denna åtgärd kan vara upp till 8–10 dB.

Hög stomljuddämpning kan uppnås med stomljudsisolerande matta monterad cirka 40 cm ned i ballasten, så kallad ballastmatta. Indikativa beräkningar visar att effekten av denna åtgärd kan vara upp till 18–20 dB.



Figur 3. Principer för dämpning av stomljud för spåranläggningar.

Vid nybyggnad av infrastruktur kan också själva lokaliseringen och utformningen av järnvägen betraktas som ett sätt att minska risken för problem med stomljud i byggnader.

Är avståndet mellan järnväg och bebyggelse nog stort finns ingen risk för problem. Att undvika att placera växlar i positioner där bergtäckningen är liten och det finns närliggande bostäder minskar risk för problem. I driftskedet påverkar också skicket på spår och fordon hur stora vibrationer som uppkommer. Sliten räls och hjul ger större vibrationer än om dessa är välunderhållna.

3. Metodik och underlag

3.1. Beräkningsmetod

Det finns i dag ingen officiellt framtagen beräkningsmodell för att beräkna stomljud från järnvägstrafik.

I detta projekt har Trafikverket valt att använda en beräkningsmodell framtagen av AFRY (tidigare ÅF Infrastructure AB). Denna modell svarar upp mot behovet att jämföra flera olika korridorer med varandra och få en kvantitativ bild av hur många byggnader som kan påverkas av stomljud inom respektive alternativ. Beräkningsmetoden är semi-empirisk och bygger på mätningar och beräkningar som sedan används för att beräkna en förväntad stomljuds nivå i en byggnad.

Antaganden som måste göras för beräkningarna är allmänt konservativt gjorda. Beräkningar utgår från att räls och hjul är slitna och att berget är sprickfritt och homogent. Detta ger därmed en sorts värsta fall för stomljuds nivåer i byggnader.

En beskrivning av beräkningsmodellens uppbyggnad och antaganden i beräkningarna finns redovisad i bilaga 1.

3.2. Underlag

Följande underlag har använts vid beräkningar av stomljud:

- Lantmäteriets Fastighetskarta (2020)
- SGU Jordartskarta (2019)
- SGU Jorddjupskarta (2014)
- Teknisk systemstandard för en ny generation järnväg. TRV 2019/40102 ((Trafikverket, 2019)
- Exempellinjer för den nya stambanan inom varje korridor. Levererat inom projektet. Exempellinjen avser en möjlig lokalisering i respektive korridor både med läge i plan och höjd.

3.3. Trafikering

Stomljud beräknas enbart från den nya stambanan med tillhörande anslutningsspår. Den nya stambanan kommer att trafikeras med dels snabba regionaltåg, dels med höghastighetståg. Snabba regionaltåg har en medellängd på 125 meter och höghastighetstågen en medellängd på 200 meter. Förväntad trafikering mellan Almedal och Borås framgår av Tabell 1.

Tabell 1. Trafikering mellan Almedal och Borås som årsdygnstrafik

Tågslag	Trafikering 2040, årsdygnstrafik	Trafikering 2040, 06–22	Trafikering 2040, 22–06
Höghastighetståg, stannar i Borås	32	30	2
Höghastighetståg, stannar ej i Borås	21	20	1
Snabba regionaltåg vänder i Borås	88	82	6
Snabba regionaltåg vidare mot Jönköping	21	19	2

Ovanstående trafikering gäller för samtliga korridoralternativ mellan Almedal och Landvetter flygplats samt för samtliga korridoralternativ mellan Landvetter flygplats och Borås. För alternativen genom Borås så skiljer sig trafikeringen åt. Alternativen Borås C nordöst (B1A), Borås C sydöst (B1C), Knalleland (B2) och Osdal (B11B) har samma trafikering som beskrivs ovan. För alternativen Lusharpan (B4) och Osdal/Borås C (B11A) ser trafikeringen annorlunda ut. Osdal/Borås C (B11A) kommer att ha två stationer i Borås, en extern vid Osdal för stannande tåg som ska vidare mot Jönköping och en station vid Borås Central för vändande tåg som ska åter mot Göteborg. För alternativ Lusharpan (B4) finns bara en station men det är enbart tåg med uppehåll i Borås som åker in via bibanan till stationsläget vid Lusharpan. Tåg som bara ska passera Borås kommer göra detta på huvudbanan som passerar Osdal.

Dimensionerande hastighet för den nya järnvägen är 250 km/h. I vissa fall är hastigheten lägre. Det gäller tex inom Mölndalsåns dalgång, runt vissa stationslägen och på de anslutningsspår som går mellan extern huvudbana och centralt stationsläge i Borås. Storregionala tåg på bibana till Borås C har olika hastigheter. För bibana Lusharpan (B4) gäller hastighet 100-160 km/h (100 km/h genom stationen). För bibana Osdal/Borås C (B11A) gäller hastighet 65-135 km/h.

Tabell 2. Trafikering på Västkustbanan som årsdygnstrafik.

Tågslag	Trafikering 2040, årsdygnstrafik	Trafikering 2040, 06–22	Trafikering 2040, 22–06
Pendeltåg	95	80	15
Regionaltåg	144	137	7
Snabbtåg	21	19	2
Godståg	19	9	10

3.4. Befintliga järnvägar

Med en ny stambana mellan Göteborg och Borås sker en överflyttning av persontrafik från Kust till kustbanan till den nya järnvägen. Det innebär att utredningsalternativet får mindre persontrafik än nollalternativet. Det omfattar dock inte godstrafiken som kvarstår på Kust till kustbanan. Förändringar av trafiken på Kust till kustbanan kan utläsas i tabell 3.

Tabell 3. Antal tåg/dygn på befintligt enkelspår Göteborg-Borås (Kust till kustbanan) i nollalternativet år 2040 samt utredningsalternativ med ny stambana år 2040, redovisat som årsdygnstrafik.

Tågtyp	Nollalternativ, år 2040, årsdygnstrafik	Utredningsalternativ, med ny stambana år 2040, årsdygnstrafik
Persontåg	47	14
Godståg	12	12
Summa	59	26

För de övriga järnvägarna som kommer att ansluta till den nya stambanan i Göteborg eller Borås så förväntas inte den nya stambanan innebära några förändringar i trafiken. I Tabell 4 redovisas trafik på övriga järnvägar i utredningsområdet enligt prognosen för år 2040.

Tabell 4. Antal tåg/dygn på övriga befintliga järnvägar i utredningsområdet år 2040, redovisat som årsdygnstrafik. Trafiken är samma i nollalternativ och utredningsalternativ.

Tågtyp	Västkustbanan, årsdygnstrafik	Älvsborgsbanan, årsdygnstrafik	Viskadalsbanan, årsdygnstrafik	Kust till kustbanan, Borås – Värnamo, årsdygnstrafik
Persontåg	260	32	32	14
Godståg	19			14
Summa	279	32	32	28

Hastigheter på Västkustbanan är 100-170 km/h, Kust till kustbanan 40-130 km/h, Viskadalsbanan 40-110 km/h och Älvsborgsbanan 40-100 km/h.

4. Bedömningsgrunder

4.1. Projekt mål för buller

Projektmålet (Trafikverket, 2020-06-15) för buller är definierat som att:

”Den nya järnvägen ska bidra till att ingen människa utsätts för skadligt buller från järnvägen”.

Med ”skadligt buller” menas buller som överskrider gällande riktvärden.

4.2. Riktvärde för stomljud i driftskedet

Riktvärde för stomljud redovisas i Trafikverkets riktlinje (TDOK 2014:1021) ”Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg” (Trafikverket, 2020.A). Riktvärdet gäller inomhus och omfattar permanentbostad och fritidsbostad. Riktvärdet gäller endast vid nybyggnad av infrastruktur.

Riktvärdet är att maximal stomljuds nivå $L_{p,max,FAST} = 32$ dBA inte ska överskridas i bostäder.

Angivet värde avser maximal ljudnivå under en trafikårsmedelnatt (22–06) från tågtrafik i järnvägstunnel. Riktvärdet får överskridas högst fem gånger per natt.

Riktvärdet ska främja att Trafikverket på ett enhetligt och kostnadseffektivt sätt uppfyller gällande lagkrav om skäliga skyddsåtgärder. Den lägger även fast grundläggande förhållningssätt till hur Trafikverkets bidrar till långsiktiga mål för Trafikverket och transportsystemet med utgångspunkt från Trafikverkets Målbild 2030. Värdena ska utgöra ett stöd vid Trafikverkets bedömningar om behov av utredningar och genomförande av skyddsåtgärder mot höga buller- och vibrationsnivåer.

4.3. Riktlinje för stomljud i byggskedet

Stomljud som alstras av byggverksamheten när den nya järnvägen byggs kommer att variera under byggtiden och kommer att vara som högst under kortare perioder, främst när tunneldrivning sker i närheten av bostadshus. Då det saknas riktvärden för stomljud under byggskede bör riktvärdena för luftburet buller under byggtid kunna användas. Riktvärden för luftburet buller för utomhus och inomhus finns i Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (Naturvårdsverket, 2004) och som bör kunna användas för att begränsa påverkan av stomljudsbuller under byggskedet

4.4. Konsekvensbedömningar

Syftet med denna stomljudsutredning är att beskriva konsekvenser av att bygga ny järnväg och att kunna de olika korridorsalternativen mot varandra. Konsekvensen av att bygga ny järnväg genom respektive korridor bedöms genom två steg:

- Bedömning över områdets känslighet för tillkommande stomljud
- Bedömning över effekten av ny järnväg genom området. Effekten beskrivs baserat på en beräkning av stomljud från en exempellinje genom korridoren som visar hur många bostadshus som bedöms få stomljuds nivåer över riktvärden.

4.4.1. Bedömning av värden och känslighet

Ett områdes känslighet bedöms baserat på befintlig ljudnivå från infrastruktur i området samt förekomsten av stomljud i byggnader före den nya stambanan byggs. Ju mindre påverkan är idag, desto känsligare är området. Känsligheten bedöms för de delar av korridoren där järnvägen troligtvis kommer att gå i tunnel. Ett områdes känslighet beskrivs med tre kategorier. Kursiv text återfinns i bedömningsskalan i MKB.

- **Stor känslighet** Områden utanför tätorter som i nuläget påverkas av stomljud, ljud från vägar, järnvägar och av flygstråk i begränsad omfattning. Trafik på vägar i närheten är begränsad. Ljud från större trafikleder kan uppfattas på mycket långt avstånd. Exempel kan vara Tulebo. ” *Område med liten ljudpåverkan från infrastruktur, och bostäder där stomljuds nivå 32 dBA maximal ljudnivå (fast) i nuläget klaras*”.
- **Måttlig känslighet** Bebyggelsestäta områden utan några större trafikleder i närheten och lokala gator som främst betjänar det egna området. Det är vanligtvis en enhetlig bostadsbebyggelse med trädgårdar, innegårdar och lokala

rekreationsytor, parker och tätortsnära skogsområden. Exempel kan vara villaområde i Mölnlycke. ”Område med måttlig ljudpåverkan från infrastruktur, eller bostäder där stomljuds nivå 32 dBA maximal ljudnivå (fast) i nuläget tangeras”.

- **Liten känslighet** Område med större infrastruktur inom några hundra meter så att bakgrundsljudet från trafik är kontinuerligt närvarande eller där flygpassager kontinuerlig ger höga ljudnivåer. Exempel kan vara tät centrumbebyggelse i Mölndal, bostadsområde i Mölndals dalgång eller område i närheten av Landvetter flygplats flygstråk. ”Område med stor ljudpåverkan från infrastruktur, eller bostäder där stomljuds nivå 32 dBA maximal ljudnivå (fast) i nuläget överskrids”.

4.4.2. Bedömningar av effekter

Effekten är den förändring av miljökvaliteter som uppstår till följd av projektets påverkan. Direkta effekter uppkommer som en omedelbar följd av den nya järnvägen genom ökade ljudnivåer. Indirekta effekter kan exempelvis uppstå genom att människor väljer att åka tåg istället för att köra bil vilket leder positiva effekter i form av minskade utsläpp från vägtrafiken.

Effekten avseende stomljud beskrivs genom att bedöma hur många bostadshus som får stomljuds nivåer över riktvärden, innan åtgärder har genomförts, inom respektive korridor. Bedömningsskalan som används redovisas i nedanstående Tabell 5.

Tabell 5 Skala för bedömning av effekter för stomljud i ett område. Efter genomförda åtgärder

Stor negativ effekt	Måttlig negativ effekt	Liten negativ effekt	Ingen/försumbar effekt
Stor negativ effekt om riktvärde 32 dBA maximal ljudnivå (Fast) kommer att överskridas efter åtgärd.	Måttlig negativ effekt om riktvärde 32 dBA maximal ljudnivå (Fast) klaras efter åtgärd. Ett större antal bostäder (>50 stycken) kommer få högre stomljuds nivåer jämfört med nuvarande situation, men under riktvärdet.	Liten negativ effekt om riktvärde 32 dBA maximal ljudnivå (Fast) klaras efter åtgärd. Ett mindre antal bostäder (10–50 stycken) kommer få högre stomljuds nivåer jämfört med nuvarande situation, men under riktvärdet.	Ingen/försumbar effekt uppstår vid obefintlig eller låg stomljuds nivå eller att ett fåtal bostäder (färre än 10 stycken) kan komma få högre stomljuds nivåer jämfört med idag, men under riktvärdet.

4.4.3. Bedömningar av konsekvenser

Konsekvensen är sammanvägning av korridorens känslighet och den effekt som kommer av ny järnväg genom korridoren.

Tabell 6 Skala för bedömning av konsekvenser utifrån bedömd känslighet och effekt.

	Stor negativ effekt	Måttlig negativ effekt	Liten negativ effekt	Försumbar effekt	Positiv effekt
Stor känslighet	Stor negativ konsekvens	Måttlig – stor negativ konsekvens	Måttlig negativ konsekvens	Försumbar konsekvens	Positiv konsekvens
Måttlig känslighet	Måttlig – stor negativ konsekvens	Måttlig negativ konsekvens	Liten – måttlig negativ konsekvens	Försumbar konsekvens	Positiv konsekvens
Liten känslighet	Måttlig negativ konsekvens	Liten – måttlig negativ konsekvens	Liten negativ konsekvens	Försumbar konsekvens	Positiv konsekvens

5. Befintliga förhållanden

5.1. Stomljud från befintlig järnväg

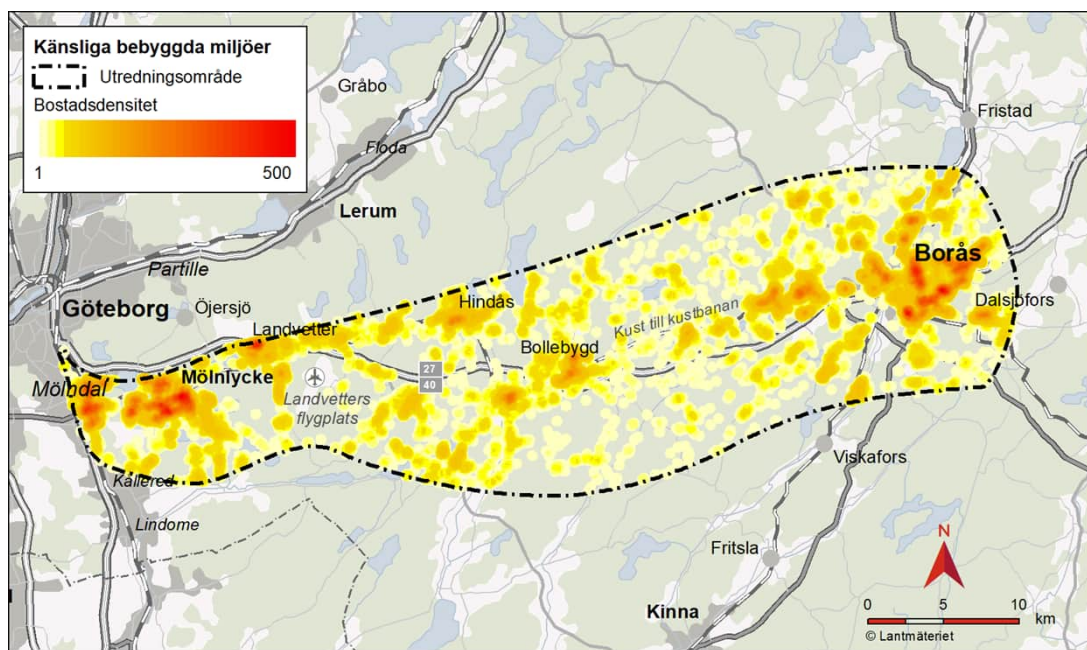
Trafikverket har inga registrerade klagomål gällande stomljud från Kust till kustbanan (Trafikverket, 2020.2). Detta innebär dock inte med säkerhet att det inte någonstans förekommer störande stomljuds nivåer. Det finns längs sträckan ett fåtal kortare järnvägstunnlar där bostadsbebyggelse ligger ovan eller nära inpå tunneln.

5.2. Känsliga bebyggda miljöer

Riktvärden för stomljud i Trafikverkets riktlinje (TDOK 2014:1021) ”Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg” (Trafikverket, 2020.A) gäller endast för bostäder.

5.2.1. Bostäder

Bostadshus finns utspridda inom hela utredningsområdet. En hög koncentration av boende kommer att öka antalet potentiellt störda av en ny järnväg i förhållande till lägre koncentrationer av bostadshus. Tätorter har naturligt högre koncentration av bostadshus än landsbygd. Tätorter ligger i första hand i de västra och östra delarna av utredningsområdet, medan områden med glesare bebyggda miljöer i första hand går att återfinna mellan Bollebygd och Borås. I Figur 4 visas bebyggelsetätheten av bostadshus inom utredningsområdet, vilka kan komma att påverkas av buller från tåg vid en kommande utbyggnad av järnväg.



