

UNDERLAGSRAPPORT

Järnvägsplan Hallsberg - Stenkumla

Hallsbergs, Askersunds och Kumla kommun, Örebro län

Buller och Vibrationer, 2020-03-31

Projektnummer: 132909



Trafikverket

Postadress: Järnvägsgatan 7 703 62 Örebro.

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Underlagsrapport Buller och Vibrationer

Författare: Fredrik Stenmark, WSP Sverige

Dokumentdatum: 2020-03-31

Ärendenummer: TRV 2015/54804

Version: 1.0

Kontaktperson: Gunnar Berglund

Innehåll

Sammanfattning	7
Inledning	8
Bakgrund	8
BULLER OCH VIBRATIONER	10
Termer och definitioner	10
Buller	10
Ljudtrycksnivå och decibel	10
Frekvens och A-vägning	11
Ekvivalenta och maximala ljudnivåer.....	11
Frifältsvärde vid fasad	12
Uteplats	12
Ljudisolering i fasad	12
Buller i Driftskede.....	15
Syfte.....	15
Förutsättningar och avgränsningar	15
Bedömningsgrunder	15
Avsteg	17
Metodik.....	17
Bullerutredning vid utformning av planförslag	18
Avgränsning av bullerberörda byggnader	18
Avgränsning av bullerberörda uteplatser	18
Avgränsning av bullerberörda områden	18
Utredning av bullerskyddsåtgärder.....	19
Spårnära bullerskyddsåtgärder	19
Fastighetsnära åtgärder	20
Underlag.....	22

Spårtrafik	22
Västra stambanan	23
Godsstråket	24
Vägtrafik	26
Kart- och terrängmaterial	28
Förutsättningar och antaganden för beräkning av luftburet ljud	28
Buller från spårtrafik	29
Buller från vägtrafik	29
Beräkningsnoggrannhet	30
Resultat	30
Avgränsning av bullerberörda	30
Jämförelse mellan beräkningsfall	31
Överväganden av bullerskyddsåtgärder	32
Spårnära åtgärder	32
Bullerskyddsskärmar och bullervallar.....	33
Vägnära åtgärder	33
Fastighetsnära åtgärder	33
Förvärv	36
Buller vid Bangård	37
Bedömningsgrunder	38
Underlag	38
Spårtrafik	38
Kart- och terrängmaterial	39
Beräkningar	39
Beräkningsnoggrannhet	40
Resultat	40
Kommentarer	41
Förstudie Buller i Byggskede	43
Sammanfattning	43
Inledning	43

Syfte	43
Avgränsningar	43
Underlagsmaterial	43
Bedömningsgrunder	44
Förutsättningar	46
Luftburet buller	46
Byggtransporter	47
Placering av upplagsytor	47
Stomljud	47
Metod	48
Beräkningar luftburet buller	48
Beräkningar stomljud	49
Resultat	49
Luftburet buller	49
Stomburet buller	50
Kommentarer	51
Luftburet buller	51
Stomljudsbuller	51
Bullerkänslig verksamhet	51
Åtgärder	51
Luftburet buller	51
Stomljudsbuller	52
Vibrationer	53
Sammanfattning	53
Tåg vibrationens avklingning	53
Val av mätobjekt	53
Åsavägen 18	54
Estabo Åstugan 903	54
Åstrandsvägen 6	54
Utförande	54
Mätresultat	55
Åsavägen 18	55
Estabo Åstugan 903	56
Åstrandsvägen 6	56
Bedömning av kritiskt avstånd från banvallen	57
Grundläggning på sand	57

Grundläggning på isälvsmaterial	58
Grundläggning på silt och lera	59
Byggnadernas geografiska läge	59
BILAGOR.....	60
Bilaga 1: – Utbredningskarta, nuläge, ekvivalent ljudnivå.....	60
Bilaga 2: – Utbredningskarta, nuläge, maximal ljudnivå	60
Bilaga 3: – Utbredningskarta, nollalternativ, ekvivalent ljudnivå	60
Bilaga 4: – Utbredningskarta, nollalternativ, maximal ljudnivå	60
Bilaga 5: – Utbredningskarta, driftskede, ekvivalent ljudnivå	60
Bilaga 6: – Utbredningskarta, driftskede, maximal ljudnivå	60
Bilaga 7: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede med åtgärdsförslag, ekvivalent ljudnivå	60
Bilaga 8: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede med åtgärdsförslag, maximal ljudnivå	60
Bilaga 9: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede, ekvivalent ljudnivå	60
Bilaga 10: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede, maximal ljudnivå	60
Bilaga 11: – Karta över bullerberörda byggnader norr om tunneln	60
Bilaga 12: – Karta över bullerberörda byggnader söder om tunneln	60
Bilaga 13: – Tabell med bullerberörda fastigheter med beräknade ljudnivåer över gällande riktvärde. Underlag för förtydligande av åtgärder/erbjudanden avseende bullerskydd	60
Bilaga 14: – Tabell över fastigheter aktuella för förvärv i projektet samt fastigheter bullerberörda i steg E	60
Bilaga 15: – Tabell över uteplatser som behöver bullerskyddsåtgärd	60
Bilaga 16: – Övervägande av bullerskyddsåtgärder	60
Bilaga 17: – Översiktsskarta, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 18: – Karta A, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 19: – Karta B, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 20: – Karta C, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 21: – Karta D, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 22: – Förklaring anläggning, karta A, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 23: – Förklaring anläggning, karta B, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 24: – Förklaring anläggning, karta C, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 25: – Förklaring anläggning, karta D, luftburet buller, dagtid	60
Bilaga 26: – Kritiska områden för komfortvibrationer, jordartskartor	60

Sammanfattning

WSP Akustik har på uppdrag av Trafikverket genomfört en bullerutredning för järnvägsplan Hallsberg-Stenkumla, nytt dubbelspår i Hallsberg, Askersund och Kumla kommuner.

Järnvägen mellan Hallsberg och Stenkumla utgör en del av Godsstråket genom Bergslagen som till största delen består av enkelspår. Godsstråket är med sin strategiska placering mitt i landet av stor betydelse för tågförbindelsen mellan norra och södra Sverige. För att öka kapaciteten och punktligheten för framtida gods- och persontrafik ska sträckan mellan Hallsberg och Stenkumla byggas om till dubbelspår. Den befintliga enkelspåriga järnvägen föreslås rivas och ersättas med 13 kilometer långt dubbelspår i ny sträckning, inklusive en ca 2,4 kilometer lång bergtunnel med separata tunnelrör för dubbelspåret. Utbyggnaden till dubbelspår kategoriseras som planeringsfallet ”Nybyggnation” och bedömningar görs enligt de bedömningsgrunder som anges i Trafikverkets riktlinje *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg* (TDOK2014:1021 version 2) och utredningen följer den metodik som är beskriven i bilagan till uppdragsbeskrivningen, E3.10 Miljö, version 12.0

För driftskedet beräknas 51 bostadshus vara bullerberörda från den nybyggda järnvägen (steg A). Ytterligare 7 bostadshus har bedömts vara berörda (steg E) och åtgärder för dessa har utretts.

Beräkningar och samhällsekonomiska överväganden har visat att spårnära åtgärder i de flesta fall inte är aktuella inom planen. Söder om tunneln vid Karintorp och Västra Å där en något mer samlad bebyggelse finns rekommenderas spårnära bullerskyddsåtgärder i form av bullerskyddsskärmar och bullervallar i planen. I övrigt föreslås fastighetsnära åtgärder så som fönster- och ventilbyten, fasadåtgärder samt uteplatsåtgärd i form av lokal skärm eller anläggande av ny uteplats på bullerdämpad sida om fastigheten.

Med schablonkostnader för spårnära åtgärder uppskattas kostnaden till ca 16 000 000 SEK. Schablonkostnader för fasadnära åtgärder och uteplatsåtgärder uppskattas till ca 7 800 000 SEK.

I denna järnvägsplan har avsteg 1 och 2 gällande riktvärden behövt göras för 14 av de 51 bullerberörda bostadshusen. Avstegen innebär att avkall görs på att uppfylla riktvärde utomhus vid fasad för plan 2 (avsteg 1) och plan 1 (avsteg 2). Avstegen har behövt göras då spårnära åtgärder inte varit tekniskt eller samhällsekonomiskt försvarbara. I övrigt beräknas resterande riktvärden uppfyllas med föreslagna bullerskyddståtgärder.

Trafikverket har även ljudkrav för vissa områdestyper, bland annat friluftsområden. Det nya dubbelspåret bidrar inte till att ljudmiljön försämrats i någon större utsträckning jämfört med nuläge och nollalternativet för de friluftsområden som finns inom planen. Inga bullerskyddsåtgärder för friluftsområden har föreslagits i planen.

Inledning

Projektet Hallsberg-Stenkumla omfattar nybyggnation av dubbelspår för Godsstråket genom Bergslagen, från bangården i Hallsberg till anslutning mot nytt dubbelspår i Stenkumla söder om Åsbro. I projektet ingår också en förlängning samt ombyggnad av infartsbangården i Hallsberg. I nuvarande skede ingår framtagande av järnvägsplan, systemhandling och tillhörande underlag för tillståndsansökningar.