Figur 4 Förekomst samt koncentration av bostadsbyggnader. Mörkare färg innebär högre täthet av bostäder.

5.3. Jordarter och berggrund

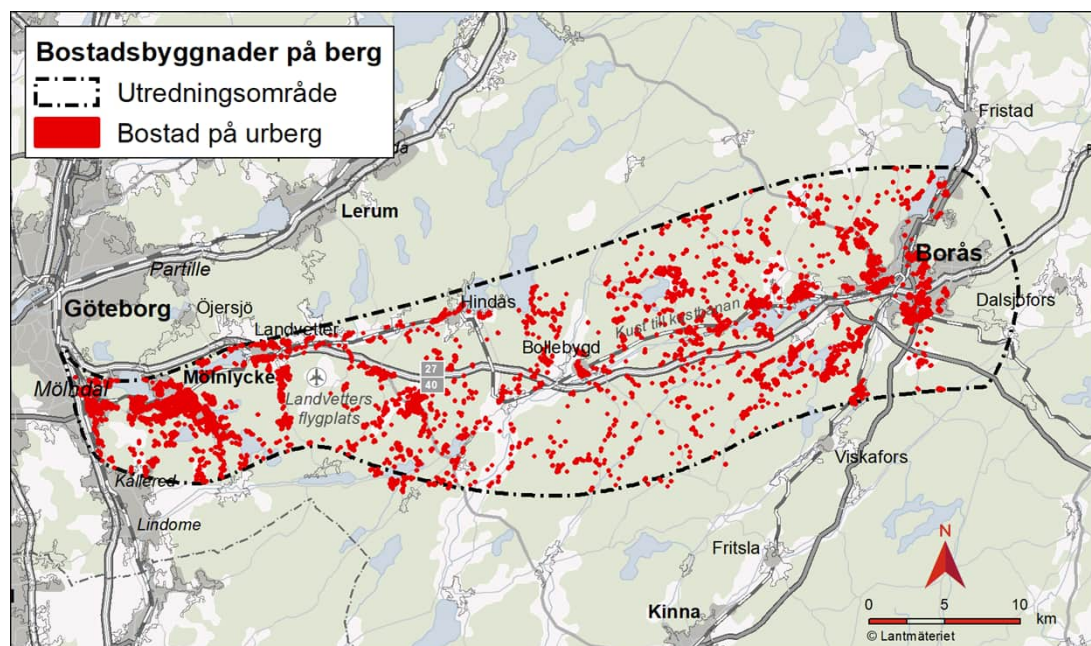
Geologin har stor betydelse för hur vibrationer sprider sig genom marken. Fasta jordarter och berg för vidare vibrationer som kan orsaka stomljud över långa sträckor.

Underlag från SGU - "Jordarter 1:25 000 – 1:100 000" har använts för att beskriva områdets geologiska förutsättningar. Underlaget är grovt och redovisar jordarters utbredning nära markytan. Eventuella avvikande jordartslager längre ner i marken redovisas inte. Fördjupning av geologiskt underlag kan behöva göras i kommande planeringsskeden.

Mellan dalgångarna dominerar utredningsområdet till ytan av urberg med inslag av ett varierande tjockt täcke av morän och fläckvis också torv. Bebyggelse i Mölnlycke ligger till stor del direkt på berget. Mindre tätorter och den glesa bostadsbebyggelsen mellan områdets dalgångar ligger också till stor del på berg.

I dalgångar har tidigare högre havsnivåer, inlandsisen och vattendrag avsatt en blandning av finkorniga jordarter. Det medför att jorddjupet i botten av dalgångarna i många fall är upp till 30–50 meter. Högre upp längs dalgångarnas sluttningar minskar jordtäckets succesivt och i flera av tätorterna som är belägna i dalgångar är den högre belägna bebyggelsen placerad på urberg. Detta är fallet bland annat för Borås, Landvetter och Mölndal, vilket kan ses i figur 5 nedan.

I figuren visas samtliga bostadsbyggnader som enligt SGU översiktliga jordartskarta ligger direkt på urberg. Byggnader på berg är mest känsliga för stomljud och därmed blir områden med stor koncentration av bostadshus på berg också de mest känsliga att passera i tunnel. Störande stomljud kan i vissa fall även förekomma inom byggnader på andra fasta jordarter, som morän, men då allmänt på mindre avstånd än i berg.

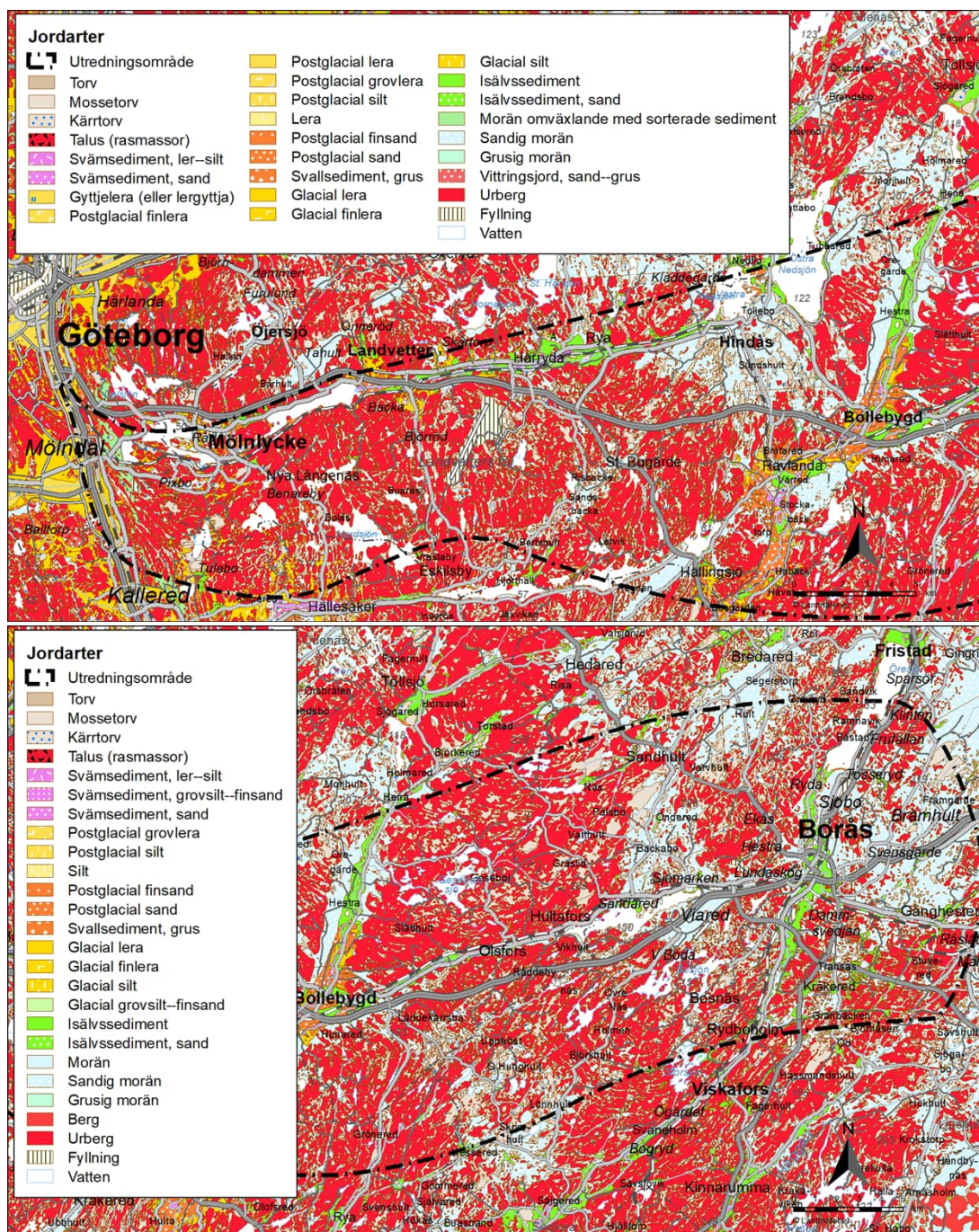


Figur 5 Bostadsbyggnader på berg inom utredningsområdet

I tabell nedan redovisas hur stor andel bostadsbyggnader som ligger på respektive jordart, baserat på SGU:s jordartskarta. I Figur 6 redovisas jordartskartan för utredningsområdet.

Tabell 7 Beskrivning över bostadsbyggnaders fördelning på olika jordarter, baserat på SGU översiktliga jordartskarta samt bebyggelselager i Lantmäteriets fastighetskarta.

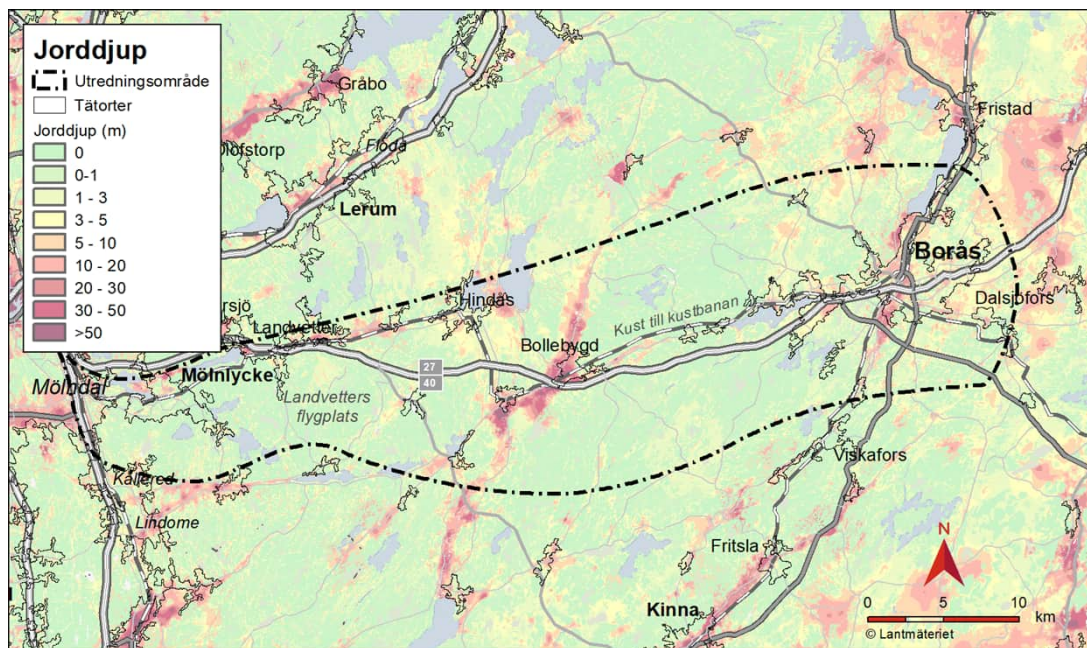
Jordart	Andel bostadsbyggnader inom utredningsområdet	Kommentar
Sandig morän	37 %	Vanligt förekommande runt Borås och i Hindås samt fläckvis i högre terräng i övriga delar av området
Urberg	36 %	Till ytan dominerande i de högre delarna av utredningsområdet. Koncentration av bostadshus på berg finns i Mölnlycke, Mölndal och i Borås.
Isälvsediment	7 %	Vanligt förekommande i Borås, Bollebygd och i Landvetter/Härryda.
Postglacial sand	7 %	Vanligt förekommande i Bollebygd, Rävlanda, Landvetter och Mölndalsåns dalgång.
Glacial lera	6 %	Förekommer i stora områden i Mölndalsåns dalgång samt i mindre omfattning i lägre delar av övriga dalgångar.
Morän, omväxlande sort	3 %	På höjder i Mölndalsåns dalgång.
Kärrtorv	1 %	Finns fläckvis i hela området, men sällan med byggnader grundlagda direkt på.



Figur 6 SGU jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000 som redovisar jordarters utbredning nära markytan. Bostadsbyggnader markerade med svart. Rött visar urberg och gult och grönt är lösare jordarter som lera, sand och isälvssediment.

5.4. Jorddjup

Jorddjupskartan (Figur 7) visar jordtäckets djup, och från den framgår också tydligt landskapets form. Dalgångar kan tydligt ses som områden med större jorddjup, i många fall upp till 30–50 meter. Mellan dalgångarna är djupet i allmänhet ett fåtal meter eller obefintligt, vilket också kan ses i jordartskartan där dessa områden domineras av urberg. Lokala sprickdalar fyllda med jord förekommer över hela landskapet.



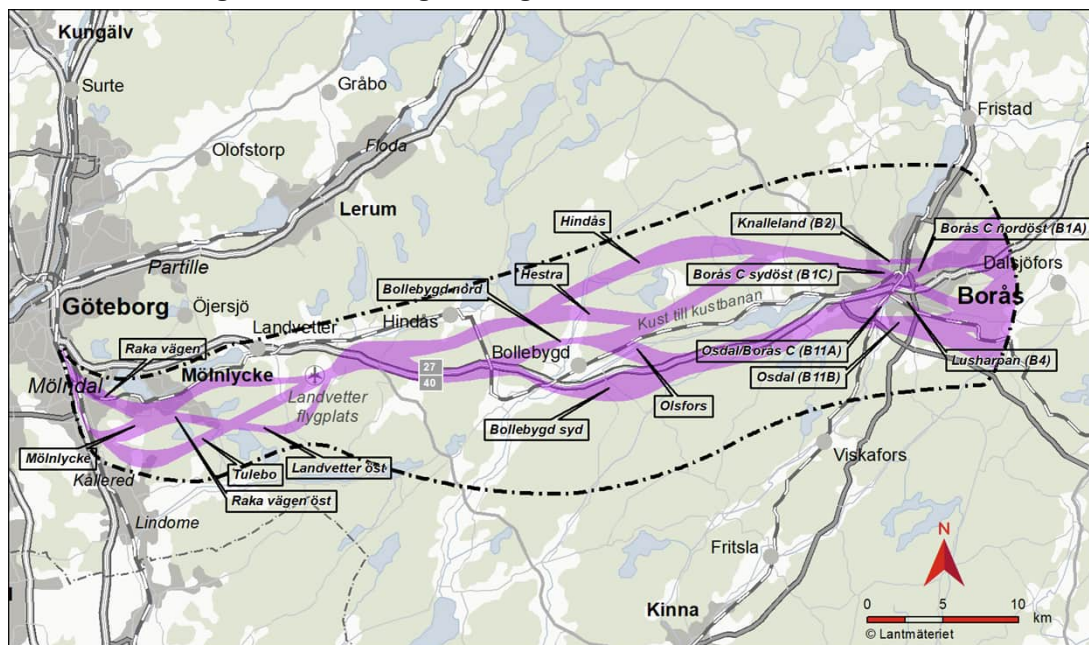
Figur 7 SGU Jorddjup.

5.5. Byggskede

I lokaliseringstudningsskedet saknas detaljerade uppgifter om hur den nya järnvägen skall byggas och om hur byggnationen av aktuella tunnlar genomförs. Det innebär att i detta skede inte i detalj går att beskriva den förväntade påverkan av stomljud under byggtiden. Istället beskrivs övergripande hur stomljud under byggskedet kan förekomma och vad det kan ge för effekter. I det fortsatta arbetet när val av korridor har gjorts och planarbetet fortsätter kommer stomljud under byggskedet att beskrivas mer i detalj.

6. Utredningsalternativ

Aktuella utredningsalternativ framgår av Figur 8.



Figur 8. Aktuella utredningsalternativ.

6.1. Delen Almedal-Landvetter flygplats

6.1.1. Stationsalternativ Mölndal

Mölndal station, M1

Befintlig station i Mölndal byggs ut med fler spår för att klara planerad trafik på den nya stambanan och Västkustbanan. Stationen, som idag har tre spår och en plattform, behöver utökas till sex spår och tre plattformar. Detta innebär att järnvägsområdet behöver breddas från nuvarande 35 meter till cirka 70 meter. Spår och plattformar kan passas in under den befintliga bron (Mölndals bro). Plattformarna, som ska dimensioneras för 250 meter långa tåg, kan placeras norr och/eller söder om Mölndals bro. Plattformarna ska kunna nås med rulltrappor och hissar från bron.

6.1.1. Stationsalternativ Landvetter flygplats

Station i tunnel under flygplatsen, L1

Stationen placeras i bergtunnel cirka 30 meter under Landvetter flygplats. Stationen utformas med två genomgående huvudspår och två plattformsspår för 250 meter långa tåg. Bergtunneln under terminalen bedöms bli 2,5–3 kilometer lång.

Station parallell med flygplatsen, L3

Den nya järnvägen byggs i nedsänkt läge parallellt med och öster om befintlig landningsbana och flygterminal. Stationen placeras i nära anslutning till flygplatsterminalen. Stationen ska utformas med två genomgående huvudspår och två plattformsspår med plattformar för 250 meter långa tåg. Järnvägen behöver överdäckas

med ett betongtak inom cirka 350 meters avstånd från flygledartornet eftersom elektriska störningar från tågtrafiken i annat fall kan störa flygplatsens kommunikationsutrustning.

Station öster om flygplatsen, L7

Alternativet innebär att den nya järnvägen byggs i bergtunnel under befintlig landningsbana och att stationen placeras utanför tunnelmynningen, cirka 1,2 kilometer öster om befintlig terminalbyggnad. Huvuddelen av stationen med spår och växlar kommer att ligga i skärning eller tråg utanför bergtunneln.