Projektet omfattar en cirka 2,4 kilometer lång bergtunnel med separata tunnelrör för dubbelspåret. Det ingår även ett tiotal järnvägsbroar som bland annat korsar riksväg 50, Västra stambanan samt Bladsjön samt en mindre vägbro. Projektet medför även ett flertal större kraftledningsflyttar.

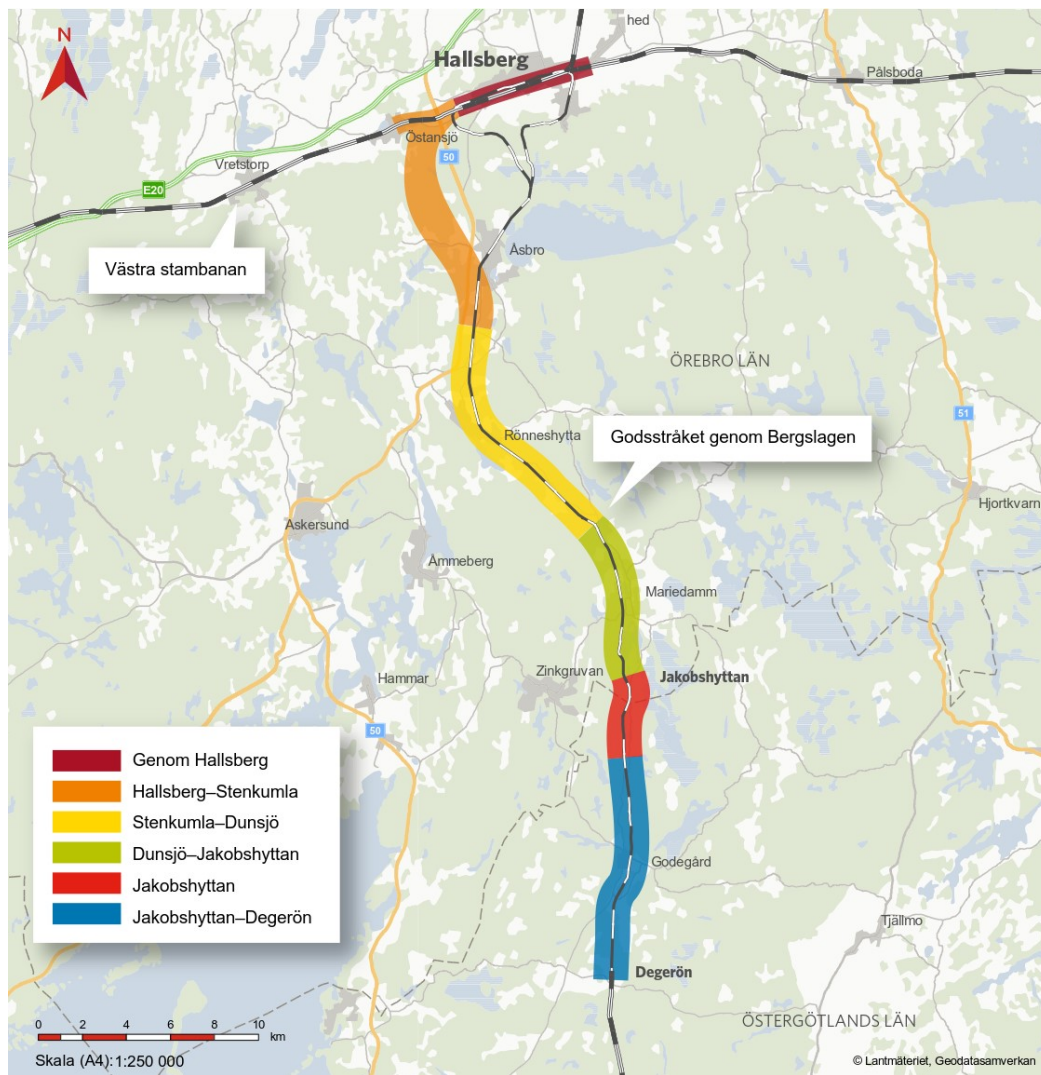
Bakgrund

Järnvägen mellan Hallsberg och Stenkumla utgör en del av Godsstråket genom Bergslagen som sträcker sig från Storvik via Örebro och Hallsberg i norr till Mjölby i söder, totalt 31 mil. Godsstråket är med sin strategiska placering mitt i landet av stor betydelse för tågförbindelsen mellan norra och södra Sverige. Delen mellan Hallsberg och Mjölby förbinder dessutom de två stambanorna Västra och Södra stambanan.

Större delen av Godsstråket genom bergslagen har enkelspår. Det skapar kapacitetsbrist och problem med punktligheten. Arbetet med att planera och bygga dubbelspår har pågått sedan 1990-talet. Sträckorna Frövi-Hallsberg och Degerön–Mjölby är utbyggda till dubbelspår. För att öka kapaciteten och för att ge plats åt såväl nuvarande godstågstrafik som för en ökning i framtiden, har Trafikverket successivt byggt dubbelspår mellan Hallsberg och Mjölby. Utbyggnaden av dubbelspåret ska också möjliggöra en utökad persontågstrafik.

Projektet Hallsberg – Degerön, dubbelspårsutbyggnad består idag av sex delprojekt som befinner sig i olika skeden, se *Figur 1*. Föreliggande järnvägsplan behandlar delprojektet Hallsberg – Stenkumla, markerat med orange i figuren. Sträckan angränsar i söder mot projektet Stenkumla – Dunsjö där det nya dubbelspåret är färdigbyggt, och i norr mot projektet dubbelspår genom Hallsberg, där byggnation pågår.

Sträckan Hallsberg – Stenkumla ligger i Hallsbergs, Askersunds och Kumlas kommuner, Örebro län. Den befintliga enkelspåriga järnvägen föreslås rivas och Trafikverket avser att bygga om till 13 kilometer långt dubbelspår i ny sträckning. Dubbelspåret kommer inrymmas i den korridor som valts i järnvägsplan val av lokaliseringsalternativ från 2014.



Figur 1. Översiktsbild av korridoren för Hallsberg-Degerön (Trafikverket)

BULLER OCH VIBRATIONER

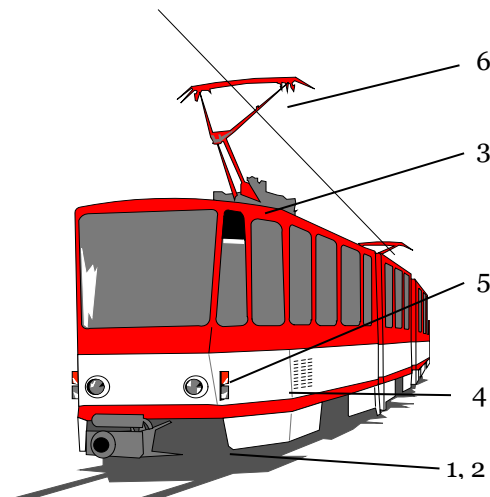
Termer och definitioner

Buller

Definitionen av buller, önskat ljud, beror på person, plats, situation och varaktighet. Den europeiska miljöbyråns definition av buller är ”hörbart ljud som skapar störning och/eller påverkar hälsan negativt”¹. Luftburet buller är det buller som sprids från källan till mottagaren via luften.

Den dominerande källan till tågbuller är rulljud som alstras vid kontakten mellan hjul och räl. Andra källor kan exempelvis vara bromsskrik, slammer från vagnar och signalering, se Figur 2.

1. Hjul – rätkontakt
2. Kurv- och bromsskrik
3. Fläktar
4. Objekt som vibrerar/skramlar
5. Turbulensljud från vagnskorgen
6. Turbulensljud från strömvagnen
7. Signalering



Figur 2. Bullerkällor för spårburen trafik.

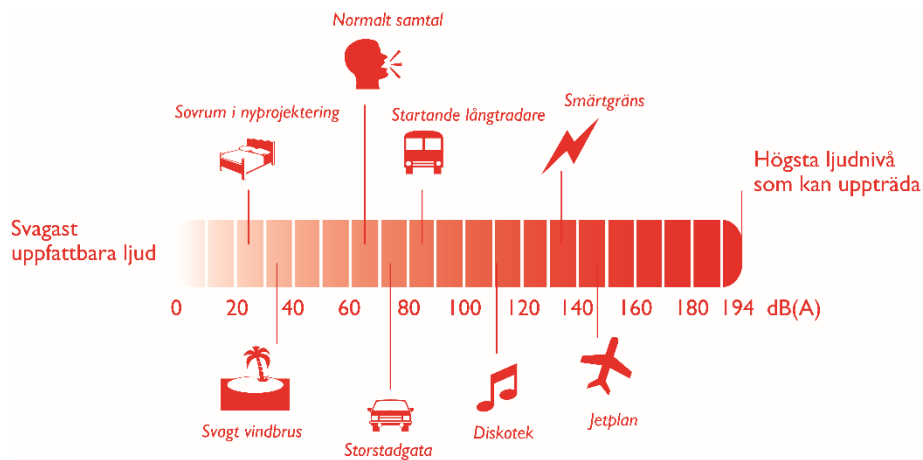
Bullerstörningar är både subjektiva och objektiva. Den subjektiva störningen kan yttra sig som huvudvärk, trötthet, magbesvär samt nedstämdhet och påverkas av den exponerade personens egen attityd till ljudexponeringen. Till detta kommer de objektiva effekterna som innebär ökad risk för sömnstörning, hörselskador, höjt blodtryck, talmaskering och försämrad inlärning.

Ljudtrycksnivå och decibel

Ljudnivån beskriver hur starkt ett ljud uppfattas och anges i enheten decibel (dB). Skalan är logaritmisk där hörseltröskeln vid 0 dB motsvarar det lägsta ljud en människa

¹. *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*, Technical report No 11/2010, European Environment Agency EEA, 2010

kan uppfatta och smärtröskeln vid cirka 130 dB motsvarar den ljudnivå då vi upplever fysisk smärta. Exempel på typiska ljudnivåer presenteras i Figur 3.



Figur 3. Exempel på typiska ljudnivåer.

En ökning med 3 dB motsvarar en fördubbling av en källas ljudeffekt men den subjektivt upplevda förändringen beror på ljudkällans karaktär. En fördubbling/halvering av trafikmängden på en väg/järnväg innebär att den utstrålade ljudeffekten från ljudkällan ökar/minskar med 3 dB. Motsvarande ökning/minskning fås av ljudnivån i en mottagarpunkt.

Frekvens och A-vägning

Ljudtrycket varierar kring ett jämviktsläge, det normala lufttrycket. Antalet svängningar kring jämviktsläget per sekund, frekvensen, anges med enheten hertz (Hz). Människan kan uppfatta ljud inom frekvensområdet 20 Hz – 20 kHz.

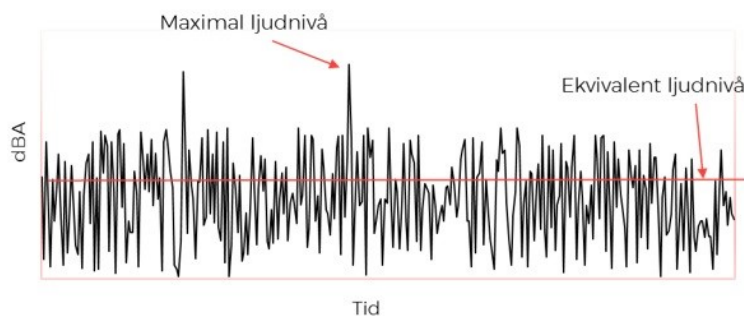
Örats känslighet varierar med frekvens och nivå. För att kompensera för örats varierande känslighet vid olika frekvenser korrigeras ofta den totala uppmätta eller beräknade ljudnivån. I huvudsak innebär det att låga frekvenser viktas lägre eftersom örat är känsligare för högre frekvenser. Den vanligaste vägningen, A-vägning, är anpassad till örats känslighet vid normala ljudnivåer och ljudnivån anges i dBA.

Ekvivalenta och maximala ljudnivåer

I Sverige används två olika termer för att beskriva trafikbuller, ekvivalent respektive maximal ljudnivå. Ekvivalent ljudnivå är medelljudnivån över en tidsperiod. I detta PM är angivna ekvivalenta nivåer A-vägd medelljudnivåer över ett dygn och betecknas "L_{eq}" eller "ekvivalent nivå" och anges i dBA.

Maximal ljudnivå är den högsta momentana ljudnivå som uppträder under en händelse, exempelvis en tågpassage. Normalt användes en tidskonstant för att dämpa snabba fluktuationer i ljudtrycket och förenkla avläsning av resultat vid mätning. Tidskonstanten brukar i de flesta fall anges som "fast" (lägre dämpning – tidskonstant = 0,125 s) eller "slow" (högre dämpning – tidskonstant = 1 s). Maximal ljudnivå i denna PM är A-vägd med tidskonstant "fast" och betecknas "L_{max}" eller "maximal nivå".

Buller från tågtrafik är i regel intermittent, det vill säga att ljudnivån under en passage stiger till ett maximum för att sedan avta, se Figur 4. Mellan tågpassager alstras inget buller från tågtrafiken och följaktligen är bullerstörningen mellan passagerna obefintlig.



Figur 4. Illustration av ekvivalent och maximal ljudnivå under en bestämd tidsperiod.

Avgörande för den maximala ljudnivån från passerande tåg är avståndet från spåren till mottagaren, topografin, typen av tåg samt tågets hastighet och längd. Även spårkvalitet och närvaro av exempelvis broar eller växlar påverkar ljudnivån. Maximalnivån påverkas inte av antalet tåg. Den ekvivalenta ljudnivån påverkas av samtliga parametrar och dessutom av antalet tåg (total passerande tåglängd per dygn).

På de allra flesta järnvägssträckor är det riktvärdet för maximal ljudnivå som överskrids innan den ekvivalenta ljudnivån överskrids. Av detta skäl är det följaktligen den maximala ljudnivån som i första hand påverkar behovet av bullerreducerande åtgärder.

Frifältsvärde vid fasad

Med frifältsvärde avses en ljudnivå som inte är påverkad av reflexer i den egna fasaden. Alldeles intill väggen där ljudvågen reflekteras fås en fördubbling av ljudtrycket. Vid redovisning av beräknings- och mätresultat kompenseras resultaten för fasadreflexen från den egna fasaden och värdet anges istället som ett frifältsvärde. Det vill säga, som om den egna byggnaden inte ger någon reflektion av ljudet. Reflektioner från kringliggande byggnader tas dock med i beräkningen.

Uteplats

Med uteplats² avses, gemensamt eller privat, iordningställt område eller yta såsom altan, terrass, balkong eller liknande som ligger i anslutning till bostaden. Målen för ljudnivå vid uteplats avser frifältsvärde eller frifältskorrigerat värde.

Ljudisolering i fasad

En fasad består av vägg, fönster och eventuella friskluftsventiler. Alla dessa komponenter har olika ljudreduktion och tillsammans bygger de upp den totala fasadens möjlighet att reducera det ljud som når fasaden utifrån. De olika komponenterna kan vara olika bra på att reducera ljud i olika frekvenser. Ofta är fönster och ventiler de svagaste komponenterna i fasaden med avseende på ljudreduktion, vilket innebär att det ofta är tillräckligt att byta dessa för att uppnå en bättre total ljudreduktion. Nedan följer

² "Buller i planeringen – Allmänna råd 2008:1", Boverket, 2008

några definitioner gällande en fasads ljudisolering, hämtat från bilaga 2 i *Fasadåtgärder som bullerskydd (TDOK 2018:142)*³.

Labmätt
ljudreduktion, R Detta mått beskriver hur stor förmåga en skiljekonstruktion har att reducera ljud. Värdet är oberoende av storlek och akustik i mottagarrum. Värdet avser reduktion i ett tersband (1/3 oktav) mätt i lab och definieras enligt SS-EN ISO 10140-2:2010 som

$$R = L_1 - L_2 + 10 * \log\left(\frac{S}{A}\right)$$

där

L_1 är energimedelvärdesbildad ljudtrycksnivå i sändarrummet, i decibel

L_2 är energimedelvärdesbildad ljudtrycksnivå i mottagarrummet, i decibel

S är arean på den fria öppningen där testobjektet är monterad, i m²

A är ekvivalent ljudabsorptionsarea i mottagarrummet, i m²

Fältmätt
ljudreduktion, R' Måttet R' är samma värde som R , enligt ovan, med den skillnaden att R' avser ett värde mätt i fält. Ett fältmätt värde är ofta något lägre än ett labmätt då montage och utförande kan vara mindre idealiskt. Mätförfarandet i fält är också mindre omfattande. Måttet kan beskrivas mer precist som exempelvis R'_{45° , mätt med högtalare med 45° ljudinfall, eller $R'_{tr,s}$, mätt med verkligt trafikbuller som ljudkälla. Generellt gäller att alla former av ljudreduktion, R , som redovisas nedan även gäller för fältmätta värden, R' .

Vägd
ljudreduktion, R_w Måttet R_w avser en sammanvägning av R i samtliga tersband, enligt ovan, till ett ensiffervärde som ska beskriva skiljekonstruktionens totala ljudreduktion för samtliga frekvenser. Metod för sammanvägning redovisas i SS-EN ISO 717-1:2013.

Ljudnivåskillnad i
hel fasad, D_n , $D_{n,e,w}$,
 $D_{n,T,w}$ För att beskriva sammanlagd ljudnivåskillnad i en fasad används D_n . På samma sätt som för reduktionstalet R avser D_n ljudnivåskillnaden i ett tersband. Vägt ensiffervärde skrivs $D_{n,w}$.

$D_{n,e,w}$ betyder att värdet är normaliserat till att gälla i en situation där mottagarrummet har en absorptionsmängd på 10 m².

Friskluftsventiler redovisas ofta med detta värde för att beskriva deras ljudisolerande förmåga.

³ *Fasadåtgärder som bullerskydd, Ett branschgemensamt utvecklingsprojekt*, version 2, Trafikverket, 2018-04-04

$D_{n,T,w}$ betyder att värdet är standardiserat till att gälla i en situation där mottagarrummet har en efterklangstid på 0,5 sekunder. Trafikverket rekommenderar att projektering utförs utifrån att efterklangstiden i bostadsrum är 0,5 sekunder.

C Spektrumanpassningsterm för luftljudsisolering: värde att läggas till vägd standardiserad luftljudsisolering, $D_{n,T,w}$, för att ta hänsyn till A-vägt, jämnt fördelat ljudspektrum, med frekvensområde 100 Hz – 3 150 Hz, uttryckt i decibel (dB). Används för spårtrafik i hastigheter upp till 250 km/h och vägtrafik i hastigheter över 80 km/h.