6.1.2. Korridorer Almedal – Landvetter flygplats

Korridor Mölnlycke

Korridoren följer Västkustbanan från Almedal till Mölndal och innefattar en station i centrala Mölndal. Vid Råvekärr söder om Mölndal viker korridoren av från Västkustbanan och fortsätter i nordostlig riktning mot Mölnlycke. Med hänsyn till topografi samt befintlig miljö och bebyggelse behöver järnvägen att gå i bergtunnel från Sandbäck tills den har passerat Mölnlycke tätort. Tunneln bedöms bli cirka 8 kilometer lång. Öster om Mölnlycke kan järnvägen till stor del gå i marknivå innan den åter går ner i tunnel under flygplatsen. Korridoren kan anslutas till stationsalternativen L1 Station i tunnel under flygterminalen och L7 Öster om flygplatsen.

I Mölndalsåns dalgång anläggs två nya spår parallellt med Västkustbanan, vilket innebär att både angränsande fastigheter, E6/E20 och Mölndalsån kommer att påverkas. Mölndals station behöver byggas ut med fler spår och plattformar, vilket påverkar både befintlig och planerad bebyggelse öster om stationen.

Vid Råvekärr söder om stationen ansluter den nya järnvägen planskilt till Västkustbanan. De nya spåren korsar Västkustbanan och Kålleredsbäcken på bro eller i betongtunnel. Därefter fortsätter den nya järnvägen på bro alternativt i betongtunnel fram till Kungsbackavägen där den går in i bergtunnel. Av byggnadstekniska och kostnadsmässiga skäl är huvudalternativet en bro. Vid Råvekärr söder om stationen krävs också en planskild anslutning till Trafikverkets planerade uppställningsspår vid Pilekrogen.

Korridor Tulebo

Korridoren följer Västkustbanan mellan Almedal och Mölndal på samma sätt som alternativet Mölnlycke och har även motsvarande stationslösning i Mölndal. Vid Råvekärr ansluter den nya järnvägen planskilt till Västkustbanan på samma sätt som alternativet Mölnlycke. Dalgången vid Tulebo kan passeras i markplan i den södra delen av korridoren medan en nordlig sträckning inom korridoren behöver gå i tunnel med hänsyn till riksintressen för både naturvård och friluftsliv vid Härssjön. Den totala längden bergtunnel bedöms bli 5–6 kilometer. Järnvägen kommer att korsa Gravsjön på bro och passera genom Benareby i ytläge. Öster om Benareby fortsätter korridoren i kuperad terräng fram till Landvetter flygplats. Korridoren kan anslutas till stationsalternativen L1 Station i tunnel under flygterminalen och L7 Öster om flygplatsen.

Korridor Landvetter Öst

Korridor Landvetter Öst skiljer sig från övriga alternativ genom att stationen vid Landvetter flygplats är placerad öster om och parallellt med landningsbanan (L3 Parallellt med flygplatsen). Korridoren följer Västkustbanan mellan Almedal och Mölndal på samma sätt som alternativen Mölnlycke och Alternativ Tulebo. Norr om Finnsjön och genom Benareby

kan järnvägen gå i tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs. Öster om Benareby fortsätter korridoren i kuperad terräng söder och öster om Landvetter flygplats. Den totala längden bergtunnel bedöms bli 6-10 kilometer.

Korridor Raka vägen

Korridor Raka vägen viker av från Västkustbanan vid Almedal och går direkt till Landvetter flygplats utan att passera Mölndal. Med hänsyn till topografi samt befintlig miljö och bebyggelse behöver järnvägen gå i en lång bergtunnel tills den har passerat Mölnlycke tätort. Tunneln bedöms bli cirka 9 kilometer lång. Öster om Mölnlycke kan järnvägen till stor del gå i marknivå innan den åter går ner i tunnel under flygplatsen. Korridoren kan anslutas till stationsalternativen L1 Station i tunnel under flygterminalen och L7 Öster om flygplatsen.

I Almedal ansluter den nya järnvägen planskilt till Västkustbanan och Västlänken, vilket kräver ett betydligt bredare spårområde än idag. Befintligt dubbelspår kommer att breddas till fem spår mellan Sankt Sigfridsgatan och Flöjelbergsgatan där spåren delar sig mot Borås respektive Mölndal. Befintlig bro för Kust till kustbanan över E6/E20 kommer att behöva byggas om i nytt läge och intrånget på angränsande fastigheter väster om nuvarande spår blir betydande. I delningspunkten korsar spåren varandra i tre olika plan, vilket innebär att det undre spåret kommer att ligga 15-18 meter under markytan. I det smalaste avsnittet söder om Flöjelbergsgatan kommer Mölndalsån och/eller E6/E20 att behöva flyttas. Spåren mot Borås kommer att fortsätta i betongtunnel fram till korsningen med Kust till kustbanan där de går in i bergtunnel.

Korridor Raka vägen Öst

Korridor Raka vägen Öst utgör en kombination av Korridor Raka vägen och Korridor Landvetter Öst. Järnvägen kommer att gå i bergtunnel tills den har passerat Finnsjön. Vid Benareby kan järnvägen gå i tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs. Den totala längden bergtunnel bedöms bli 9-12 kilometer.

6.2. Delen Landvetter flygplats-Borås

6.2.1. Korridorer Landvetter flygplats – Borås

Korridor Hindås

Korridor Hindås är det nordligaste alternativet mellan Landvetter flygplats och Borås. Korridoren kan anslutas till stationslägena B1C Borås C och B2 Knalleland.

Korridoren korsar väg 27/40 väster om Ryamotet och går därefter i nordostlig riktning mot Hindås. Söder om Hindås passerar korridoren byn Sundshult norr om Klippans naturreservat. Öster om Sundshult kan järnvägen gå i en kort tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs. Vid Nissaråsen söder om Östra Nedsjön bedöms det, med hänsyn till topografin, vara nödvändigt att anlägga järnvägen i en cirka 3,5 kilometer lång tunnel innan den passerar Nolåns dalgång på en lång bro vid Borstagårde. Därefter sträcker sig korridoren över ett höglänt skogsområde norr om Gesebols sjö där järnvägen kommer att gå växelvis i skärning och på bank. Vid Pålsbo går den norra delen av korridoren genom ett planerat naturreservat. Öster om Bäckabo kommer järnvägen att gå in i en lång tunnel mot något av de möjliga stationslägena i Borås.

Korridor Hestra

Korridor Hestra är det näst nordligaste alternativet mellan Landvetter flygplats och Borås. Korridoren kan anslutas till stationslägena B1C Borås C och B2 Knalleland.

Korridoren korsar väg 27/40 väster om Ryamotet och går därefter i nordostlig riktning på samma sätt som korridor Hindås. Öster om Hindås fortsätter korridoren i östlig riktning mot Nissaråsen där det, med hänsyn till topografin, bedöms vara nödvändigt att anlägga järnvägen i en cirka tre kilometer lång tunnel. Vid Hestra passerar järnvägen Nolåns dalgång på en lång bro. Korridoren viker sedan av i nordostlig riktning där järnvägen kommer att gå omväxlande på bank och i skärning söder om Gesebols sjö och norr om Sandared fram till Bäckabo. Öster om Bäckabo går järnvägen in i en lång tunnel mot något av de möjliga stationslägena i Borås.

Korridor Bollebygd Nord

Korridor Bollebygd Nord kan anslutas till stationslägena B1C Borås C och B2 Knalleland. Korridoren följer väg 27/40 fram till Grandalen varefter den fortsätter norr om väg 27/40. Den passerar över Kust till kustbanan och tangerar därefter södra delen av Klippans naturreservat.

Väster om Dammkullen bedöms det, med hänsyn till topografin, vara nödvändigt att anlägga järnvägen i en cirka 2,5 kilometer lång tunnel innan den passerar Nolåns dalgång på en lång bro norr om Bollebygds tätort. Öster om Bollebygd kommer järnvägen att gå i en cirka tre kilometer lång tunnel innan den når den högre terrängen söder om Gesebols sjö. Korridoren fortsätter därefter på samma sätt som korridor Hestra till Bäckabo och vidare i en lång tunnel mot något av de möjliga stationslägena i Borås.

Korridor Olsfors

Korridor Olsfors följer till stora delar väg 27/40 och kan anslutas till stationslägena B1A Borås C, B4 Lusharpan på bibanabana och B11 Osdal. Korridoren följer Bollebygd Nord fram till Bollebygd. Öster om Bollebygd viker korridoren av mot sydost där järnvägen av topografiska skäl behöver anläggas i en cirka tre kilometer lång tunnel innan den passerar Söråns dalgång på bro. Därefter följer korridoren väg 27/40 mot Borås.

Korridor Bollebygd Syd

Korridor Bollebygd Syd kan på samma sätt som korridor Olsfors anslutas till stationslägena B1A Borås C, B4 Lusharpan på bibana och B11 Osdal. Korridoren följer alternativen Bollebygd Nord och Olsfors fram till Grandalen där den nya järnvägen kommer att passera Kust till kustbanan på bro. Öster om Grandalen fortsätter korridoren söder om väg 27/40 förbi Bollebygd där den passerar Nolån och Sörån på två separata broar. Öster om dalgången kan järnvägen, beroende på läge i korridoren, antingen gå in i en cirka två kilometer lång tunnel eller i ytläge förbi skidbacken innan den når den högre terrängen mellan Bollebygd och Borås. Här följer korridoren samma sträckning som korridor Olsfors fram till Viared och vidare mot något av de tre möjliga stationslägena i Borås.

6.3. Delen genom Borås

6.3.1. Korridorer och stationsalternativ i Borås

Korridor med station under Borås C, nordöst med station B1A och sydöst med station B1C

För stationsläge Borås C finns det två möjliga lösningar, B1A och B1C. Det som i huvudsak skiljer de båda alternativen åt är vilka korridorer som kan ansluta alternativen. B1A kan kopplas till de södra korridoralternativen medan B1C ansluter mot de norra korridorerna. Stationen placeras i bergtunnel under Borås C. För att bergtäckningen ska bli tillräcklig behöver stationen ligga minst 60 meter under markytan. Plattformarna som ska kunna ta emot 400 meter långa tåg kommer att kunna nås med hissar. Öster om stationen kommer nästa del av stambanan att fortsätta i tunnel.

Korridor Knalleland med station B2

Stationen placeras sydost om Borås Arena inom Knallelandsområdet och i nära anslutning till Älvsborgsbanan. Stationen, som utformas för 400 meter långa tåg, kommer att bestå av tre dubbelspåriga broar med mellanliggande plattformar. Broarna, som kommer att sträcka sig över Viskan, väg 42 och Älvsborgsbanan, bedöms bli cirka 1,4 kilometer långa och 10–15 meter höga. Väster om stationen går järnvägen i en lång bergtunnel som övergår i en kort betongtunnel och skärning i den östra kanten av naturreservatet Rya Åsar. Öster om stationen kommer nästa del av stambanan att fortsätta i betongtunnel under området Norrmalm innan den övergår i en lång bergtunnel.

Korridor Lusharpan med station B4

Stationsalternativ Lusharpan innebär att huvudbanan passerar söder om staden och att en station placeras vid Lusharpan på en bibana. Bibanan ansluts till huvudbanan i planskilda kopplingspunkter sydväst och sydöst om staden. Väster om stationen går bibanan väster eller öster om Pickesjön och ansluter till huvudbanan sydväst om väg 27. Öster om stationen fortsätter nästa del av bibanan utmed Kust till kustbanans sträckning genom Göta, vilket kommer att medföra intrång i befintlig bostadsbebyggelse, och därefter i bergtunnel under områdena Kristineberg och Hedvigsborg. Bibanan bedöms bli cirka 10 kilometer lång. Stationen vid Lusharpan, som byggs för 400 meter långa tåg, kommer att ligga på en 500–600 meter lång och cirka 40 meter bred bro över Viskadalsbanan.

Korridor Osdal/Borås C med station B11A

Stationsalternativ B11A innebär en station på huvudbana i Osdal samt en säckstation vid nuvarande Borås C. Stationen på huvudbanan, som ingår i nästa del av stambanan, kommer att ha fyra spår och utformas för 400 meter långa tåg. Stationen kommer att anläggas på en 35 – 40 meter hög och cirka 1,5 kilometer lång bro. Öster om dalgången kommer nästa del av stambanan att fortsätta i tunnel eller skärning beroende på sträckning inom korridoren.

Väster om stationen anläggs en planskild kopplingspunkt för en bibana till Borås C. Bibanan, som kommer att trafikeras av regionaltåg på sträckan Göteborg-Borås, ansluter till Viskadalsbanan och följer denna i befintlig eller ny sträckning fram till Borås C. Tåg som trafikerar sträckan öster om Borås kommer att stanna vid stationen på huvudbanan istället för Borås C.

Befintlig Borås C behöver byggas ut med nya spår och plattformar för regionaltåg till/från Göteborg. Tillsammans med nya plattformsförbindelser och breddning av befintliga plattformar innebär detta en omfattande ombyggnad av nuvarande station. Spårområdet behöver också utökas mot väster.

Korridor Osdal med station B11B

Stationsalternativ B11B innebär en station på huvudbana i Osdal där samtliga tåg kommer att stanna. Behovet att kunna vända regionaltågen medför att stationen behöver utformas med sex spår, likt station B1 och B2. Stationen kommer att anläggas på en 35 – 40 meter hög och cirka 1,5 kilometer lång bro. Öster om Viskans dalgång kommer nästa del av stambanan att fortsätta i tunnel eller skärning beroende på sträckning inom korridoren.

7. Effekter och konsekvenser

Effekt och konsekvenser från stömljud för bostäder inom de olika korridoralternativen har studerats. Effekten redovisas som antalet stömljudspåverkade bostadshus per korridor som tillsammans med bedömning om områdets känslighet vägs ihop till en konsekvens.

7.1. Nollalternativ

Det finns idag inga stömljudsnivåer från järnvägstunnlar i Mölndalsåns dalgång och vidare söderut längs Västra Stambanan. Sträckan längs E6/E20 och Västra stambanan är utsatt för omfattande bakgrundsljudnivåer från den befintliga infrastrukturen vilket innebär att känsligheten för tillkommande stömljud är liten. Utredningsområdet sträckning österut befinner sig i landsbygd med begränsade störningar från infrastruktur. I Mölnlycke tätort med villabebyggelse är bakgrundsljudnivåerna för det mesta låga och styrs av det lokala gatusystemet. Öster om Mölnlycke är bakgrundsljudnivån låg och ökar med flygets påverkan från Landvetter flygplats flygstråk. Det finns idag inga stömljudsnivåer från järnvägstunnlar i området.

Kust till kustbanan har inga järnvägstunnlar förrän öster om Mölnlycke centrum. Det finns korta tunnelsträckor söder om Landvettersjön med bostadshus över tunnlar. Befintlig Kust till kustbanan ligger på långt avstånd från utredningsområdet och påverkar inte några av korridorernas bostadshus.

7.2. Utredningsalternativ

Redovisning av utredningsalternativ i denna lokaliseringsutredning ska ses som en översiktlig bild över respektive korridors konsekvenser med syfte att beskriva vad som är alternativskiljande mellan korridorerna. Det finns i lokaliseringsutredningsskedet inte möjlighet att beskriva konsekvenser för enskilda fastigheter eller specifika områden.

I detta kapitel visas först en samlad redovisning av samtliga korridorer inom de tre delsträckorna Almedal-Landvetter flygplats, Landvetter flygplats – Borås och Borås. Därefter redovisas varje korridor för sig.

I tabell redovisas kvantitativt per korridor och delsträcka antalet bostadshus som får stömljudsnivåer som överskrider riktvärdet $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA om det inte utförs några stömljudsreducerande åtgärder.

Med stömljuds-reducerande åtgärder i järnvägen kan samtliga korridorer klara riktvärden vid omkringliggande bostäder.

Beräkningar är utförda med en exempellinje inom korridorerna och antalet bostadshus där riktvärde kan överskridas är avrundat till tiotal. I de fall som antalet bostadshus som beräknas få stömljudsnivåer över riktvärde är högst tio bedöms endast ett fåtal bostadshus vara utsatta. I detta fall anges den bedömda schablonlängden på åtgärder till 200 meter. En alternativ linjedragning inom korridor kan påverka resultatet. Redovisningen har i största

mån kommenterat om en annan dragning inom korridoren kan ge en sämre situation och tagit med det i sammanlagd bedömning av konsekvens.

Redovisning av en samlad bedömning görs först i detta kapitel och mer detaljerad beskrivning redovisas i kapitel 6 till 7.5

7.2.1. Delen Almedal-Landvetter flygplats

Delen Almedal-Landvetter flygplats kännetecknas av behovet av långa bergtunnlar för att järnvägen ska ta sig ur Mölndalsåns dalgång. Utredningsområdet medger lokaliseringar både under och i närheten av Mölnlycke tätort men också i det glesbebyggda området söder om Mölnlycke.

Korridor Raka vägen och korridor Mölnlycke passerar under bebyggelsen i Mölnlycke. Här måste långa sträckor av spåret förses med vibrationsdämpande åtgärder för att inga bostäder ska få stomljud över riktvärdet i järnvägens driftskede. Korridor Raka vägen Öst och Landvetter Öst som tangerar bebyggelsen i Mölnlycke, kräver något mindre åtgärder. Korridor Tulebo passerar till största del genom gles bebyggda områden och blir därmed den korridor som påverkar minst bostäder och kräver också mindre omfattande åtgärder. Inom samtliga korridorer har det bedömts möjligt att genom åtgärder klara riktvärden i samtliga byggnader.

Känsligheten för området är som störst söder om Mölnlycke där det finns stora områden med långt till närmaste stora infrastruktur. Inom Mölnlycke tätort bedöms känsligheten som måttlig och inom Mölndalsåns dalgång som liten.