C_{tr} Spektrumanpassningsterm för luftljudsisolering: värde att läggas till vägd standardiserad luftljudsisolering, $D_{n,T,w}$, för att ta hänsyn till A-vägt spektrum för stadstrafik med frekvensområde 100 Hz – 3 150 Hz, uttryckt i decibel (dB). Används för vägtrafik i hastigheter upp till 80 km/h.

Buller i Driftskede

Syfte

PM Buller utgör underlag till miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande järnvägsplan för projektet Hallsberg-Stenkumla som omfattar nybyggnation av dubbelspår för Godsstråket genom Bergslagen, från bangården i Hallsberg till anslutning mot nytt dubbelspår i Stenkumla söder om Åsbro. Syftet är att utreda och redogöra för vilka bullernivåer som finns utmed sträckan idag och för färdig anläggning samt föreslå bullerskyddsåtgärder i de fall där riktvärden beräknas överskridas med avseende på luftburet buller.

Förutsättningar och avgränsningar

I utredningen redovisas beräkningar av dygnsekvivalent och maximal ljudnivå för fyra olika scenarier:

- Nuläge - Trafiksiffror för nuläge 2015
- Nollalternativ - Trafiksiffror för prognosår 2050
- Driftskede - Trafiksiffror för prognosår 2050
- Driftskede med föreslagna bullerskyddsåtgärder - Trafiksiffror för prognosår 2050

Utbyggnaden av Godsstråket för sträckan Hallsberg - Stenkumla klassas som planeringsfall *”nybyggnation”*. I utredningen inkluderas, utöver buller från Godsstråket, spårbuller från Västra stambanan. I utredningen tas även buller från statliga vägar i beaktande, vilket omfattar riksväg 50, väg 529 och väg 608.

Bedömningsgrunder

Utbyggnaden av Godsstråket för sträckan Hallsberg - Stenkumla kategoriseras som planeringsfall *”nybyggnation”* och skall därför bedömas enligt *”Åtgärder vid nybyggnad och väsentlig ombyggnad av infrastruktur”* enligt Trafikverkets riktlinje och tillämpningsdokument *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg (TDOK 2014:1021)*⁴. Trafikverkets riktlinjer grundar sig på den av riksdagen beslutade *Infrastrukturpropositionen för framtida transporter 1996/97:53*.

Aktuella riktvärden (TDOK2014:1021) för buller från väg- och spårtrafik vid planeringsfallen *”nybyggnad/väsentlig utbyggnad”* presenteras i Tabell 1

⁴ *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg* (TDOK 2014:1021) version 2.0, Trafikverket, 2017-03-13

Tabell 1. Trafikverkets riktvärden för buller från väg- och spårtrafik vid planeringsfallen ”nybyggnad” respektive ”väsentlig ombyggnad”

Lokaltyp eller områdestyp	Ekvivalent ljudnivå, Leq, utomhus [dBA]	Ekvivalent ljudnivå, Leq utomhus på uteplats/skolgård [dBA]	Maximal ljudnivå, Lmax utomhus på uteplats/skolgård [dBA]	Ekvivalent ljudnivå, Leq inomhus [dBA]	Maximal ljudnivå, Lmax inomhus [dBA]
Bostäder^{1,2}	55 ³ , 60 ⁴	55	70 ⁵	30	45 ⁶
Vårdlokaler⁸				30	45 ⁶
Skolor och undervisningslokaler⁹	55 ³ , 60 ⁴	55	70 ¹⁰	30	45 ¹¹
Bostadsområden med låg bakgrundsnivå¹²	45				
Parker och andra rekreationsytor i tätorter	45–55				
Friluftsområden	40				
Betydelsefulla fågelområden	50				
Hotell^{12, 13}				30	45
Kontor^{12, 14}				35	50

1. Riktvärden inomhus omfattar bostadsrum i permanentbostad och fritidsbostad
2. Dessa riktvärden för buller anges även i prop. 1996/97:53
3. Avser ljudnivå vid fasad från vägtrafik samt från spårtrafik i hastighet högre än 250 km/h
4. Avser ljudnivå vid fasad från spårtrafik i hastighet lägre än 250 km/h
5. Om ljudnivån överskrids bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme dag- och kvällstid (06–22)
6. Avser ljudnivåer nattetid (22–06) och får överskridas med högst 5 dBA fem gånger per trafikårsmedelnatt
7. Avser vibrationsnivå nattetid (22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS
8. Avser utrymme för sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad
9. Riktvärden inomhus omfattar undervisningsrum samt rum för sömn och vila
10. Får överskridas med högst 10 dBA fem gånger per timme dagtid (06–18)
11. Får överskridas med högst 5 dBA fem gånger per timme dagtid (06–18)
12. Riktvärden för dessa områdestyper beaktas endast vid nybyggnad av infrastruktur.
13. Avser gästrum för sömn och vila
14. Avser rum för enskilt arbete

Enligt TDOK 2014:1021 avser uteplats ett iordningsställt område/yta såsom altan, terrass, balkong eller liknande som ligger i anslutning till bostaden. Helt inglasad altan, balkong eller liknande definieras som uterum. Om inglasningen uppgår till högst 75 procent definieras den som uteplats. Ljudnivån vid uteplats avser frifältsvärde eller till frifältsvärde korrigerat värde.

Avsteg

I Trafikverkets handledning *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg* (TDOK 2016:0246)⁵ anges principer för att göra avsteg från riktvärdena. Alternativa åtgärder skall enligt avstegen övervägas om det i enskilda fall inte bedöms tekniskt möjligt och/eller ekonomiskt orimligt att vidta skyddsåtgärder så att samtliga riktvärden uppnås. Alternativa åtgärder som föreslås kan vara en kombination av åtgärder som reducerar bullernivåerna även om ljudnivån inte minskar ända ner till rådande riktvärden. Avsteg skall göras stegvis och motivering till varje beslutat avsteg skall dokumenteras.

Avstegen är formulerade som en avstegstrappa:

- *Riktvärden uppnås:* Utför åtgärder så att samtliga riktvärden innehålls.
- *Avsteg 1:* Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad på övre våningsplan.
- *Avsteg 2:* Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad vid markplan.
- *Avsteg 3:* Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus på uteplats.
- *Avsteg 4:* Avkall görs på att innehålla riktvärden inomhus.

Handledningen anger att åtgärder alltid ska erbjudas för att klara de nivåer som anges för bostäder (avser sovrum i permanentbostad och fritidsbostad) som högsta acceptabla nivåer vid planeringsfallen *”nybyggnad/väsentlig utbyggnad”*:

- 65 dBA ekvivalent ljudnivå vid uteplats
- 40 dBA ekvivalent ljudnivå inomhus
- 50 dBA maximal ljudnivå inomhus nattetid (22–06) och får överskridas med högst 5 dBA fem gånger per trafikårsmedelnatt

Handledningen avser vidare att om detta inte kan uppnås kan förvärv av bostad övervägas och överskridanden av ljudnivåerna ovan får endast ske om fastighetsägaren tackat nej till förvärv eller erbjuden åtgärd. Om fastighetsägare avböjer erbjudande om förvärv ska endast begränsade bullerskyddande åtgärder erbjudas.

Metodik

Metodiken som har använts i bullerutredningen följer Trafikverkets bilaga *E3.10 Miljö* (version 12)⁶ avsnitt 2.3 *Buller vid utformning av planförslag*. För att avgöra om byggnader och områden är bullerberörda har riktvärden enligt TDOK 2014:1021 tillämpats, se Tabell 1.

För att identifiera de uteplatser och skolgårdar där den beräknade ljudnivån överskrider gällande riktvärde enligt TDOK 2014:1021 har uteplatsens placering inventerats vid de hus där riktvärdet överskrids vid någon sida.

⁵ *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg*, TDOK 2016:0246, version 1.0, Trafikverket, 2017-03-02

⁶ *Bilaga E3.10 Miljö, Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg*, version 12, Bilaga till Uppdragsbeskrivning, Trafikverket, 2018-09-17

Bullerutredning vid utformning av planförslag

Följande steg används för att avgränsa bullerberörda byggnader, uteplatser och områden samt för att ta fram åtgärdsbehov.

Avgränsning av bullerberörda byggnader

Byggnader som beräknas få ljudnivåer över riktvärden identifieras enligt steg A-E nedan.

Steg A

Steg A syftar till att avgränsa bullerberörda byggnader utifrån endast ny/ombyggd sträcka, dvs. utan annan infrastruktur som påverkar ljudmiljön i området. Beräkningar av ekvivalent- och maximal ljudnivå genomförs med prognostiserad trafikering på planerad infrastruktur utan planerade spårnära bullerskyddsåtgärder. Byggnader som beräknas få ljudnivåer över riktvärden identifieras som bullerberörda.

Steg B

Steg B omfattar beräkning av dygnsekvivalent ljudnivå från all övrig befintlig statlig infrastruktur för valt prognosår och beräkningen genomförs för ett område som är geografiskt mer omfattande än i steg A. Vägsträckan som planeras att ersättas av ny infrastruktur inkluderades inte i beräkningen.

Steg C

I steg C görs en logaritmisk summering av de beräknade ekvivalenta ljudnivåerna från steg A och B.

Steg D

I steg D utförs en kontroll av byggnader som inte identifierats som bullerberörda i steg A. De beräknade ljudnivåerna från steg B jämförs med beräknade ljudnivåer i steg C. I de fall de beräknade ekvivalenta ljudnivåerna i steg C är $\geq 2,0$ dB högre än vad som beräknats i steg B och samtidigt överskrider riktvärdet för ekvivalent ljudnivå vid fasad eller inomhus identifieras byggnaden som bullerberörd.

Steg E

I steg E utförs en kontroll av utfallet av bullerberörda fastigheter. De fastigheter som inte avgränsats som bullerberörda men som bedöms som rimliga att de ändå bör inkluderas läggs till.

Avgränsning av bullerberörda uteplatser

För att avgränsa bullerberörda uteplatser har ljudutbredningsberäkningar 2 meter ovan mark använts. De bostadshus som erhåller 55 dBA ekvivalent ljudnivå och/eller 70 dBA maximal ljudnivå från nybyggd järnväg (steg A) har inventerats i fält för att identifiera uteplatsens placering. Därefter har beräkningar utförts för den faktiska uteplatsen.

Avgränsning av bullerberörda områden

De områdestyperna som ingår i riktlinjerna enligt Tabell 1 och som utan skyddsåtgärder beräknas få ljudnivåer som överskrider rådande riktvärden i driftskedet skall inkluderas

i bullerutredningen. Vid avgränsning av bullerberörda områden genomförs beräkningarna av ljudnivåerna för scenariot med trafikering på endast nya eller ombyggda sträckor. De områden där ljudnivåerna beräknas överskrida rådande riktvärden betraktas som bullerberörda områden.

Utredning av bullerskyddsåtgärder

För de byggnader och områden som beräknas få ljudnivåer över riktvärden skall bullerskyddsåtgärder utredas och föreslås med hänsyn tagen till all statlig infrastruktur. Spårnära och fastighetsnära bullerskyddsåtgärder har föreslagits för utredningsalternativet där det är tekniskt möjligt och inte ekonomiskt orimligt. I första hand har spårnära åtgärder övervägts. I andra hand har en kombination av spårnära och fastighetsnära åtgärder övervägts och i tredje hand har endast fastighetsnära åtgärder övervägts.

Beräkning och inventering har genomförts för att identifiera vilka spårnära och fastighetsnära åtgärder som krävs för att samtliga riktvärden för byggnader och områden ska klaras. Vid eventuella avsteg från riktvärden skall avstegen genomföras stegvis och motiveringar skall dokumenteras.

För de byggnader där åtgärder inte bedöms vara tekniskt möjliga och/eller ekonomiskt rimliga ska alternativa åtgärder identifieras enligt avstegstrappan som redovisas i TDOK 2016:0246, avsnitt *"övervägande av alternativa åtgärder"*, se kap 3.1.

För de områden där det inte är möjligt/rimligt att genomföra sådana åtgärder att samtliga riktvärden klaras skall åtgärder identifieras för följande avsteg:

- A. Avsteg görs från riktvärden, men bullersituationen försämrar inte i jämförelse med nollalternativet. Beräkningarna genomförs för all övrig statlig infrastruktur.

Trafikverket kan inte lösa in bostadshus på grund av buller, eftersom buller inte anses kunna ligga till grund för en tvångsåtgärd. Däremot kan förvärv erbjudas. Förvärv ska övervägas om det inte med bullerskyddsåtgärder går att nå de högsta acceptabla ljudnivåer som presenteras i avsnitt 0. Förvärv av bostadshus ska i normalfallet erbjudas om skyddsåtgärder beräknas kosta mer än marknadsvärdet av fastigheten alternativt marknadsvärdet av berörd del av fastigheten samt om kostnader för skyddsåtgärder uppgår till mer än 50 % av kostnader för förvärv ⁷.

Spårnära bullerskyddsåtgärder

Spårnära bullerskyddsåtgärder har utretts vid samtliga bullerberörda fastigheter. För att bedöma åtgärdernas tekniska möjlighet och ekonomiska rimlighet (kostnad för åtgärd vägd mot nyttan av åtgärden) har beslutsunderlag tagits fram för respektive åtgärdsförslag. Åtgärdernas investerings- och underhållskostnader har beräknats med hjälp av schabloner hämtade från järnvägs-BUSE version 3.0, Trafikverkets verktyg för att bedöma samhällsekonomisk lönsamhet av bullerskyddsåtgärder. Kostnaderna har jämförts med fastigheternas marknadsvärde för att avgöra dess ekonomiska rimlighet. Bedömning av teknisk möjlighet har gjorts genom att väga åtgärdernas

⁷ Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, TDOK 2016:0246, version 1.0, Trafikverket, 2017-03-02

bullerreducerande effekt mot geoteknisk förutsättning, kulturmiljö, landskapsbild, naturvärden, värdet att bibehålla jordbruksmark och enskilda intressen.

Fastighetsnära åtgärder

De byggnader och uteplatser som identifierades som bullerberörda i utredningsalternativet har inventerats okulärt enligt *E3.10 Miljö* avsnitt 2.3.5 *Utredning av bullerskyddsåtgärder* med syftet att samla in tillräckligt med data för att kunna bedöma om riktvärden inomhus och på uteplats klaras.

Fältinventeringen utfördes inledningsvis okulärt utvändigt. Den okulära inventeringen utförs för att samla in tillräckligt med information för att kunna avgöra om riktvärden inomhus och på uteplats kan nås:

- Utan fasadåtgärder – det vill säga befintlig fasad har tillräcklig ljudreduktion
- Utan uteplatsåtgärd – det vill säga minst en befintlig uteplats har ett läge eller en utformning som gör att riktvärden inte beräknas överskridas
- Med fasadåtgärder och vilken typ av åtgärder som då behöver vidtas (fönsteråtgärder/ventilåtgärder/tilläggsisolering av väggar m.m.).
- Med uteplatsåtgärder och vilka åtgärder som då behöver vidtas.

Data har samlats in enligt Trafikverkets dokument *Förenklad åtgärdsbedömning*⁸ som är en bilaga till rapporten *Fasadåtgärder som bullerskydd (TDOK 2018:142)*⁹. Beräkningarna som gjorts enligt bilagan bygger på schabloner varför beräkningsresultatet endast ger en indikation på huruvida åtgärder bör erbjudas eller inte. Använda schabloner ur nämnd bilaga gällande ljudreduktion för vägg, fönster och ventiler redovisas i *Tabell 2*, *Tabell 3* och *Tabell 4* nedan.

Tabell 2. Sex väggtyper med definierad ljudreduktion.

Benämning	Exempel	R'_{w+C}	$R'_{w+C_{tr}}$
Enkel trävägg	Väl underhållet trähus, tidigt 1900-tal, väl underhållen stuga, även vissa villor ca 70-80 tal. Oftast en vägg tjocklek på under 20 cm	37	33
Medelbra trävägg	Väl underhållet trähus, tidigt 1900-tal med isolering. Normal 80-90-00-tals villavägg. Tjocklek ca 20 – 30 cm	43	39
Bra trävägg	Bra utförd tilläggsisolerad vägg. Tjocklek över 30 cm	48	43
Lättbetong	Flerfamiljshus och villor ofta 50 – 60 – tal. Oisolerad och enkelt isolerad	43	39

⁸ *Förenklad åtgärdsbedömning*, Trafikverket, 2015-02-18 reviderad 2018-04-04

⁹ *Fasadåtgärder som bullerskydd, Ett branschgemensamt utvecklingsprojekt*, version 2, Trafikverket, 2018-04-04

Tegel	Fasadtegel med bakomliggande träregelvägg. Tjocklek ca 250 – 350 mm	49	45
Tung fasad	Dubbel betongvägg, tjocklek ca 25 -30 cm eller homogen tegelvägg, tjocklek över 40 cm.	54	50

Tabell 3. Fyra fönster med definierad ljudreduktion.

Benämning	R'_{w+C}	$R'_{w+C_{tr}}$
Kopplade fönster med 1+1 glasning Det finns mätresultat som visat att denna fönstertyp i äldre byggnader i stadskärnor med fönster i mycket gott skick, har högre ljudreduktion (upp till R'_{w+C} 30 dB respektive $R'_{w+C_{tr}}$ 26 dB)	28	23
Fönster med enkelbåge och 3-glas isolerruta	32	27
Moderna 1+2 fönster (enkelt ljudfönster) Avser moderna fönster med 4 mm glastjocklek och dubbel tätning. I annat fall anses det vara 1+1 glasning.	34	28
Enkelfönster Glastjocklek 2 mm	22	19

Tabell 4. Två friskluftsventiler med definierad ljudnivåskillnad (fältvärden).

Benämning	D_{new+C}	$D_{new+C_{tr}}$
Fönsterventil (spaltventil)	34	33
Väggventil	32	31

Med orsak av de förenklingar och schabloner som använts i metodiken har en fördjupad utredning genomförts i följande fall:

- Om den förenklade åtgärdsbedömningen indikerar att beräknad ljudnivå inomhus överskrider riktvärden med upp till 2 dB bör mätning av ljudreduktion i befintlig fasad genomföras med syfte att inte genomföra eller i planer fastställa åtgärder som inte behövs.
- Om den förenklade åtgärdsbedömningen indikerar att beräkna ljudnivån inomhus är inom 1 dB under riktvärdet bör mätning av ljudreduktion i befintlig fasad genomföras för att säkerställa att åtgärder inte behöver vidtas.
- Om det finns skäl att tro att verkliga förhållandena mellan rums- och fönstermått inte liknar ansatta schabloner för standardrummet bör invändig

inventering och detaljerad beräkning utförs (alternativt mätning av ljudreduktion i befintlig fasad).