En sammanfattning av effekten och behov av skyddsåtgärder inom de olika korridorerna redovisas i Tabell 8.

Tabell 8 Sammanfattning över effekter inom respektive korridor, delen Almedal-Landvetter flygplats.

Korridor	Antalet bostadshus som får stomljud över riktvärde* från ny stambana, innan åtgärder	Bedömning av sträcka i behov av åtgärd, avser meter dubbelspår	Antalet bostadshus som får stomljud över riktvärden från ny stambana, efter genomförda åtgärder	Kommentar
Raka vägen	270	3500	0	Bergtunnel under Mölnlycke innebär ett stort behov av åtgärder i spår för att undvika stomljudsnivåer över riktvärden i bostäder.
Raka vägen Öst	60	1100	0	Framförallt passage av Pixbo och Kullbäckstorp kräver åtgärder i spår

Korridor	Antalet bostadshus som får stomljud över riktvärde* från ny stambana, innan åtgärder	Bedömning av sträcka i behov av åtgärd, avser meter dubbelspår	Antalet bostadshus som får stomljud över riktvärden från ny stambana, efter genomförda åtgärder	Kommentar
				för att inte stomljudsnivåer ska överskrida riktvärden.
Mölnlycke	260	3500	0	Bergtunnel under Mölnlycke innebär ett stort behov av åtgärder i spår för att undvika stomljudsnivåer över riktvärden i bostäder.
Landvetter Ö	10–20	900	0	Passerar i huvudsak glest bebyggda miljöer, men passage av Åbydalen i tunnel innebär behov av åtgärder i spår för att stomljudsnivåer inte ska överskrida riktvärden.
Tulebo	0–10	200	0	Passerar glest bebyggda miljöer som är känsliga, men få blir berörda.

*Riktvärde $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA i bostadsbyggnader.

I tabell 9 redovisas bedömning över varje korridors konsekvens avseende stomljud i driftskedet. Konsekvensen är sammanvägningen av områdets känslighet för stomljud tillsammans med den effekt som ny järnväg genom korridoren innebär.

Tabell 9 Samlad bedömning stomljud för delsträckan Almedal-Landvetter flygplats.

Korridor	Samlad bedömning
Raka vägen	Korridoren bedöms ha måttlig känslighet för stomljud Effekten bedöms som måttlig. Riktvärdet klaras efter åtgärd men ett större antal bostäder kommer att påverkas inom ett område som bara delvis är påverkat idag. Konsekvensen bedöms som måttlig.
Raka vägen Öst	Korridoren bedöms ha måttlig känslighet för stomljud Effekten bedöms som måttlig. Riktvärdet klaras efter åtgärd men ett större antal bostäder kommer att påverkas inom ett område som bara delvis är påverkat idag. Konsekvensen bedöms som måttlig.
Mölnlycke	Korridoren bedöms ha måttlig känslighet för stomljud Effekten bedöms som måttlig Riktvärdet klaras efter åtgärd men ett stort antal bostäder kommer att påverkas inom ett område som bara delvis är påverkat idag. Konsekvensen bedöms som måttlig.
Landvetter Öst	Korridoren bedöms ha måttlig känslighet för stomljud Effekten bedöms som liten Riktvärdet klaras efter åtgärd och enbart ett mindre antal bostäder kommer påverkas i ett område som idag är opåverkat. Konsekvensen som liten.
Tulebo	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar.

7.2.2. Delen Landvetter flygplats-Borås

På delen mellan Landvetter flygplats och Borås bedöms riskerna för problem med stomljud som små. Bebyggelsekoncentrationer finns framförallt i dalgångarna, där järnvägen mest troligt inte kommer passera i tunnel, och där markförhållandena inte gynnar spridning av vibrationer som orsakar stomljud. Utmed de sträckor där järnvägen troligtvis behöver gå i tunnel är bebyggelsen gles och risken att många skulle störas av stomljud blir därmed låg. Däremot bedöms stora delar av området ha stor känslighet för tillkommande stomljud på grund av den låga bullernivån i nuläget.

Det finns ingen större skillnad mellan korridorerna som gör att någon av dem kan bedömas som bättre eller sämre avseende risken för stomljud i byggnader. Inom samtliga korridorer har effekten bedömts som försumbar. Däremot kan järnvägens slutgiltiga placering inom varje korridor innebära att något enstaka hus får stomljud över riktvärden. För dessa kommer åtgärder vid behov genomföras så att riktvärden klaras.

En sammanfattning av effekten och behov av skyddsåtgärder inom de olika korridorerna redovisas i Tabell 10.

Tabell 10 Sammanfattning över effekter inom respektive korridor, delen Landvetter flygplats-Borås.

Alternativ	Antalet bostadshus med stomljud över riktvärde* från ny stambana, innan åtgärder	Bedömning av sträcka i behov av åtgärd, avser meter dubbelspår	Antalet bostadshus med stomljud över riktvärden från ny stambana, efter genomförda åtgärder	Kommentar
Hindås	fåtal	200**	0	Enstaka hus bedöms kunna bli berörda av stomljud.
Hestra	fåtal	200**	0	Enstaka hus bedöms kunna bli berörda av stomljud.
Bollebygd Nord	fåtal	200**	0	Enstaka hus bedöms kunna bli berörda av stomljud.
Olsfors	fåtal	200**	0	Enstaka hus bedöms kunna bli berörda av stomljud.
Bollebygd Syd	fåtal	200**	0	Enstaka hus bedöms kunna bli berörda av stomljud.

**Riktvärde $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA i bostadsbyggnader.

**Där bedömning är att åtgärd kan behövas för något enstaka hus, beroende på lokalisering inom korridoren, har åtgärdsbehovet satts till 200 m dubbelspår.

I tabell 11 redovisas bedömning över varje korridors konsekvens avseende stomljud i driftskedet. Konsekvensen är sammanvägningen av områdets känslighet för stomljud tillsammans med den effekt som ny järnväg genom korridoren innebär.

Tabell 11 Samlad bedömning stomljud för delsträckan Landvetter flygplats-Borås.

Korridor	Samlad bedömning
Hindås	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar.
Hestra	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar..
Bollebygd Nord	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar.
Olsfors	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar.
Bollebygd Syd	Korridoren bedöms ha stor känslighet för stomljud Effekten bedöms som försumbar Riktvärden klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar..

7.2.3. Delen genom Borås

De två alternativen med djupa tunnlar och stationsläge under Borås passerar visserligen hela staden i tunnel, men på de djupa stationslägen har bedömts risken för stomljud i byggnaderna blir liten. Alternativen med externa huvudspår, Osdal, Osdal/Borås C och Lusharpan bedöms beröra få bostäder utmed huvudspåret, särskilt om huvudbanan placeras i huvudsak i markplan. Bibana i korridor Osdal/Borås C följer Viskadalsbanan i markplan och innebär därmed ingen risk för stomljud i närliggande byggnader. För korridor Lusharpan går bibanan i några kortare tunnlar under bostadsområden, och här bedöms stomljudsreducerande åtgärder krävas för att inte riktvärden ska överskridas i bostäder. Korridor Knalleland är det alternativ som bedöms ge störst negativ effekt, då järnvägen måste passera med låg bergtäckning under flera bostadsområden för att nå stationsläget i Knalleland.

En sammanfattning av effekten och behov av skyddsåtgärder inom de olika korridorerna redovisas i Tabell 12.

Tabell 12 Sammanfattning över effekter inom respektive korridor, delen genom Borås.

Alternativ	Antalet bostadshus som får buller över riktvärdet* från ny stambana, innan åtgärder	Bedömning av sträcka i behov av åtgärd, avser meter dubbelspår	Antalet bostadshus som får buller över riktvärdet* från ny stambana, efter genomförda åtgärder	Kommentar
Korridor Borås C nordöst (B1A)	fåtal	350	0	Berör få på grund av det stora tunneldjupet.
Korridor Borås C sydöst (B1C)	10–20	950	0	Berör få på grund av det stora tunneldjupet.
Korridor Knalleland (B2)	80	1500	0	Berör bostadsområden nära tunnelpåslagen där bergtäckningen är liten. Krävs åtgärder i spår för att riktvärden inte ska överskridas.
Korridor Lusharpan (B4)	50	1900	0	Huvudbana berör få, men vid bibana krävs åtgärder i spår för att inte riktvärden ska överskridas.
Korridor Osdal/Borås C (B11A)	fåtal	200**	0	Berör få om järnvägen placeras i markplan.
Korridor Osdal (B11B)	fåtal	200**	0	Berör få om järnvägen placeras i markplan.

*Riktvärde $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA i bostadsbyggnader.

**Där bedömning är att åtgärd kan behövas för något enstaka hus, beroende på lokalisering inom korridoren, har åtgärdsbehovet satts till 200 m dubbelspår.

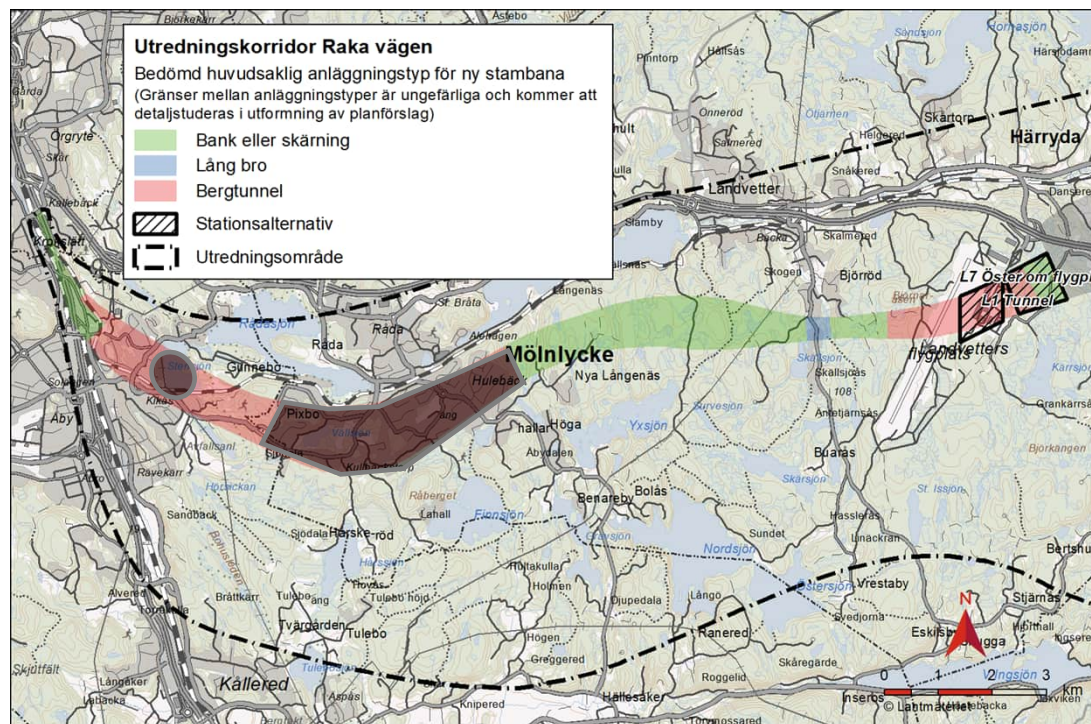
I tabell 13 redovisas bedömning över varje korridors konsekvens avseende stomljud i driftskedet. Konsekvensen är sammanvägningen av områdets känslighet för stomljud tillsammans med den effekt som ny järnväg genom korridoren innebär.

Tabell 13 Samlad bedömning stomljud för delsträckan genom Borås.

Korridor	Samlad bedömning
Korridor Borås C nordöst (B1A)	Känsligheten bedöms som liten och effekten som försumbar. Riktvärdet klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som försumbar I MKB har effekter och konsekvenser av stomljudspåverkan i byggskedet värderats tillsammans med driftskedet. För korridor Borås C nordost bedöms konsekvenser i byggskedet bli måttliga varför den sammantagna konsekvensen med byggskedet inräknat blir liten negativ konsekvens.
Korridor Borås C sydöst (B1C)	Både känsligheten och effekten bedöms som liten. Riktvärdet klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som liten.
Korridor Knalleland (B2)	Både effekt och känslighet bedöms som måttlig Riktvärdet klaras efter åtgärd men ett större antal bostäder kommer att påverkas inom ett område som bara delvis är påverkat idag. Konsekvensen bedöms som måttlig.
Korridor Lusharpan (B4)	Både effekt och känslighet bedöms som måttlig Riktvärdet klaras efter åtgärd men ett större antal bostäder kommer att påverkas inom ett område som bara delvis är påverkat idag. Konsekvensen bedöms som måttlig.
Korridor Osdal/Borås C (B11A)	Känslighet bedöms som måttlig och effekten som försumbar med sydlig placering och liten med nordlig. Riktvärdet klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som liten vid nordlig dragning och försumbar vid sydlig dragning
Korridor Osdal (B11B)	Känslighet bedöms som måttlig och effekten som försumbar med sydlig placering och liten med nordlig. Riktvärdet klaras efter åtgärd och enbart ett fåtal bostäder påverkas i driftskedet. Konsekvensen bedöms som liten vid nordlig dragning och försumbar vid sydlig dragning.

7.3. Redovisning per korridor Delen Almedal-Landvetter flygplats

7.3.1. Korridor Raka vägen



Figur 9 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Raka vägen. Områden där riktvärden för stomljus beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridor Raka vägen viker av från Västkustbanan vid Almedal och går direkt till Landvetter flygplats utan att passera Mölndal. Den nya järnvägen bedöms komma att gå i en lång bergtunnel tills den har passerat Mölnlycke tätort. Öster om Mölnlycke kan järnvägen gå i marknivå innan den åter går ner i tunnel under flygplatsen.

Känslighet

Mölndalsåns dalgång bedöms ha en liten känslighet mot tillkommande stomljus på grund av höga nivåer av trafikbuller. Från Mölndalsåns dalgång och förbi Mölnlycke bedöms området ha måttlig känslighet för tillkommande stomljus. Sammantaget bedöms korridorens känslighet som måttlig.

Effekt

På sträckan genom Mölndalsåns dalgång finns det inga planerade tunnelsträckor som ger upphov till stomljus till omkringliggande bostäder. Korridorens långa tunnel under Mölnlycke innebär enligt beräkningarna att ca 270 hus mellan Pixbo och Hulebäck får stomljusnivåer över riktvärdet före åtgärd. Efter åtgärder kommer inga bostäder få stomljusnivåer över riktvärdet. Då överskridanden kan åtgärdas bedöms effekten totalt sett som måttlig.

Åtgärder

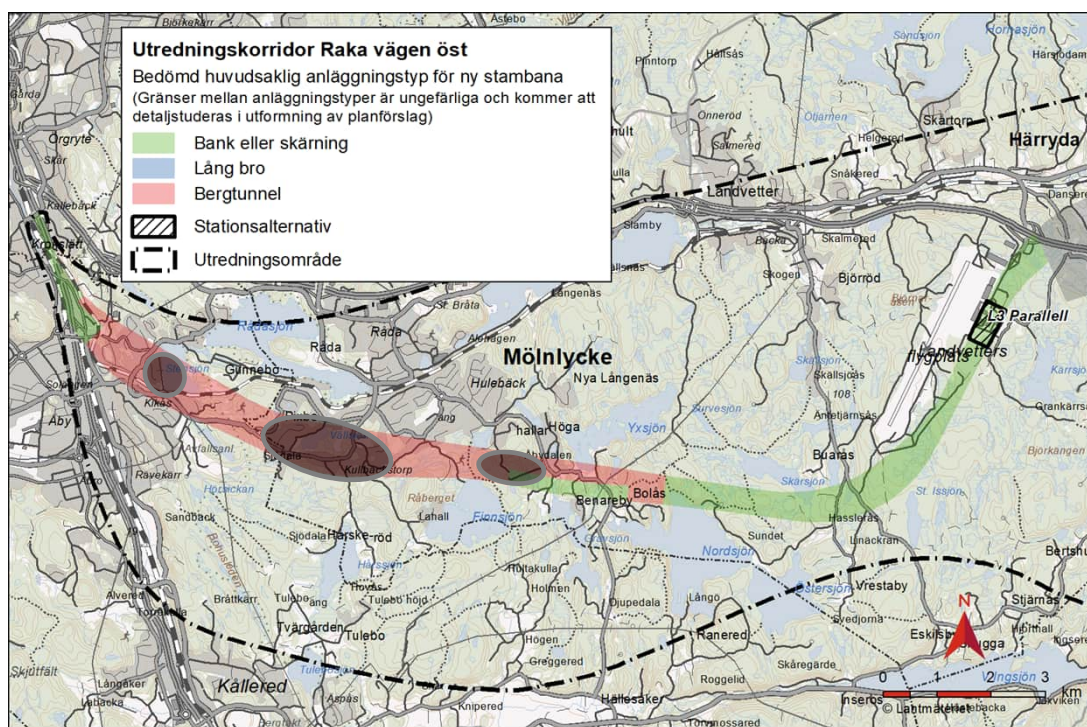
Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljusnivåer över riktvärdet kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få

stomljudsnivåer över riktvärden. Åtgärdsbehovet bedöms till ca 3500 meter dubbelspår, med en blandning av åtgärdsstyper beroende på behovet av dämpning.

Samlad bedömning av korridoren

Både känslighet och effekt bedöms som måttlig. Därmed bedöms även konsekvensen som måttlig.