- D. Om den förenklade åtgärdsbedömningen indikerar att fönster- och ventilåtgärder inte är tillräckliga för att nå riktvärden inomhus bör detaljerad beräkning baserad på invändig inventering utföras.

Fördjupad utredning innebär att en invändig inventering samt fasadisoleringsmätning enligt SS-EN ISO 16283-3 2016 utförs i de aktuella fastigheternas bullerberörda bostadsrum. Detta görs för att mer noggrant avgöra om och vilken fasadåtgärd som krävs.

Underlag

Underlag som använts i utredningen redovisas nedan.

Spårtrafik

Trafikunderlaget för spårtrafik som ligger till grund för beräkningar utgörs av de tågtyper som trafikerar linjerna, fördelningen mellan olika tågtyper, antal tåg som passerar per dygn samt dygnsfördelning, medel- och maximala tåglängder, högsta tillåtna hastighet samt begränsande hastigheter för spår.

I de fall då underlag för spårtrafik erhållits som antal tåg per vardagsmedeldygn (VMD) har omräkning till antal tåg per årsmedeldygn (ÅDT) gjorts enligt följande¹⁰:

$$\text{Godståg:} \quad \text{ÅDT} = \frac{250}{365} * \text{VMD}$$

$$\text{Persontåg:} \quad \text{ÅDT} = \frac{320}{365} * \text{VMD}$$

Riktvärdena för maximal ljudnivå inomhus avser nattetid (kl. 22-06). Nedan redovisas dygnsfördelning för nuläge av olika tågtyper på Godsstråket och Västra stambanan. Då det saknas dygnsfördelning för prognostiserad trafik ansätts samma procentuella fördelning i driftskede och nollalternativ som i nuläge.

Godsstråket, nuläge (Tågplan 2018, sträcka Åsbro - Skymossen)¹¹

- Godståg: 37,1 % av godstågstrafiken beräknas gå nattetid
- Persontåg: Inga persontåg beräknas gå nattetid

Västra stambanan, nuläge (Tågplan 2018, sträcka Hallsberg - Tälle)¹²

- Godståg: 46,4 % av godstågstrafiken beräknas gå nattetid
- Persontåg: 4,0 % av persontågstrafiken beräknas gå nattetid

Vid beräkning av maximal ljudnivå har tågets maxlängd ansatts för att skapa ett värsta scenario. Då endast en längd på tåg erhållits har denna längd ansatts för både medel- och maxlängd.

¹⁰. Trafikverket, Trafikuppgifter järnväg T19 och bullerprognos 2040 (excelfil), daterad 2019-06-14

¹¹. Trafikverket, Tågplan 2018, sträckan Åsbro-Skymossen (Godsstråket)

¹². Trafikverket, Tågplan 2018, sträckan Hallsberg rangerbangård -Tälle (Västra stambanan)

Tågens hastigheter dimensioneras av det värde som är lägst av tågtypens maxhastighet och största tillåtna hastighet (STH) för aktuell sträckning. Vid dubbelspår har antalet tågpassager fördelats jämnt över spåren.

Västra stambanan

Trafikuppgifter för nuläget har erhållits från Trafikverket¹³ och trafikuppgifter för driftskede och nollalternativ har erhållits från WSP¹⁴.

Nuläge

Trafikflöden, längd på tåg samt maxhastigheter för respektive tågtyp för nuläge för Västra stambanan, sträckan Tälle-Östansjö, redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Trafikunderlag, Västra stambanan, Tälle-Östansjö, nuläge

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Maxhastighet [km/h]
Gods el	48	535	690	100
Gods diesel	2	494	630	100
Pass	11	232	388	160
X2	53	168	330	200
X40	15	161	165	200
X50-54	25	79	220	200
Y31-32	5	52	80	140

Nollalternativ och driftskede, prognosår 2050

För Västra stambanan antas samma trafiksiffror i nollalternativet som i driftskedet. Procentuell fördelning av tågtyper, tåglängder och hastigheter från prognosår 2040 har ansatts för prognosår 2050 för Västra stambanan då information om dessa parametrar saknas för prognosår 2050¹⁵.

Trafikflöden, längd på tåg samt maxhastigheter för respektive tågtyp för Västra stambanan redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Trafikunderlag, Västra stambanan, nollalternativ och driftskede

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Maxhastighet [km/h]
Gods el	67	576	750	100
Pass	2	260	360	160
X40	14	82	163	200
X50-54	49	110	220	200
Y31-32	14	40	40	180
X60	50	170	340	160

¹³. Trafikverket, email, Gunnar Berglund, 2018-03-08

¹⁴. WSP, email, Göran Hörnell, 2018-10-11

¹⁵. WSP, email, Göran Hörnell, 2018-10-11

Godsstråket

Trafikuppgifter för nuläge, nollalternativ och driftskede för Godsstråket har erhållits från Trafikverket¹⁶.

Befintlig utformning samt ny placering av Godsstråket presenteras i Figur 5.



Figur 5. Orange markering visar korridor för nya placering av Godsstråket. Den bruna (1), blåa (2) och gröna (3) markeringen visar befintlig placering av Godsstråket.

Nuläge, år 2018, och nollalternativ, prognosår 2050

För Godsstråket antas samma trafiksiffror i nollalternativet som i nuläget då Godsstråket då Godsstråkets kapacitetstak i princip nåtts idag¹⁷.

Trafikflöden, längd på tåg samt hastigheter för befintligt spår för nuläge och nollalternativ redovisas i Tabell 7 - Tabell 9.

Tabell 7. Trafikunderlag, Godsstråket, nuläge och nollalternativ, delsträcka 1 (brun) i Figur 5

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Hastighet [km/h]
Gods el	28	650	650	100
X50-54	1	150	150	130

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Hastighet [km/h]
Gods el	1	650	650	100

¹⁶ Trafikverket, email, Sven-Bertil Götvall, 2018-10-04, och Gunnar Berglund, 2018-11-16

¹⁷ Trafikverket, email, Sven-Bertil Götvall, 2018-10-04

X50-54	13	150	150	130
---------------	----	-----	-----	-----

Tabell 8. Trafikunderlag, Godsstråket, nuläge och nollalternativ, delsträcka 2 (blå) i Figur 5

Tabell 9. Trafikunderlag, Godsstråket, nuläge och nollalternativ, delsträcka 3 (grön) i Figur 5

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Hastighet [km/h]
Gods el	29	650	650	100
X50-54	14	150	150	130

Driftskede, prognosår 2050

Trafikflöden, längd på tåg samt maxhastigheter för respektive tågtyp för planerat Godsstråk redovisas i Tabell 10.

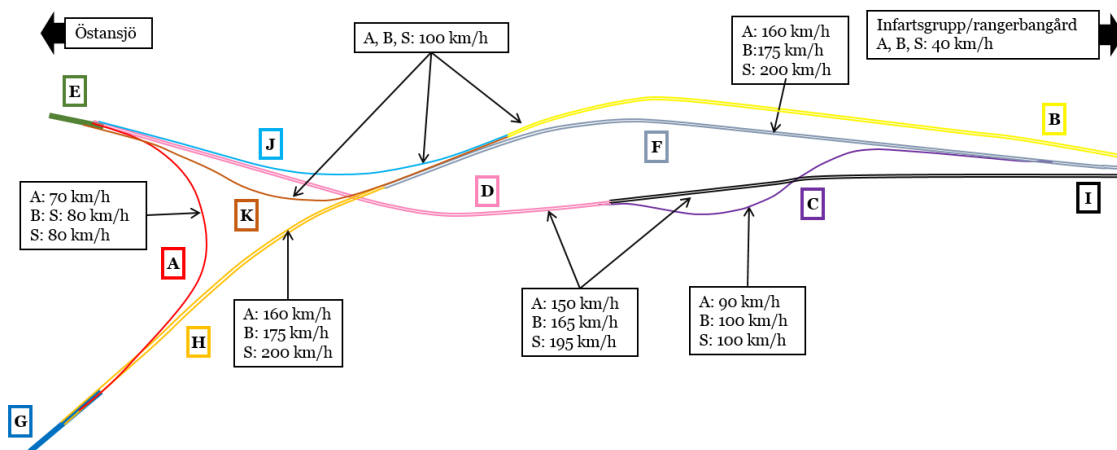
Tabell 10. Trafikunderlag, Godsstråket, driftskede

	Antal [tåg/årsmedeldygn]	Medellängd [m]	Maxlängd [m]	Maxhastighet [km/h]
Gods el	41	750	1000	160
Gods diesel	1	750	750	160
X52-53	14	150	150	200

Principiell skiss över utformning av spår samt STH för spår norr om tunneln där Västra stambanan och Godsstråket möts presenteras i Figur 6. Hastigheter för infartsområdet vid driftskede ansätts enligt Figur 6¹⁸. För övriga sträckor längs Godsstråket i driftskedet, som ej redovisas i Figur 6, gäller STH för spår: A-Tåg 160 km/h, B-Tåg 175 km/h och S-Tåg 200 km/h¹⁹.

¹⁸ WSP, email, Samuel Andersson, 28-03-05 med kompletterande information 2018-12-07

¹⁹ WSP, email, Samuel Andersson, 2018-10-19



Figur 6. Principiell skiss över utformning av spår norr om tunneln för driftskedet där Västra stambanan och Godsstråket möts. STH för aktuellt spår redovisas i bilden för A-, B- och S-tåg.

Fördelning av Godsstråk på de olika spåren vid infarten till Hallsberg presenteras nedan i Tabell 11²⁰. För namn på respektive spårlänk, se Figur 6.

Tabell 11. Fördelning av godståg för Västra stambanan och Godsstråket. För beskrivning av spårlänkar, se Figur 6

Västra stambanan		Godsstråket	
Spårlänk	Andel (%)	Spårlänk	Andel (%)
A	1	A	1
B	51	B	37
C	23	F	61
D	48	G	100
E	100	H	99
I	25	-	--
J	29	-	-
K	22	-	-

Övriga tåg (persontåg) trafikerar följande spår (för beskrivning av spårlänkar, se Figur 6):

- Västra stambanan: E-D-I
- Godsstråk: G-H-F

Söder om tunneln fördelas samtliga tåg lika mellan de två dubbelspåren.

Vägtrafik

Trafikunderlag för nuläge har erhållits från Trafikverket. För riksväg 50 har trafikunderlag erhållits från Trafikverkets vägtrafikflödeskarta (TIKK). Tillåtna hastigheter på respektive väg har erhållits från *Nationella vägdatasen* (NVDB) vilket

²⁰ WSP, email, Göran Hörnell, 2018-04-06

är en webbplats som drivs av Trafikverket och visar Sveriges vägnät med aktuella trafikregler.

För att erhålla trafikflöden för driftskedet och nollalternativet, prognosår 2050, har uppräknings gjorts utifrån nulägestrafik för år 2015. Uppräkningen har gjorts enligt Trafikverkets trafikuppräkningsstal för EVA (daterad 2018-04-01). Hastigheterna för prognosår 2050 antas vara densamma som hastigheterna för nuläget (år 2015).

Nuläge

ÅDT, andel tung trafik samt skyltade hastigheter för vägtrafik i nuläget redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Trafikunderlag, statliga vägar, nuläge, år 2015

	ÅDT	Andel tung trafik [%]	Hastighet [km/h]
Riksväg 50, norr	11 090	19	70-100
Riksväg 50, mitten	8 940	19	70-100
Riksväg 50, syd	8 500	20	70-100
Väg 529, väst	1 140	9	70
Väg 529, Östansjö	2 230	8	50-70
Väg 529, norr	7 510	7	50-80
Väg 608, norr	1 820	7	50-70
Väg 608, syd	1 000	8	70-80

Nollalternativ och driftskede, prognosår 2050

ÅDT, andel tung trafik samt skyltade hastigheter för vägtrafik i nollalternativet och driftskedet redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Trafikunderlag, statliga vägar, nollalternativ och driftskede, prognosår 2050

	ÅDT	Andel tung trafik [%]	Hastighet [km/h]
Riksväg 50, norr	15 384	23	70-100
Riksväg 50, mitten	12 401	23	70-100
Riksväg 50, syd	11 821	24	70-100
Väg 529, väst*	1 542	11	70
Väg 529, Östansjö	3 008	10	50-70
Väg 529, norr	10 102	9	50-80
Väg 608, norr	2 448	9	50-70
Väg 608, syd	1 349	10	70-80

* Utformning och placering av väg 529 för en sträcka om cirka 900 meter har för driftskedet uppdaterats där väg 529 korsar Godsstråket.

Kart- och terrängmaterial

Digitalt höjdsatta kartunderlag och fastighetskarta bygger på digitalt kartmaterial från Lantmäteriet²¹.

Höjdsatta spårlinjer för befintliga spår och underlag för planerat dubbelspår har erhållits från WSP²².

Underlag för spårlinjer och banvallar från Atkins projektering av dubbelspår genom Hallsberg har erhållits från WSP²³. Underlag för planerade banvallar och bullervallar har erhållits från WSP²⁴.

Uppdaterad utformning av riksväg 50 för driftskedet där riksvägen korsar det planerade Godsstråket har erhållits från WSP²⁵.

Byggnader har höjdsatts med schablonhöjder för respektive byggnadstyp i fastighetskartan enligt metodik redovisad i *Regional vägledning för kartläggning av omgivningsbuller i Stockholms län*²⁶.

Förutsättningar och antaganden för beräkning av luftburet ljud

Beräkningarna har genomförts i beräkningsprogrammet SoundPLAN version 7.4. I beräkningsprogrammet skapas en tredimensionell modell som inkluderar terräng, byggnader, vägar och spår. Beräkningarna tar hänsyn till hur terräng och byggnader påverkar ljudets utbredning, vilket innebär att reflektioner och skärmning påverkar ljudutbredningen.

I beräkningarna behandlas marken som mjuk eller hård beroende på vilken områdestyp som anges i kartunderlaget. Beräkningarna tar inte hänsyn till eventuell dämpning på grund av buskar och träd.

Beräknade ljudnivåer vid fasad är definierade som frifältsvärden, alltså utan reflex i den egna fasaden. Riktvärdena för ljudnivåer utomhus är angivna som frifältsvärden, där alla beräkningspunkter enligt beräkningsmodellen har en svag positiv medvind från ljudkälla till mottagare för att ljudnivåerna inte ska underskattas. Vid beräkning av frifältsvärde vid fasad och uteplats av ekvivalent och maximal ljudnivå har tredje ordningens reflektioner ansatts.

Mottagarhöjd vid samtliga bostadshus har satts till 2 meter för första våningsplanet och sedan +3 meter för eventuellt tillkommande ytterligare våningsplan. Beräkningar i markplan har gjorts 2 meter över mark med upplösningen 5 meter × 5 meter med 1a ordningens reflektioner.

²¹ Lantmäteriet, levererat 2018-02-09

²² WSP, delgivet 2019-02-05 (BAN 203–208 N1U1) och 2019-07-05 (BAN 720 003–214 W)

²³ WSP, email, Samuel Andersson, 2019-01-10 (BAN 200–204 P 1674) och 2019-01-21 (MARK 198–206 P 1674)

²⁴ WSP, delgivet, 2019-02-27 (MARK 111 005–007 U2); 2019-03-04 (MARK 111 003–005 U2); 2019-06-28 (MARK 111 013–214 V U2) och 2019-08-21 (MARK 111 009–012 V U2)

²⁵ WSP, delgivet 2016-12-13

²⁶ Rapport 2016:03, *Regional vägledning för kartläggning av omgivningsbuller i Stockholms län*, Centrum för arbets- och miljömedicin, 2016

Samtliga bullerskyddsskärmar utom bullerskyddsskärmarna på bron över Bladsjön har i samråd med beställaren ansatts som absorberande med ljudabsorption 10 dB på sidan närmast spåret. Bullerskyddsskärmarna på bron över Bladsjön har ansatts som reflekterande med ljudabsorption 1 dB.

Vid beräkningarna har sökradien 3 000 meter ansatts vid beräkning av frifältsvärde vid fasad och uteplats och 2 000 meter vid beräkningar i markplan.

Vid beräkning av ekvivalent ljudnivå har korrektion vid broar (+3 dB) och växlar (+6 dB) ansatts. Korrektion för växlar har ansatts för en spårlängd om 10 meter vid varje växel.

I de fall som överskridande av riktvärdet för maximal ljudnivå sker har hänsyn tagits till hur många överskridanden per timme eller natt som inträffar. Riktvärdet för uteplats får överskridas med maximalt 10 dBA, fem gånger per timme under dag- och kväll.

Riktvärdet inomhus får överskridas maximalt fem gånger per natt. Antal överskridanden har legat till grund till förslag av åtgärder.

Buller från spårtrafik

Beräkningar för buller från spårbunden trafik är utförda enligt Naturvårdsverkets rapport 4935, *Buller från spårbunden trafik – Nordisk beräkningsmodell 1996*²⁷.

Beräkningsmodellen för tågbuller gäller för sommarförhållanden och barmark vid medvindsförhållanden eller inversion. Beräkningsmodellen har en noggrannhet på upp till ±3 dB för avstånd på 300–500 meter.

Buller från vägtrafik

Beräkningarna har genomförts i enlighet med Nordisk beräkningsmodell som redovisas i Naturvårdsverkets rapport 4653, *Vägtrafikbuller, Nordisk beräkningsmodell reviderad 1996*²⁸.

Beräkning av buller från vägtrafik utgår enligt den Nordiska beräkningsmodellen från konstant flödande trafik utan inbromsande eller accelererande trafik vid korsning eller busshållplats. Ingen korrektion för mer eller mindre bullrande asfaltstyper har använts.

I den nordiska beräkningsmodellen för vägtrafikbuller anges att modellens giltighet är begränsad till avstånd upp till 300 meter från vägen och att den har en noggrannhet på ca 5 dB på 200 meters avstånd från källan i ett medvindsförhållande.

²⁷. Rapport 4935. *Buller från spårburen trafik, nordisk beräkningsmodell*. Naturvårdverket, 1996

²⁸. Rapport 4653, *Vägtrafikbuller, nordisk beräkningsmodell*, Naturvårdverket, 1996

Beräkningsnoggrannhet

Noggrannheten i utförda beräkningar beror på beräkningsnoggrannheten hos de Nordiska beräkningsmodellerna samt noggrannheten i använd indata såsom trafikuppgifter, vägstandard, höjdkurvor, placeringen av hus och husens höjder etc. Sammantaget ger detta, som bäst, en noggrannhet på ± 3 dB.