7.3.2. Korridor Raka vägen Öst



Figur 10 Översiktskarta med trolig anläggningstyp för korridor Raka vägen Öst. Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridor Raka vägen Öst viker av från Västkustbanan vid Almedal och går i en lång tunnel tills den har passerat Finnsjön. Vid Benareby kan järnvägen gå i tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs. Övriga delen går i markplan fram till Landvetter flygplats.

Känslighet

Mölnaldalsåns dalgång bedöms ha en liten känslighet mot tillkommande stomljud på grund av höga nivåer av trafikbuller. Från dalgången och förbi Mölnlycke bedöms området ha måttlig känslighet för tillkommande stomljud och vid Benareby bedöms känsligheten som hög. Sammantaget bedöms korridorens känslighet som måttlig.

Effekt

På sträckan genom Mölnaldalsåns dalgång finns det inga planerade tunnelsträckor som ger upphov till stomljud till omkringliggande bostäder. Utan åtgärder mot stomljud beräknas cirka 60 bostadshus, i huvudsak på sträckan mellan Pixbo och Kullbäckstorp, riskera

stomljuds nivåer över riktvärdet 32 dBA, beroende på lokalisering inom korridoren. För ett fåtal hus vid Åbydalen kan riktvärde överskridas före åtgärd. Efter åtgärder kommer inga bostäder att få stomljuds nivåer över riktvärdet.

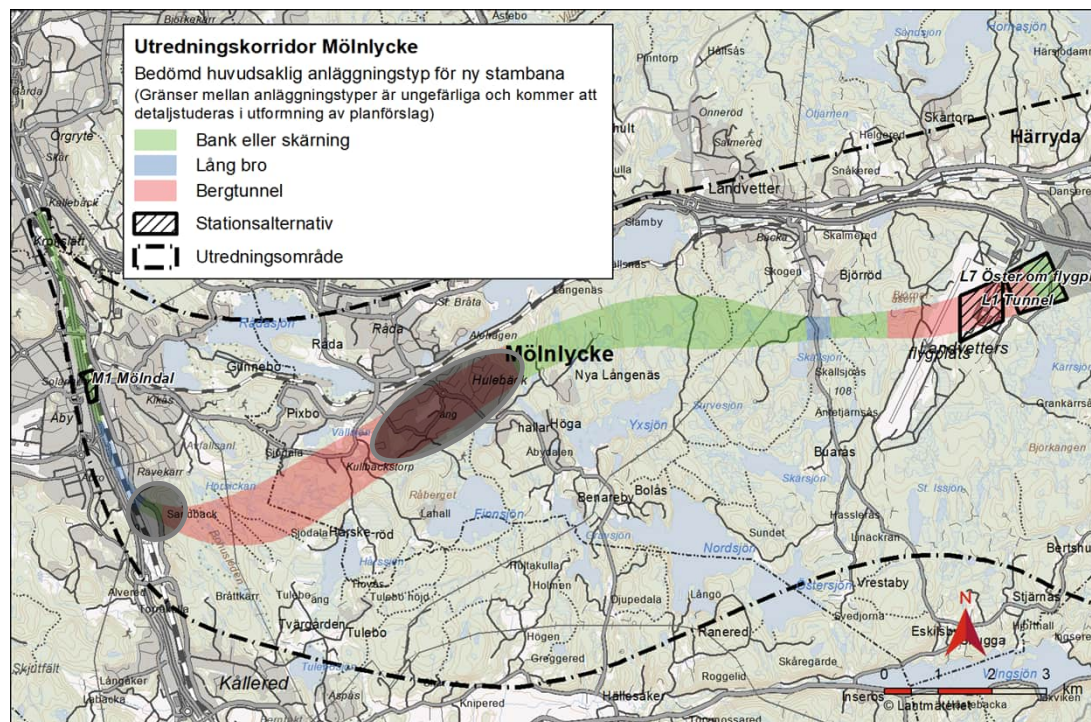
Åtgärder

Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljuds nivåer över riktvärden. Åtgärdsbehovet bedöms till ca 1100 meter dubbelspår.

Samlad bedömning av korridoren

Både känslighet och effekt bedöms som måttlig. Konsekvensen blir därmed också måttlig.

7.3.3. Korridor Mölnlycke



Figur 11 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Mölnlycke. Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridoren följer Västkustbanan från Almedal till Mölndal och innefattar en station i centrala Mölndal. Vid Råvekärr söder om Mölndal viker korridoren av från Västkustbanan och fortsätter i nordöstlig riktning mot Mölnlycke. Järnvägen bedöms komma att gå i tunnel från Råvekärr tills den har passerat Mölnlycke tätort, för att sedan fortsätta i markplan innan den åter går ner i tunnel under Landvetter flygplats.

Känslighet

Mölnbalsåns dalgång bedöms ha en liten känslighet mot tillkommande stomljud på grund av höga nivåer av trafikbuller. Inom Mölnlycke tätort bedöms känsligheten som måttlig då det finns trafikbuller i området. Korridoren bedöms totalt sett ha en måttlig känslighet mot tillkommande stomljud.

Effekt

Utan åtgärder mot stomljud beräknas ca 250 bostadshus, i huvudsak i Mölnlycke, få stomljuds nivåer över riktvärdet 32 dBA. Efter åtgärder finns inga kvarstående hus med stomljuds nivåer över riktvärdet.

På sträckan genom Mölnbalsåns dalgång finns det inga planerade tunnelsträckor som ger upphov till stomljud till omkringliggande bostäder. Vid Sandbäck, där järnvägen går i bergtunnel, finns ett fåtal hus över tunneln som enligt beräkningarna får stomljuds nivåer som överskrider riktvärde innan åtgärd. Korridorens långa tunnel under Mölnlycke innebär att många hus enligt beräkningarna får stomljuds nivåer över $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA före åtgärd. Cirka 260 bostadshus längs korridoren kan påverkas av stomljud över riktvärden från järnvägen. Då överskridanden kan åtgärdas bedöms effekten totalt sett som måttlig.

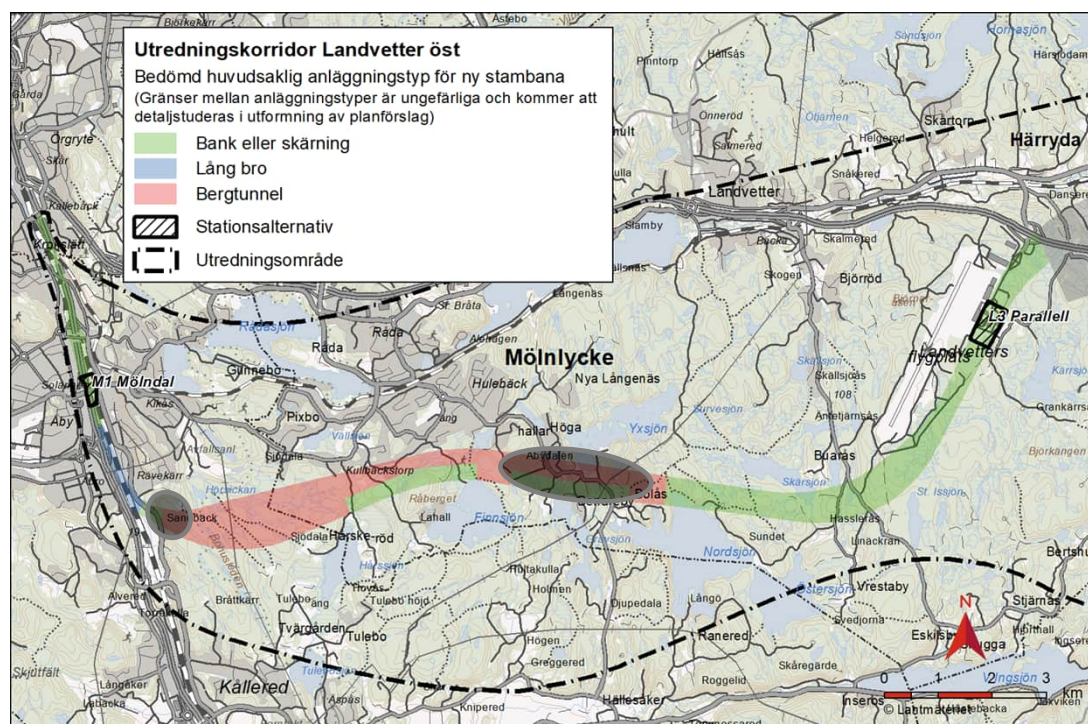
Åtgärder

Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljuds nivåer över riktvärden. Åtgärdsbehovet bedöms till ca 3500 meter dubbelspår.

Samlad bedömning av korridoren

Känsligheten bedöms som måttlig och effekten som måttlig. Detta gör att konsekvensen totalt sett bedöms som måttlig.

7.3.4. Korridor Landvetter Öst



Figur 12 Översiktskarta med trolig anläggningstyp för korridor Landvetter Öst. Områden där riktvärden för stömljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridor Landvetter Öst skiljer sig från övriga alternativ genom att stationen vid Landvetter flygplats är placerad öster om och parallellt med landningsbanan (L3 Parallellt med flygplatsen). Korridoren följer Västkustbanan mellan Almedal och Mölndal på samma sätt som alternativen Mölndal och Alternativ Tulebo. Vid Finnsjön och Benareby kommer järnvägen att gå i tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs.

Känslighet

Mölnbalsåns dalgång bedöms ha en liten känslighet mot tillkommande stömljud på grund av höga nivåer av trafikbuller. Från dalgången och förbi Mölnblycke bedöms området ha stor känslighet för tillkommande buller. Sammantaget bedöms korridorens känslighet som måttlig.

Effekt

Utan åtgärder mot stömljud beräknas mellan 10–20 bostadshus uppdelat på Sandbäck och Åbydalen att få stömljudsnivåer över riktvärdet 32 dBA, beroende på lokalisering inom korridoren. Efter åtgärder ska inga bostäder få stömljudsnivåer över riktvärden.

Bedömningen baseras på att bebyggelse i Åbydalen till största del passeras i markplan. En mer nordlig linjedragning innebär en längre tunnellängd och ger något fler bostadshus som påverkas av stömljud. Den sammantagna bedömningen är att effekten är liten. Detta gäller även vid en annan sträckning förbi Åbydalen.

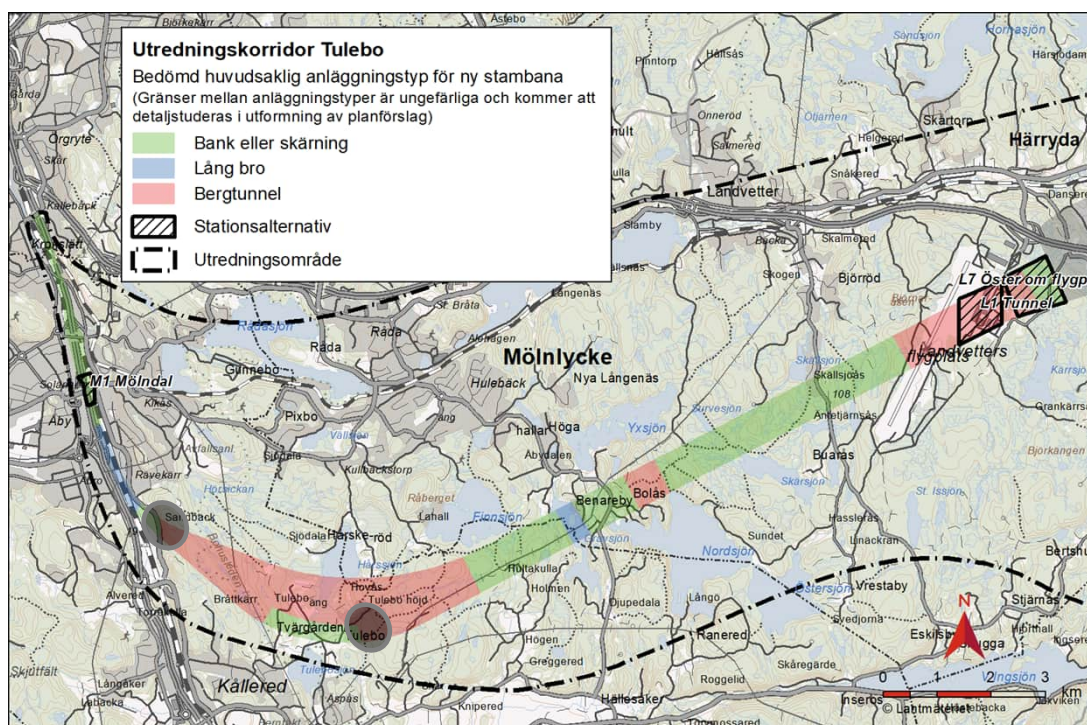
Åtgärder

Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljuds nivåer över riktvärden. Cirka 900 meter dubbelspår bedöms behöva åtgärdas.

Samlad bedömning av korridoren

Känsligheten bedöms som måttlig och effekten som liten. Detta gör att konsekvensen totalt sett bedöms som liten.

7.3.5. Korridor Tulebo



Figur 13 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Tulebo. Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridoren följer Västkustbanan mellan Almedal och Mölndal på samma sätt som alternativet Mölnlycke. Vid Tulebo, söder om Härssjön, kan järnvägen gå i tunnel eller i ytläge beroende på vilken sträckning inom korridoren som väljs. Järnvägen kommer att korsa Gravsjön på bro och passera genom Benareby i ytläge. Därefter går järnvägen i markplan till ny tunnel under Landvetter flygplats.

Känslighet

Mölnbalsåns dalgång bedöms ha en liten känslighet mot tillkommande stomljud på grund av höga nivåer av trafikbuller. Området runt Tulebo bedöms ha stor känslighet för tillkommande buller. Sammantaget bedöms korridorens känslighet som stor.

Effekt

Utan åtgärder mot stomljud beräknas ett fåtal bostadshus runt Sandbäck och Tulebo att få stomljuds nivåer över riktvärdet 32 dBA, beroende på lokalisering inom korridoren. Efter åtgärder finns inga kvarstående hus med stomljuds nivåer över riktvärdet.

På sträckan genom Mölndalsåns dalgång finns det inga planerade tunnelsträckor som ger upphov till stomljud till omkringliggande bostäder. Vid Sandbäck, där järnvägen går i bergtunnel, finns ett fåtal hus över tunneln som enligt beräkningarna riskerar stomljuds nivåer som överskrider riktvärde innan åtgärd. Runt Tulebo kan ytterligare ett fåtal bostadshus få stomljuds nivåer över riktvärden innan åtgärder genomförs. Sammantaget bedöms effekten som försumbar.

Åtgärder

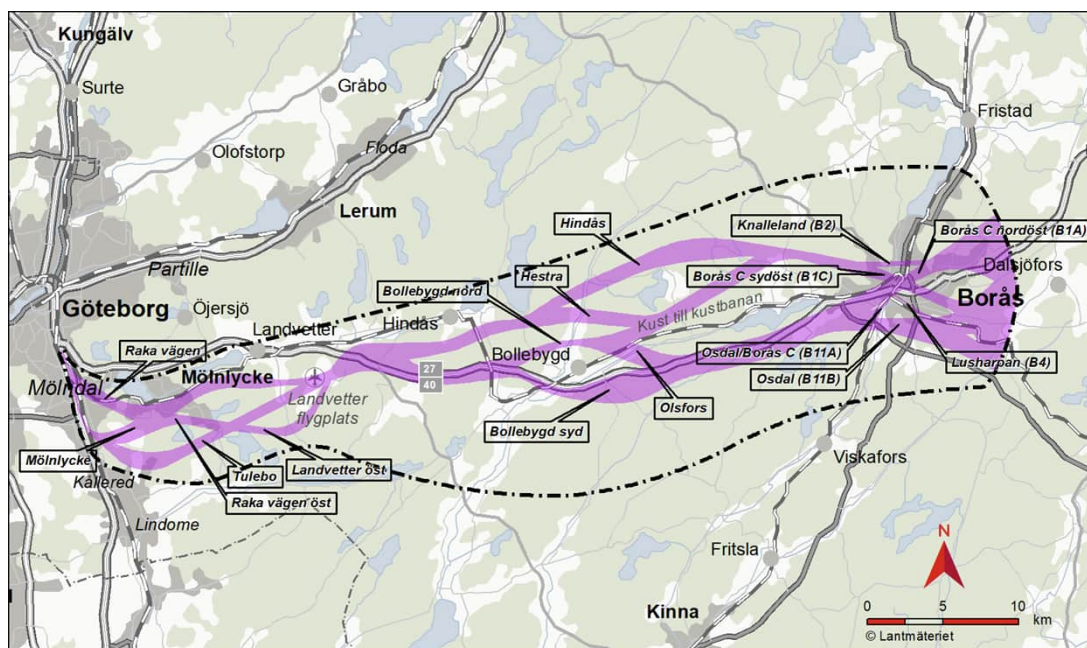
Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljuds nivåer över riktvärden. Behovet har bedömts till ca 200 meter dubbelspår, motsvarande att något enstaka bostadshus behöver åtgärdas.

Samlad bedömning av korridoren

Känsligheten bedöms som stor men effekten som försumbar. Detta gör att konsekvensen totalt sett bedöms som försumbar.

7.4. Delen Landvetter flygplats - Borås

Korridorerna går till stor del genom glest bebyggda områden och järnvägen och korridorerna kommer delvis att följa väg 27/40 mellan Landvetter och Borås men har sträckningar norr om vägen öster om Landvetter och söder om vägen öster om Bollebygd. Järnvägen går huvudsakligen ovan mark men går i tunnlar väster om Nolåns dalgång men även förbi Bollebygd. Passage över dalgångarna sker på bro.



Figur 14. Översikt över samtliga korridorer.

Känslighet

Stor del av sträckan är att betrakta som känslig för tillkommande buller, men ingen av korridorerna har bedömts kunna innebära att mer än enstaka bostadshus kan beröras av stomljud över riktvärden

Effekt

Effekten bedöms bli försumbar för samtliga utredningskorridorer. Därför redovisas inte varje korridor i detalj för denna delsträcka. Utan åtgärder mot stomljud beräknas ett fåtal bostadshus per korridor att få stomljudsnivåer över riktvärdet 32 dBA, beroende på lokalisering inom korridoren. Efter åtgärder finns inga kvarstående hus med stomljudsnivåer över riktvärdet.

Åtgärder

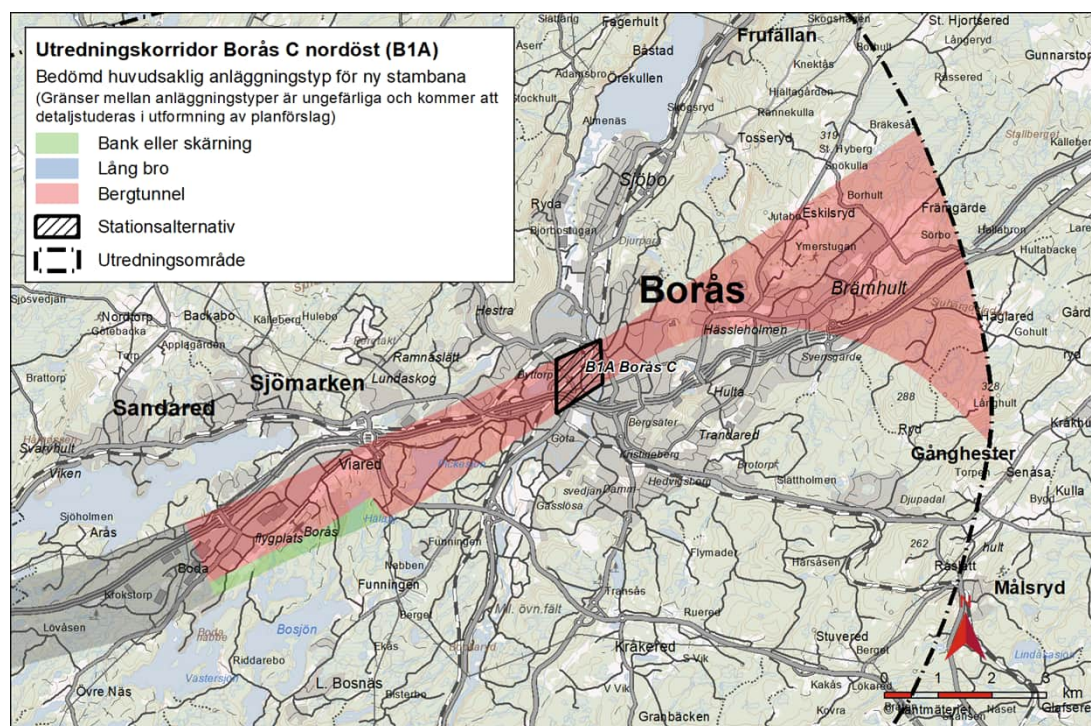
Sträckor där spår i bergtunnel och risk att stomljudsnivåer över riktvärdet uppstår kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljudsnivåer över riktvärden. Behovet per korridor har bedömts till ca 200 meter dubbelspår, motsvarande att något enstaka bostadshus behöver åtgärdas.

Samlad bedömning av korridorerna

Känsligheten bedöms som stor men effekten som försumbar. Detta gör att konsekvensen totalt sett bedöms som försumbar.

7.5. Delen genom Borås

7.5.1. Korridor Borås C nordöst (B1A)



Figur 15 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Borås C nordöst (B1A). Områden där riktvärden för stömljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Borås C nordöst (B1A) innebär en lång tunnel på stort djup under Borås. Järnvägen går in i tunnel vid Borås flygplats och passerar sedan staden i tunnel.

Känslighet

Känsligheten inom centrala Borås bedöms som liten och som måttlig i vissa ytterområden.

Effekt

Utan åtgärder mot stömljud beräknas ett fåtal bostadshus få stömljudsnivåer över riktvärdet. Dessa finns vid korridorens västra del vid Hälasjön nära Borås Flygplats. Efter åtgärder ska inga bostäder få stömljudsnivåer över riktvärdet.

Det fåtal bostäder som berörs ligger vid den västra tunnelmynningen. Det stora djupet gör att inga bostäder inne i Borås beräknas få stömljudsnivåer över riktvärdet.

Sammantaget bedöms effekten som försumbar.

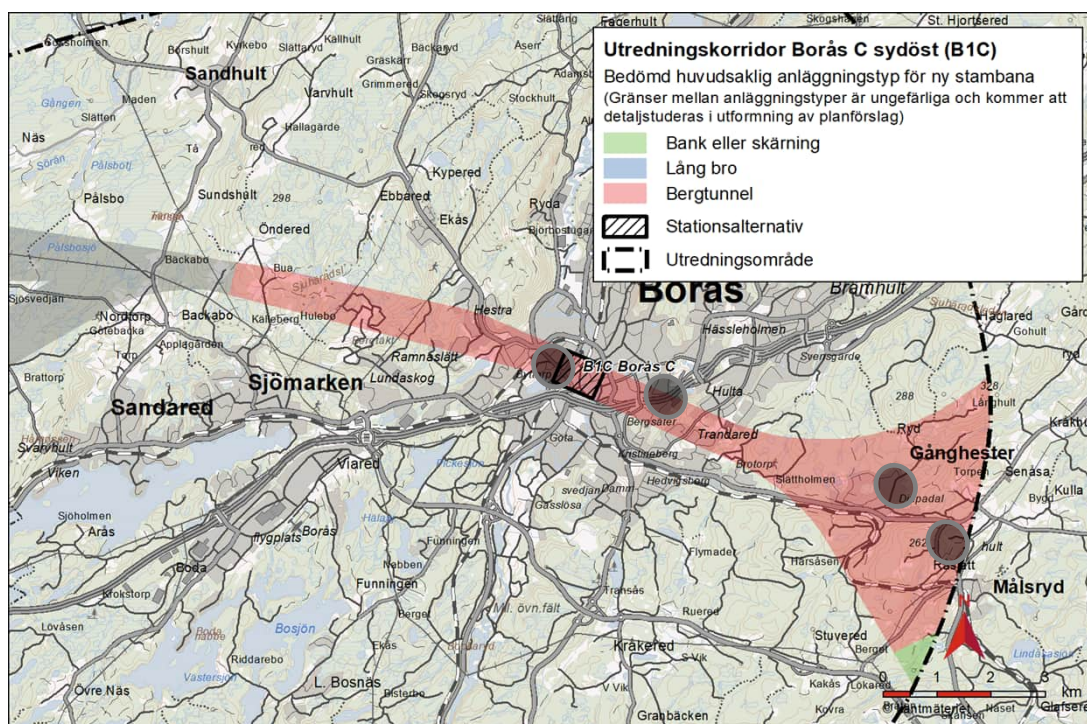
Åtgärder

Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Behovet av stomljuds isolerande åtgärder bedöms till en sträcka av cirka 350 meter dubbelspår, hög åtgärdsnivå. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stomljuds nivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Känsligheten bedöms som liten och effekten som försumbar. Detta ger konsekvensen försumbar för korridoren.

7.5.2. Korridor Borås C sydöst (B1C)



Figur 16 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Borås C sydöst (B1C). Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Borås C sydöst (B1C) innebär en lång tunnel på stort djup under Borås. Järnvägen går in i tunnel redan norr om Sandared och börjar stiga igen efter stationen i centrala Borås, men hinner inte komma upp i markplan inom korridoren.

Känslighet

Känsligheten inom centrala Borås bedöms som liten och som liten till måttlig i ytterområden. Sammantaget bedöms känsligheten för tillkommande stomljud inom korridoren som liten.

Effekt

Utan åtgärder mot stomljud beräknas mellan 10–20 bostadshus i centrala Borås, runt stationen och österut vid Bergsäter och Gånghester få stomljuds nivåer över riktvärdet. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljuds nivåer över riktvärden.

Det fåtal bostäder som berörs finns i centrala Borås, runt stationen, vid Bergsäter, och i korridorens östra del runt Gånghester. Det stora djupet och markförhållanden gör att få bostäder inne i Borås beräknas få stomljuds nivåer över riktvärdet. Effekten bedöms sammantaget som liten.

Åtgärder

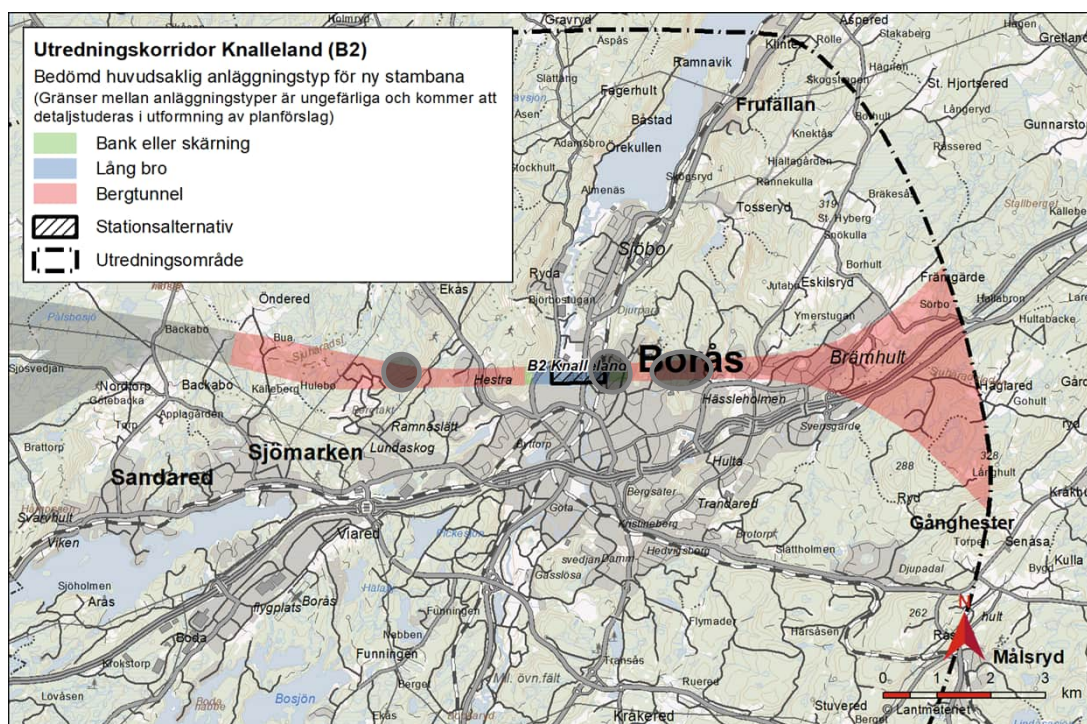
Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stomljuds nivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Behovet av stomljuds isolerande åtgärder bedöms till en sträcka av cirka 950 meter dubbelspår. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stomljuds nivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Både känsligheten och effekten bedöms som liten. Det ger en liten konsekvens för korridoren.

Det är ett tiotal påverkade bostadshus inom korridoren som har stomljuds nivåer över riktvärde $L_{p,max,FAST} > 32$ dBA. Riktvärdet kan klaras efter åtgärder. Effekten bedöms som liten enligt bedömningsskalan och känsligheten liten till måttlig för bostadshus inom tätorten. Enligt bedömningsmatris är konsekvensen liten för korridoren.

7.5.3. Korridor Knalleland (B2)



Figur 17 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Knalleland. Områden där riktvärden för stömljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridoren passerar i tunneln norr om Borås förutom passagen genom Knalleland, som sker på bro. Järnvägen går sedan in i i tunnel igen.

Känslighet

Korridoren passerar genom bostadsområden i Borås ytterområden. Känsligheten mot tillkommande stömljud bedöms som måttlig.

Effekt

Utan åtgärder mot stömljud beräknas cirka 80 bostadshus få stömljudsnivåer över riktvärdet. Dessa ligger väster om Hestra, i Norrmalm samt i Bråmhult. Efter åtgärder ska inga bostäder få stömljudsnivåer över riktvärden.

Tunneln går allmänt på måttligt till stora djup, men runt tunnelpåslagen inom Borås blir täckningen lägre och för ett 80-tal bostadshus kan stömljud överskrida riktvärdet.

Effekten bedöms sammantaget som måttlig.

Åtgärder

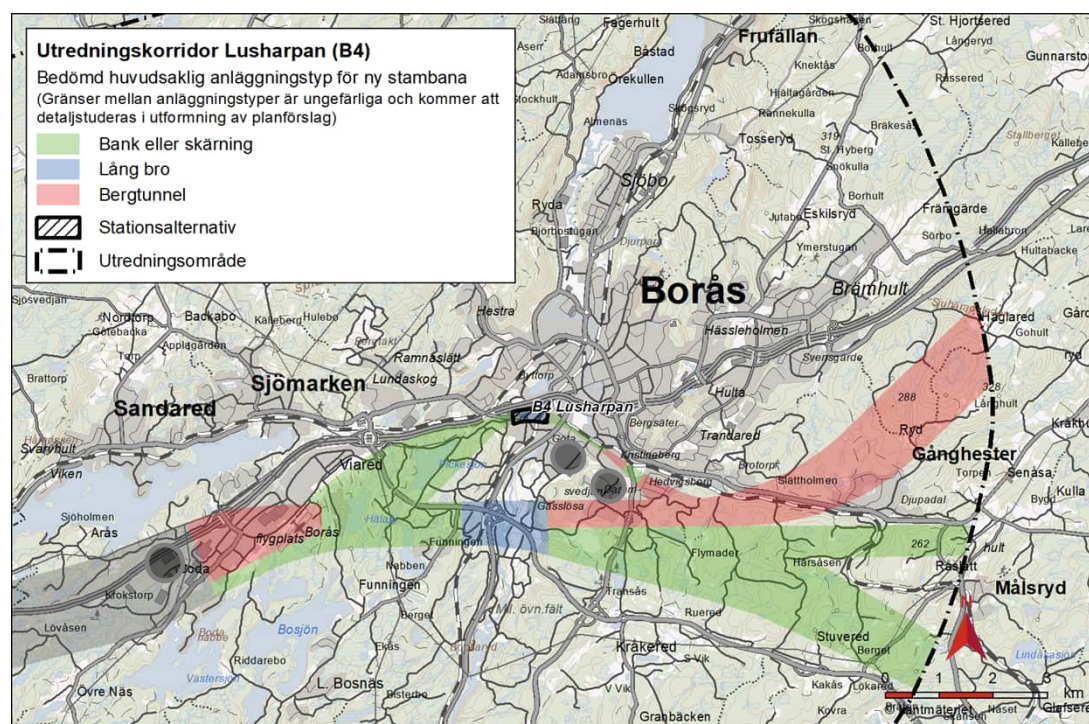
Sträckor där spår i bergtunnel riskerar att ge stömljudsnivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Behovet av stömljudsisolerande åtgärder

bedöms till en sträcka av cirka 1500 meter dubbelspår, måttlig till hög stomljuddämpning. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stomljuds nivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Både effekt och känslighet bedöms som måttlig. Även konsekvensen blir därmed måttlig.

7.5.4. Korridor Lusharpan (B4)



Figur 18 Översiktskarta med trolig anläggningstyp för korridor Lusharpan. Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridor Lusharpan innebär att huvudbanan passerar söder om staden och att en station (B4) placeras vid Lusharpan på en bibana. Huvudbanan kan till stor del komma att gå i tunnel beroende på placering inom korridoren och i vilken riktning banan går ut ur Borås. Bibanan har korta tunnelpartier, men går i huvudsak i markplan.

Känslighet

Känsligheten bedöms variera mellan liten och stor. Delar i centrala Borås bedöms ha en liten känslighet för tillkommande stomljud, och de delarna utanför staden en måttlig till stor känslighet mot tillkommande stomljud. Sammantaget bedöms känsligheten som måttlig.

Effekt

Utan åtgärder mot stomljud beräknas cirka 50 bostadshus få stomljudsnivåer över riktvärdet. Det är framförallt runt bibanans tunnlar som dessa finns. Efter åtgärder ska inga bostäder få stomljudsnivåer över riktvärden.

Huvudbanan passerar utanför staden i gleset bebyggda områden. Även om järnvägen går i tunnel på längre partier bedöma antalet påverkade som få utanför staden. De som har beräknats vara påverkade av stomljud ligger framförallt vid bibanans tunnelpartier.

Effekten bedöms sammantaget som måttlig.

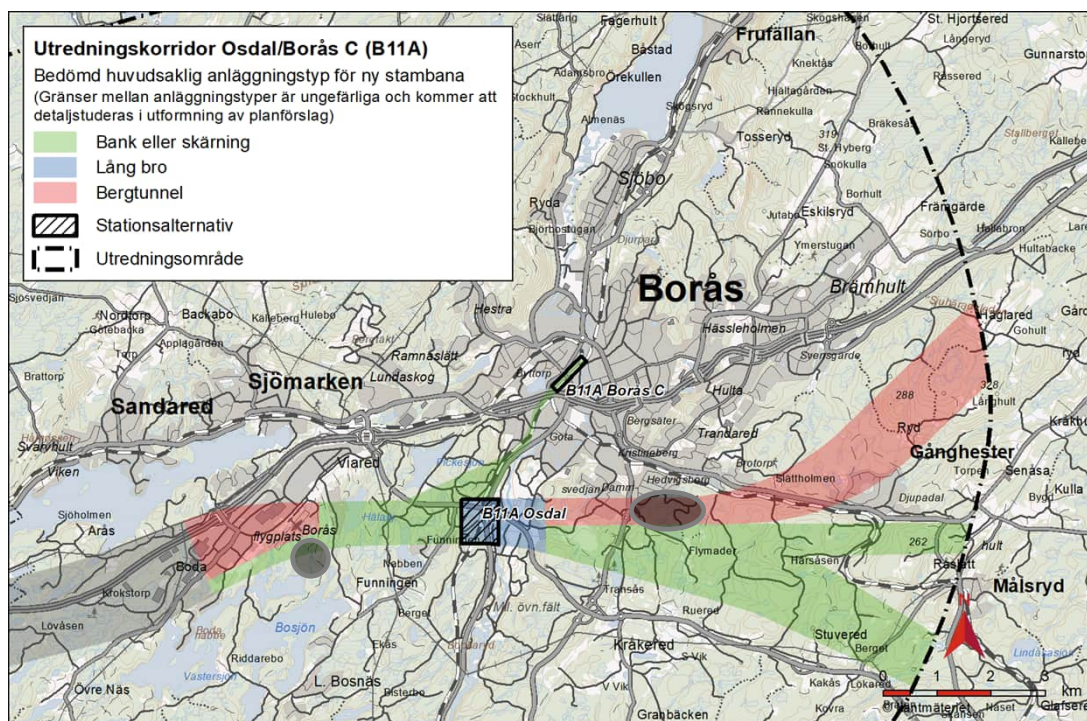
Åtgärder

Sträckor där spår går i bergtunnel riskerar att ge stomljudsnivåer över riktvärden kommer att åtgärdas med olika typer av dämpning i spårunderbyggnaden. Beroende på krav på dämpning finns olika typer av lämpliga åtgärder. Behovet av stomljudsisolerande åtgärder bedöms till en sträcka av cirka 1900 meter dubbelspår, måttlig till hög stomljudsdämpning. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stomljudsnivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Både effekt och känslighet bedöms som måttlig. Även konsekvensen blir därmed måttlig.

7.5.5. Korridor Osdal/Borås C (B11A)



Figur 19 Översiktsskarta med trolig anläggningstyp för korridor Osdal/Borås C. Områden där riktvärden för stomljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridor Osdal/Borås C innebär att huvudbanan passerar söder om staden och att en bibana ansluter till Borås C. Korridoren medger både en lösning som fullt ut placeras i markplan, men det finns också möjlighet till att placera stora delar i tunnel för att järnvägen ska kunna fortsätta i nordostlig riktning ut ur staden.

Känslighet

Känsligheten bedöms variera mellan måttlig och stor. Sammantaget bedöms känsligheten som måttlig.

Effekt

Inga bostadshus beräknas få stomljuds nivåer över riktvärdet. Med länge sträckor i tunnel skulle enstaka hus kunna påverkas av stömljud. Där riktvärden överskrids genomförs i så fall åtgärder.

Effekten bedöms som försumbar om banan förläggs i den södra delen av korridoren. Förläggs banan i tunnel i den norra delen kan effekten öka till liten.

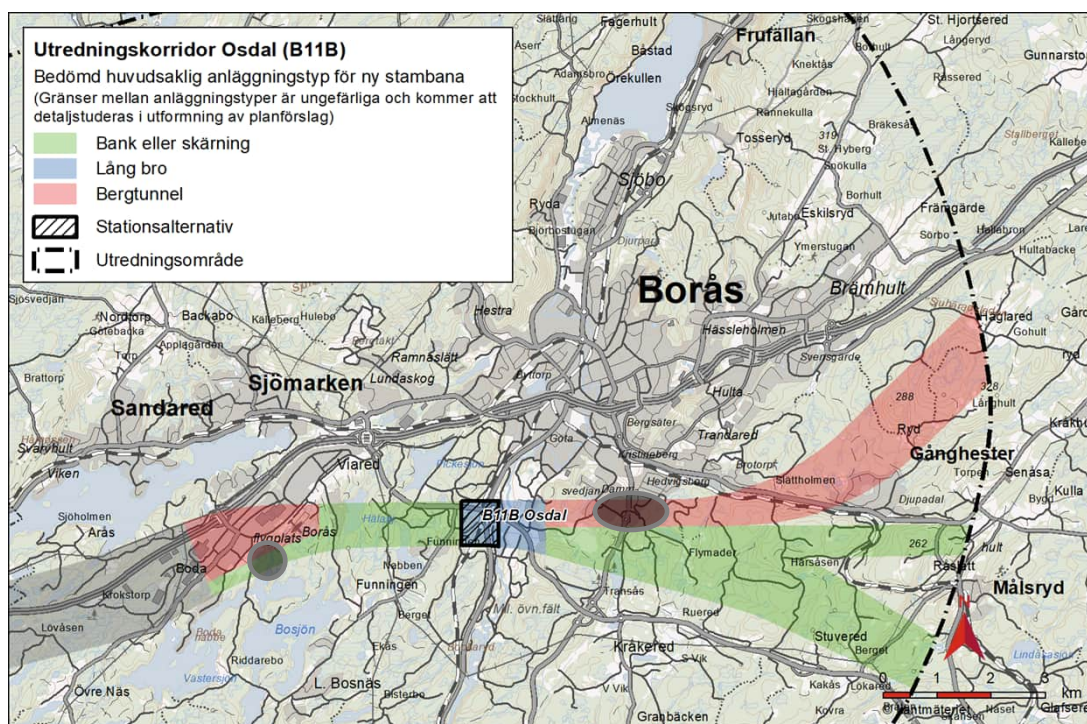
Åtgärder

Baserat på en sydlig dragning inom korridoren bedöms inga delar av sträckan vara behov av stömljudsåtgärder. Vid placering i norra delen kan enstaka hus bli i behov av åtgärd. I ett sådant fall kan behovet schablonartat bedömas till cirka 200 meter dubbelspår. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stömljuds nivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Känslighet bedöms som måttlig, men effekt som försumbar. Konsekvensen blir därmed försumbar. Vid en dragning med långa tunnelpartier kan konsekvensen öka till liten.

7.5.6. Korridor Osdal (B11B)



Figur 20 Översiktskarta med trolig anläggningstyp för korridor Osdal. Områden där riktvärden för stömljud beräknas överskridas innan genomförda åtgärder visas som grå markeringar. Enstaka byggnader med överskridanden kan finnas utanför markeringarna.

Korridoren för huvudbana är samma som för alternativ Osdal/Borås C, men istället för bibana så placeras stationen i externt läge utanför staden. Järnvägen kan placeras antingen i markplan genom hela området eller i ett mer nordligt läge och då i huvudsak i tunnel.

Känslighet

Känsligheten bedöms variera mellan måttlig och stor. Sammantaget bedöms känsligheten som måttlig.

Effekt

Inga bostadshus beräknas få stömljudsnivåer över riktvärdet dock skulle enstaka hus kunna påverkas av stömljud med länge sträckor i tunnel skulle. Där riktvärden överskrids genomförs i så fall åtgärder.

Effekten bedöms som försumbar om banan förläggs i den södra delen av korridoren. Förläggs banan i tunnel i den norra delen kan effekten öka till liten.

Åtgärder

Baserat på en sydlig dragning inom korridoren bedöms inga delar av sträckan vara behov av stömljudsåtgärder. Vid placering i norra delen kan enstaka hus bli i behov av åtgärd. I ett sådant fall kan behovet schablonartat bedömas till cirka 200 meter dubbelspår. Efter åtgärd finns inga bostadshus med stömljudsnivåer över 32 dBA.

Samlad bedömning av korridoren

Känslighet bedöms som måttlig, men effekt som försumbar. Konsekvensen blir därmed försumbar. Vid en dragning med långa tunnelpartier kan konsekvensen öka till liten.

8. Byggskede

På de sträckor där det byggs bergtunnel i närheten av bostadshus kommer ljudnivåer från bergbörning och sprängning att höras inomhus. Det är dels själva järnvägstunnelns arbete som kommer ge upphov till stomburet ljud och dels byggande av servicetunnlar, ventilationsschakt och liknande. Buller under byggskedet bedöms normalt enligt Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15. Då stomljud endast i begränsad omfattning uppfattas utomhus så värderas ljudet helt efter ljudnivåer inomhus i bostäder. Inomhus är den mest prioriterade platsen för att bedöma störning från byggbuller för att möjliggöra sömn och vila.

Arbetet med börning inom projektet förväntas pågå under flera år men för enskilda hus blir störningarna koncentrerade till kortare tidsperioder då tunneldrivning sker i direkt närhet. Erfarenheter från liknande projekt visar att tunneldrivning kan orsaka ekvivalenta ljudnivåer inomhus som överstiger riktvärdet 45 dBA dagtid under vardagar och under perioder upp till cirka 3 månader. Som mest kan ekvivalenta ljudnivåer upp till cirka 75 dBA inomhus förekomma under kortare tidsperioder. Stomljudsnivåerna varierar beroende på hur nära marken tunneln går, bergförhållanden, byggnadens grundläggning och byggnadsstomme samt hur omfattande arbetena är på varje plats.

Idag är det inte känt vilken metod som kommer att användas för att bygga tunnlar. Det vanligaste är att använda sprängning av tunnel. I det fallet uppstår de störande perioderna främst under borrhningsarbete för att placera sprängladdningar och då bergmaterial ska hanteras efter sprängning, när löst sittande berg knackas bort från tunnelfronten. En annan metod som används är en fullortsborrning då hela tunnelsektionen borrar direkt av en fullortsborr, TBM, tunnel-boring-machine. Dessa metoder har olika ljudemission. Det finns få metoder för att minska störningar till omgivningen. Det går att undvika att borra i närheten av bostadshus kväll och natt. Det går att under tider med höga ljudnivåer erbjuda annan vistelse för de boende.

När tunnelarbetena kommer närmare ett hus hörs först ljudet från sprängningar och senare från borrhningen. Borrhningsljudet uppfattas som ett dovt mullrande inomhus. Ljudnivån kommer successivt att öka tills tunnelarbetena når den punkt som ligger närmast huset. Därefter sjunker ljudnivån och avklingar så småningom när tunnelarbetena flyttats längre från huset.

De stomljud som uppkommer av tunneldrivningen och annan bergbörning är långt under de nivåer som kan orsaka hörselskador. Risken för byggnadsskador pga stomljud är mycket liten då vibrationsnivåerna som orsakar byggnadsskador är högre och är mer lågfrekventa. För många människor kan det dock vara svårt att somna och det finns en risk att man blir väckt. Bullrande arbeten ska därför inte förekomma under nattetid. Bullret kan höras under vissa delar av dagen som ett bakgrundsljud och kan påverka möjligheten till koncentrationen och kan medföra irritation och trötthet. Det förväntas ingen bestående hälsopåverkan hos människor eftersom buller över riktvärdet 45 dBA ekvivalent ljudnivå dagtid förväntas pågå under begränsade tidsperioder.

9. Ord- och begreppslista

Bibana - En järnvägsanläggning som avviker från en huvudbana under en delsträcka för att sedan återansluta till huvudbanan igen.

Huvudbana – Järnvägens huvudsakliga sträckning, som har järnvägens fulla funktion.

Tidsvägning (FAST) –Med tidsvägningen FAST integreras ljudenergin under 1/8 sekund (125 ms). Det betyder att mätinstrumentet reagerar snabbare på korta förändringar i ljudnivå FAST och att samma ljud har ett högre värde mätt i FAST än i SLOW. Vid tidsvägning SLOW integreras ljudenergin över en sekund.

10. Källor

1. Arbets- och Miljömedicin Michael Smith, Mikael Ögren och Kerstin Persson Waye. (2015). PHYSIOLOGICAL REACTION ,THRESHOLDS TO VIBRATION DURING SLEEP, REPORT NO 2:2015. Göteborg: The Sahlgrenska Academy at The University of Gothenburg.
2. Arbets- och Miljömedicin, Sömnstörning av stomljud från tågtrafik i tunnel, rapport nr 2:2019, Från arbets och miljömedicin i Göteborg, Sahlgrenska Akademien, Medicinska institutionen, Göteborgs Universitet.
3. Brekke & Strand Akustik, Sjenanse av strukturlyd fra jernbanertunnlar, Engdahl Bo, 2003, Uppdragnr. 28002-01.
4. Christian Madshus m.fl. (23 juni 1994). Vibrationsstrategi för Gardemobanan/ Reguleringsplan og beregninggrunnlag for parsellene mellom Åråsen og Eidsvoll - Fellesrapport. 933016-6. Oslo: Norges Geotekniske Institutt.
5. civ Ing Tomas Odebrant, Tekn. Dr Martin Almgren, civ ing Åsa Lindkvist. (2010). TR 552777, Höghastighetsprojektet. Stomljud. Slutrapport. Stockholm/Göteborg: ÅF Infrastruktur AB/ Ingemansson & Trafikverket Teknik och Miljö.
6. Naturvårdsverket. (2004). Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggarbetsplatser, NFS 2004:15. Stockholm: Naturvårdsverket.
7. Naturvårdsverket. (2016). Projektgruppens kommentarer om stomljud. Naturvårdsverket.
8. NORDTEST. (1997). Railway Traffic Noise, Nordtest Method, NT ACOU098 . Espoo, Finland: NORDTEST.
9. Svensk material- och mekanstandard, SMS (SIS/SS). (1998-05-08). SS-ISO 2631-1, Vibration och stöt – Vägledning för bedömning av helkroppsvibrationers inverkan på människan – Del 1:Allmänna krav. Stockholm: SIS.
10. Svensk material- och mekanstandard, SMS (SIS/SS). (2003-08-08). SS-ISO 2631-2, Vibration och stöt – Vägledning för bedömning av helkroppsvibrationers inverkan på människan – Del 2: Vibratio i byggnad (1 Hz till 80 Hz). Stockholm: SIS.
11. Svenska Geotekniska Föreningen. (2013-12-18). Markvibrationer - SGF Informationsskrift 1:2012. Göteborg och Stockholm: SGF:s Markvibrationskommitté.
12. Trafikverket. (2016-02-29). Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner-TK Geo 13, Dokument-ID TDOK 2013:0667, ver 2.0. Borlänge: Trafikverket.

13. Trafikverket. (2020.A). Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg. TDOK 2014:1021, version 3.0, 2020-09-25.
14. Trafikverket. (2017.C). Handledning - Buller och vibrationer för trafik på väg och järnväg. TDOK 2016:0246.
15. Trafikverket. (2018). PM Stomljud och vibrationer. Järnvägsplan - systemhandling för Mölnlycke - Bollebygd. Trafikverket.
16. Trafikverket. (2019). Teknisk systemstandard för en ny generation järnväg. TRV 2019/40102.
17. Trafikverket. (2020.C). Projekt Göteborg-Borås, Avvägd trafikering i olika tidsperspektiv. Trafikverket.
18. Trafikverket. (2020.2). Kontakt med Trafikverket angående kända stomljudsstörningar. Trafikverket.
19. Vadillo E.G. et al. 1996, Subjective reaction to structurally radiated sound from underground railway: field results. Journal of Sound and Vibration 193 (1996) 65-74
20. Vincent Jurdic, O. B. (2014). DEVELOPING PREDICTION MODEL FOR GROUND BORNE NOISE AND VIBRATION FROM HIGH SPEED TRAINS RUNNING AT SPEEDS IN EXCESS OF 300KM/H. (s. Hela). Beijing: Arup, Winchester, UK / The 21st International Congress on Sound and Vibration.
21. WSP, Rapport 10055540 2005-07-09, Gårdatunneln Göteborg Studie av stomljud från tågtrafik
22. ÅF Infrastructure AB / Ljud och Vibrationer. (2013). Vibrationshastighet för Tåg Version 0-19. Göteborg: Internt.
23. Andreas Eitzinger, 2012, doktorsavhandling "Wave Propagation in Rock and the Influence of Discontinuities", Luleå tekniska universitet
24. Lantmäteriet. (2021-03-05). Fastighetskartan.
25. SGU (2019-11-25), Jordartskartan
26. SGU (2020-09-17), Jorddjupsmodell

BILAGA 1

11. Beräkningsmetodik

11.1. Beräkning av stomljud

Det säkraste sättet att prediktera stomljuds nivåer i en byggnad över en järnvägstunnel är att använda en numerisk modell (Eitzinger, 2012). Den stora utmaningen i ett sådant fall är att noggrannheten inte blir bättre än hur väl man kan beskriva alla tekniska parametrar i indata. Tunnelkonstruktion, spårssystem, sprickzoner, sprickorientering, materialdämpning, gånghastighet, lagerföljder, grundläggning hus och husets utformning är exempel på parametrar som måste vara korrekta inlagda för att resultatet ska öka i noggrannhet relativt Semi-empiriska modeller. Dessa parametrar kan variera mycket mellan olika byggnader och platser.

Den modell som används i detta projekt är en semi-empirisk modell som utvecklats av ÅF under många år och använts i stora infrastrukturprojekt i Sverige. Det finns även andra beräkningsmodeller för stomljud, och Trafikverket har nyligen gett i uppdrag till Chalmers Tekniska Högskola att driva arbete att ta fram en ny beräkningsmodell. I Ostlänken, framtida höghastighetsjärnväg mellan Linköping och Stockholm, har ett principbeslut tagits att använda en engelsk beräkningsmodell utvecklad inom höghastighetsprojektet HS2 (Vincent Jurdic, 2014).

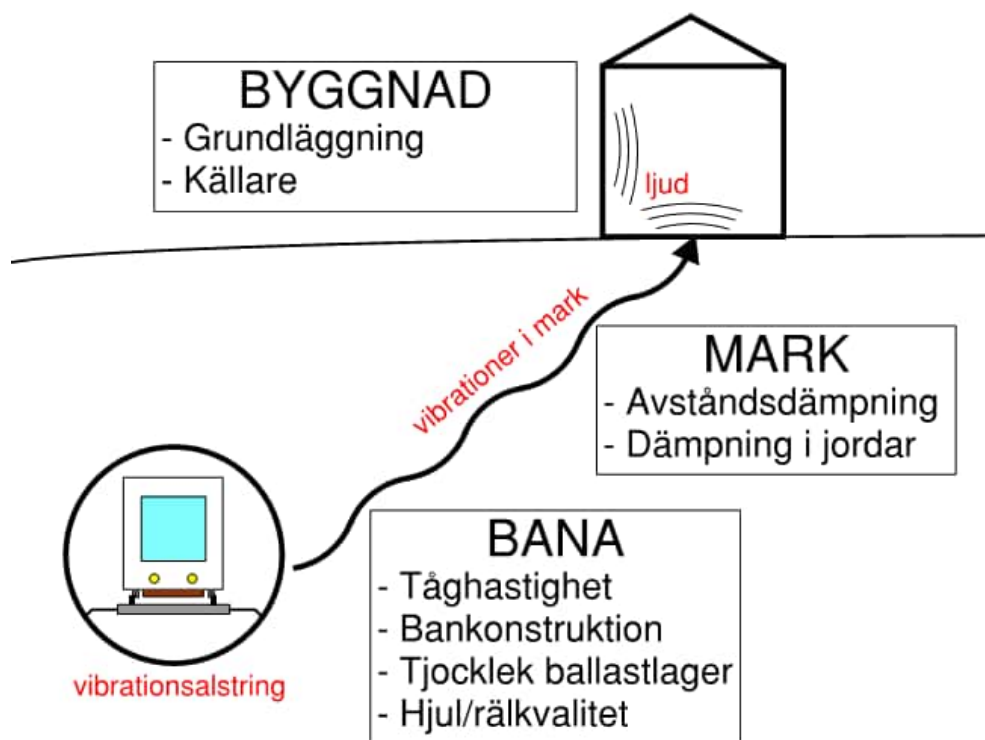
11.2. Beskrivning av vald beräkningsmodell

Beräkningsmodellen som har använts är en semi-empirisk beräkningsmodell som under flera år har använts i olika järnvägsprojekt som Citybanan och Getingmidjan i Stockholm, Varbergstunneln och Hamnbanan och Västlänken i Göteborg. Beräkningsmodellen har successivt över tid jämförts mot mätningar, andra semi-empiriska modeller samt beräkningar utförda som numeriska beräkningar.

11.2.1. Teoretisk uppbyggnad

Beräkningsresultat avser stomljuds nivå $L_{p,max,FAST}$ (dBA, tidsvägning FAST) i nedersta våning av byggnad.

Beräkningsmodellen bygger på korrekationer för olika förutsättningar i varje beräkningsfall. Korrektionsfaktorerna i modellen kan delas upp i tre huvudkategorier: bana, mark och byggnad, se Figur 21 och förklaring nedan.



Figur 21 Korrektionsfaktorer i beräkningsmodell.

•**Bana** - I banan sker själva vibrationsalstringen och där beaktar modellen tågtyp, tågets hastighet, banans konstruktion, tjocklek på eventuellt ballastlager och skick på hjul och räler.

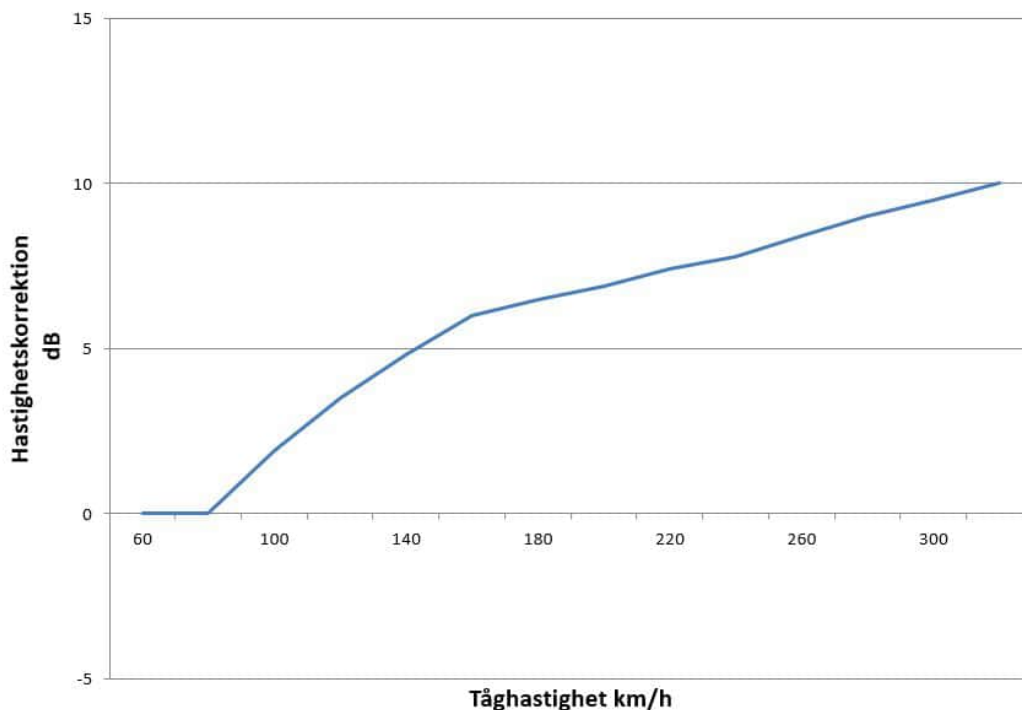
•**Mark** - Vibrationerna som alstras i banan fortplantar sig i mark/berg. Vibrationsnivåerna dämpas ju längre avståndet blir, därför görs en sammanslagen korrektion för avståndsdämpning och materialdämpning. Dessutom sker dämpning vid övergången mellan två marktyper, exempelvis mellan berg och lera, vilket också representeras av en korrektionsfaktor i modellen.

•**Byggnad** – Stomljudet uppstår när vibrationerna sprids in i byggnadselement och får dessa att vibrera. Byggnadens konstruktion har därmed betydelse för stomljudsnivån. I beräkningsmodellen görs korrektioner för olika typer av grundläggning, eventuell jordarts mäktighet under byggnad samt förekomsten av källare.

1. Formeln för beräkningen är följande:
2. $LA_{F,byggnad} = LA_{källa} + \Delta L_{bana} + \Delta L_{hast} + \Delta L_{avs} + \Delta L_{grund} + \Delta L_{byggnad} + \Delta L_{kort}$
3. **LA, källa** – Fordonsberoende källdata som kan justeras utifrån offjädrad massa och relaterar sig till en fiktiv vibrationshastighet på 10 meters avstånd från centrum spår. Källstyrka i denna utredning motsvarar ett Regina-tåg. Beräkningsmässigt är skillnaden till ett ICE3-tåg mindre än 1 dBA. Beräkning av skillnad grundar sig på en inventering av olika fordons offjädrade massa och korrigering enligt HS2 beräkningsmodell, (Vincent Jurdic, 2014). Räls samt hjul har en ytråhet som ger 5

dBA marginal till en situation med välslipade hjul och spår vilket motsvarar en normal bana.

4. **$\Delta L, \text{bana}$** - Beräkning utgår från en ballasterad bana med 0,5 meter ballast på 0,8 meter underballast vilket inte ger någon korrektion. Avvikelse från detta ger en korrektion. Inverkan av banvall kan tas hänsyn till med hjälp av en grundläggningsterm.
5. **$\Delta L, \text{hast}$** – Utifrån mätningar har följande hastighetsberoende tagits fram:
 - Intervall 0–80 km/h Hastighetskorrektion 0 dB
 - Intervall 80–160 km/h Hastighetskorrektion = $20 \cdot \log(v/80)$
 - Intervall 160–240 km/h Hastighetskorrektion = $6 + 10 \cdot \log(v/160)$
 - Intervall 240–320 km/h Hastighetskorrektion = $8 + 18 \cdot \log(v/80)$
6. **$\Delta L, \text{avs}$** – Avståndsdämpningen är $20 \cdot \log(d/d_{\text{ref}})$. Där $d_{\text{ref}} = 10$ meter
7. **$\Delta L, \text{grund}$** – Är byggnaden grundlagd direkt på berg används ingen korrektion. Korrektion sker utifrån mäktighet på friktionsjord/fyllning under byggnad. Mindre än 3 meter är korrektionen – 3dB och mer än 3 meter ger en korrektion på 6 dB. Grundläggning på korta pålar ger en korrektion på -3 dB.
8. **$\Delta L, \text{byggnad}$** – Korrektion med 1,7 dBA per våningsplan/källarplan
9. **$\Delta L, \text{kort}$** - Om beräkningsavståndet är mindre än 30 meter så justeras beräknat värde med 3 dB på 10 meter som minskar linjärt till 30 meter.



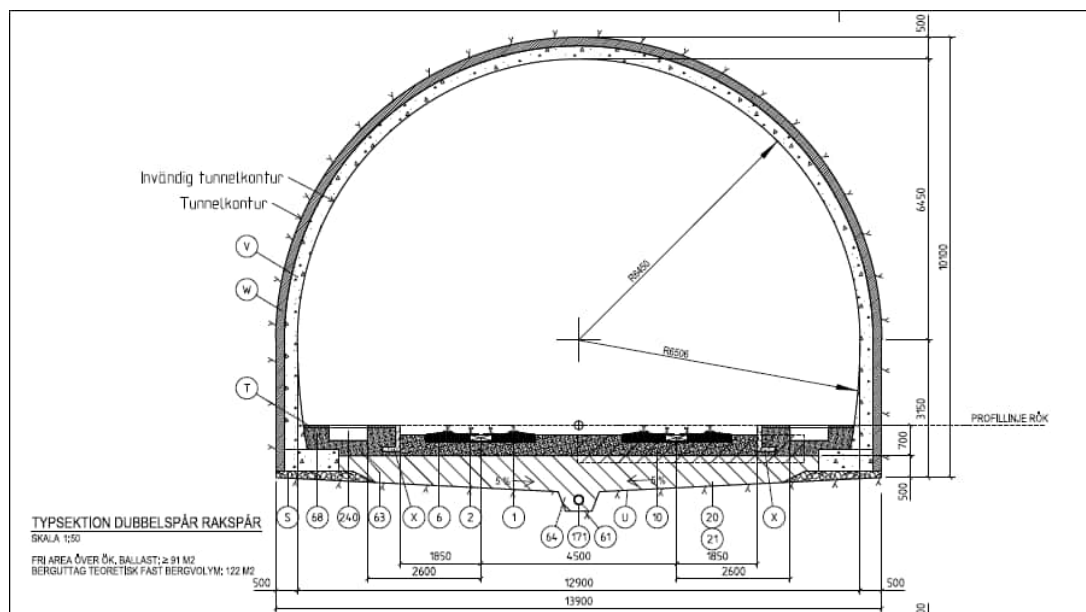
Figur 22 Hastighetskorrektur av stömljudsnivå som funktion av hastighet. Referenshastighet 80 km/h.
Källa: Odebrant m. fl. 2010

11.2.2. Antaganden och förenklingar

Beräkningsmodellen är en dBA-modell som inte delar upp beräkningar i frekvenser. Detta innebär att frekvensinnehållet inte redovisas. Då detta påverkar effekten av åtgärder så görs separata bedömningar av hur frekvensspektrat förändras på längre avstånd från tunneln. Detta används för att avgöra effekten hos föreslagna åtgärder. Vibrationer i berg sprids inte cylindriskt kring en tunnel vilket påverkas av tunneltvärsnittets storlek. Inverkan av denna direktivitet finns inte med i beräkningar.

Följande antagande har gjorts:

- Berget är homogent
- Det är en ballasterad bana med 0,5 meter makadamballast under sliper på 0,8 meter underballast, bergkrossmaterial.
- Byggnader på berg har en begränsad fyllning som grundläggning (1 meter)
- Byggnad som ligger på jordlager med en mäktighet på högst 3 meter medräknas med stömljudsnivå reducerad med 3 dBA
- Beräkningar motsvarar ett persontåg med slitna hjul och räl, konservativ bedömning (5 dBA marginal mot väl underhållen räls och hjul på fordonet)
- Källstyrka för beräkningar motsvarar ett Reginatåg. Skillnaden till ICE3/Eurostar är mindre än 1 dB
- Beräkning avser bidrag från tunnel



Figur 23 Typsektion dubbelspår rakspår i tunnel enligt TSS NGJ 4.1 2019-04-01 (Trafikverket, 2019)

11.3. Verifiering

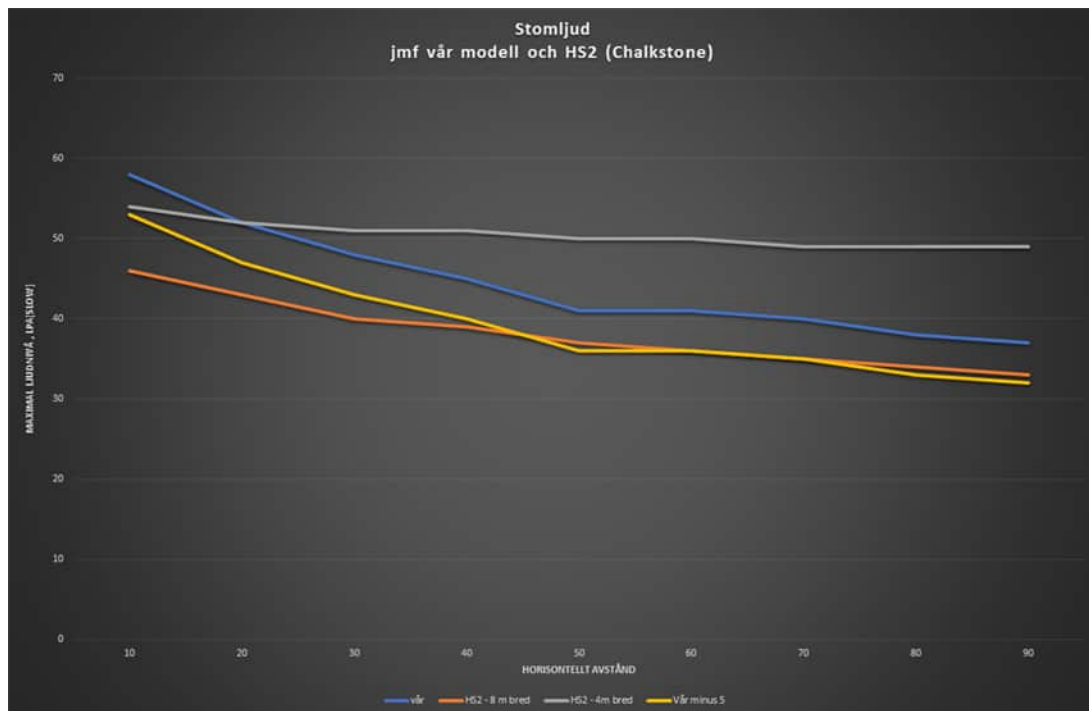
Tågets hastighet har betydelse för stomljudsnivån, se Figur 22. Hastighetsberoendet grundas på en sammanställning av mätningar och beräkningsmodeller för höga tåghastigheter (Odebrant m. fl, 2010). I detta arbete utfördes även jämförelser mellan aktuell modell och hastighetsberoendet har även verifierats i arbetet med Ostlänken rörande risk för Rayleigh-stöt (Ref. 20).

För Citybanan med huvudalternativ som ballasterat spår, motsvarande spår för höghastighetsprojektet (Odebrant m. fl, 2010) har samma beräkningsprogram som i detta projekt använts tillsammans med en kontroll mot Rupert Taylors FINDWAVE®:s beräkningar som utfördes i Citybanans järnvägsutredningen. Beräkningar har även jämförts med mätningar utförda över Gårdatunneln i Göteborg. Dessa mätningar visade på en stor spridning i resultat. Mätningar som utfördes över Gårda-tunneln visar att beräkningsmodellen ger värden som är rimliga i den västsvenska berggrunden.

Verifiering har även skett mot beräkningsprogrammet Findwave som är en avancerad programvara som applicerar numerisk beräkningsmetod som visar hur vibrationerna ändras med tiden. Tåg, järnväg, mark och byggnad modelleras uppdelade i små delelement med storlek, skjuvmodul, kompressionsmodul, densitet och förlustfaktorer. Tåget är modellerat som ett multifrihetsgradssystem med lumpade massor (all massa i ett objekt). En beräkning kan ta dygn och modellen ställer höga krav på indata. Programmet har använts i flertalet stora internationella järnvägsprojekt som referensmodell. Programmet ger en möjlighet att utvärdera parametrar som ingår i den beräkningsmodell som använts i projektet.

En jämförande beräkning har utförts enligt beräkningsmodell som föreskrivs för utbyggnad av höghastighetsjärnväg i England (Vincent Jurdic, 2014) för två olika tunnelbredder. Utifrån denna kan det konstateras en relativt god överensstämmelse i resultat med antagen säkerhetsmarginal på 5 dBA relativt jämn räl och hjulyta. På korta

avstånd ger använd beräkningsmodell högre värde för att på längre avstånd motsvara HS2-modellen. Notera att HS2-modellen är anpassad för den geologi som finns i England. Den bergart som använts vid jämförelsen är kalksten. Frekvensinnehållet i stomljudet kommer att skilja sig mellan olika bergarter vilket avspeglar sig i effekten av valda åtgärder.



Figur 24 Hs2 - jämförelse med beräkningsmodell

Trafikverket, 405 33 Göteborg. Besöksadress: Vikingsgatan 2–4
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se