I dagsläget är STH för godståg 100 km/h vilket innebär att det endast finns indata för godståg i hastigheter upp till 100 km/h. Enligt trafikunderlaget kommer godstågen vid driftskede att ha en maximal tillåten hastighet på 160 km/h vilket har ansatts vid beräkningarna. Vid högre hastigheter än 100 km/h interpoleras ljudeffekten från tågen. Detta medför att ljudnivåerna från godstågen troligtvis överskattas vid beräkningarna.

Resultat

Resultatet av bullerberäkningarna för samtliga alternativ presenteras på bullerkartor i bilagor samt i bilagda bullertabeller. Beräkningsresultaten redovisas som:

- Ljudutredningskartor 2 meter ovan mark beräknat med 1a ordningens reflektion
- Tabeller där beräknad ljudnivå som frifältsvärde utomhus, inomhus, på uteplats samt åtgärdsförslag presenteras.

Avgränsning av bullerberörda

Avgränsning av bullerberörda visade att 51 byggnader beräknas vara bullerberörda enligt steg A. I steg E tillkom ytterligare 7 byggnader. Berörda redovisas i Bilaga 13–14. Av de berörda byggnaderna är samtliga bostäder. Bostäder som uppenbart är obebodda erbjuds inte åtgärder.

Totalt har uteplatser vid 151 fastigheter inventerats okulärt, 110 st söder om tunneln och 41 st norr om tunneln. Inga uteplatser söder om tunneln beräknas få maximala ljudnivåer över 80 dBA. På denna sträcka passerar färre än 5 tåg per timme under dag- och kväll vilket innebär att de uteplatser där den maximala ljudnivån beräknas ligga mellan 70–80 dBA inte behöver åtgärdas. Norr om tunneln där Västra stambanan ansluter till godsstråket passerar fler än 5 tåg per timme under dag och kväll vilket innebär att alla uteplatser som får överskridande av 70 dBA behöver åtgärdas. Totalt beräknas 28 uteplatser få överskridande av riktvärden och behöver åtgärdas, 21 st norr om tunneln och 7 st söder om tunneln som får överskridande av ekvivalent ljudnivå.

Inom området för utredningen finns byggnader med lokaltyperna bostäder, skolor och vårdlokaler, enligt definitioner i TDOK2014:1021. Hotell eller kontor finns inte inom området för utredningen.

Längs den planerade sträckan för godsstråket finns områden som är utpekade för friluftsliv. De friluftsområden som berörs i nuläget har ljudnivåer som överskrider riktvärdet för friluftsområden. I driftskedet kommer järnvägen att gå i tunnel under friluftsområden vid Breslättsåsen, Tystingeberget, Lindhult, Tripphultsbäcken, Motorp och Tripphultssjön, vilket kommer att minimera bullerstörningen i dessa områden. Tripphultsmon och Vissbodamon är områden som används frekvent för rekreation och

friluftsliv med flertalet motionsspår, skidspår och stigar. Riksväg 50 går igenom mitten av området och bidrar i nuläget till buller som medför en hög bakgrundsnivå. Jämfört med nollalternativet så försämras inte ljudmiljön nämnvärt vid driftskedet. Klockarhyttfältet som är beläget i planområdets sydöstra delar får något högre ljudnivåer vid driftskedet jämfört med nollalternativet där dubbelspåret ersätter enkelspåret i området.

Inga av de ovan nämnda friluftsområdena har i dagsläget en låg bakgrundsnivå och omfattas därför inte av riktvärdet för friluftsområden i TDOK 2014:1021. Det nya dubbelspåret bidrar inte till att ljudmiljön försämras i någon större utsträckning jämfört med nuläge och nollalternativet. Inga bullerskyddsåtgärder för friluftsområden har föreslagits i planen.

Jämförelse mellan beräkningsfall

Beräkningar har gjorts för nuläget, nollalternativet samt utbyggnadsalternativet. I Tabell 14 redovisas hur många bostäder som utsätts för ekvivalenta ljudnivåer över 55, 60 respektive 65 dBA vid fasad i de olika beräkningsfallen och i Tabell 15 redovisas hur många bostäder som utsätts för maximal ljudnivå över 70, 75 respektive 80 dBA vid fasad för samtliga beräkningsfall. I och med att det planerade godsstråket flyttas till en helt ny geografisk plats är siffrorna i tabellerna inte direkt jämförbara. De byggnader som påverkas i nuläge och nollalternativ kommer inte att påverkas i samma utsträckning i driftskedet och tvärtom. För att välja ut antalet byggnader som får ljudnivåer över en viss nivå har ett avgränsat område som täcker in både dagens befintliga spår och det tillkommande godsstråket använts. Beräkningarna är utförda utan spårtrafik genom centrala Hallsberg i samtliga fall.

Antalet byggnader som erhåller ekvivalenta ljudnivåer över riktvärden är likvärdigt i alla tre alternativen nuläge, nollalternativ och driftskede och något färre i alternativet driftskede med åtgärder.

Den största skillnaden kan ses i Tabell 15 för maximala ljudnivåer där totalt 846 stycken byggnader beräknas erhålla maximala ljudnivåer över 70 dBA i nuläget, 853 stycken i nollalternativet, 453 stycken i driftskedet och 429 stycken i driftskedet med föreslagna spårnära åtgärder. Maximala ljudnivåer från spårtrafiken erhålls då godståg passerar. Anledningen att betydligt färre påverkas av höga maximala ljudnivåer i driftskede är att spåren inte går genom tät bebyggelse i driftskedet. De antal som finns presenterade i

Tabell 15 säger inget om hur många gånger per dygn nivåerna förväntas överskridas. Det nuvarande godsstråkets kapacitet är idag nådd och där passerar 29 godståg/dygn. Vid framtidens godsstråk förväntas 42 godståg passera varje dygn. Det här innebär alltså att trots att hälften så få byggnader förväntas nås av maximala ljudnivåer över 70 dBA, förväntas dessa ljudnivåer överskridas fler gånger jämfört med dagsläget.

Tabell 14. Antal bostäder som utsätts för ekvivalenta ljudnivåer över 55, 60 respektive 65 dBA vid fasad på något våningsplan.

	Nuläge	Nollalternativ	Driftskede	Driftskede med åtgärder
50–60 dBA	194	197	203	179

60–65 dBA	68	79	75	72
> 65 dBA	21	27	25	25

Tabell 15. Antal bostäder som utsätts för maximala ljudnivåer över 70, 75 respektive 80 dBA vid fasad vid något våningsplan.

	Nuläge	Nollalternativ	Driftskede	Driftskede med åtgärder
70–75 dBA	499	502	275	278
75–80 dBA	226	228	116	93
> 80 dBA	121	123	62	58

Överväganden av bullerskyddsåtgärder

Bullerskyddsåtgärder har framtagits för att beräknade ljudnivåer i största möjliga mån ska efterfölja Trafikverkets riktlinjer, TDOK 2014:1021. Flera aspekter har vägts in i bedömningen av bullerskyddsåtgärder som gjorts i samråd med beställaren. Förutom effekt på ljudnivåer, teknisk möjlighet och ekonomisk nytta enligt

Infrastrukturpropositionen för framtida transporter 1996/97:53, har även intresseavvägning enligt miljöbalkens regelverk (Miljöbalken 2, 3 och 4 kapitlet) för aspekter som exempelvis markintrång, byggnadstekniska förutsättningar, geotekniska förutsättningar samt påverkan på landskapsbilden vägts in i bedömningen.

Vid bedömning av om en spårnära bullerskyddsåtgärd är tekniskt möjlig och inte ekonomiskt orimlig för en enskild fastighet har den bullerreducerande åtgärdens effekt för fastigheten vägts mot kulturmiljön, landskapsbild, naturvärden, värdet att bibehålla jordbruksmark och enskilda intressen. Om spårnära bullerskyddsåtgärd inte bedömts som rimlig har fastighetsnära åtgärder övervägts eller en kombination av dessa åtgärds typer.

Avsteg 1 enligt avstegstrappan i TDOK 2016:0246, *”Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad på övre våningsplan”* har tillämpats för enligt Bilaga 16. Motivering till avsteget baseras på att den skärnhöjd som krävs för att klara ljudnivåerna på de övre våningsplanen blir väldigt hög vilket kan skapa en barriäreffekt och ha en negativ påverkan på landskapsbilden. I vissa fall har avsteg gjorts enligt avsteg 2 *”Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad vid markplan”* med hänvisning till teknisk möjlighet och/eller ekonomisk rimlighet, motivering ges i kapitlet nedan. Avsteg enligt steg 3 och 4 har inte gjorts. Totalt har avsteg gjorts för 14 av de 51 bullerberörda bostadshusen, se Bilaga 16.

Nedan presenteras olika typer av åtgärdsförslag som på något sätt har utretts i detta projekt.

Spårnära åtgärder

Två typer av spårnära åtgärder har utvärderats.

Bullerskyddsskärmar och bullervallar

Genomförda utredningar gällande spårnära åtgärder i form av bullerskärmar och bullervallar redovisas i Bilaga 16. Beräkningar och samhällsekonomiska överväganden har visat att spårnära åtgärder i form av bullerskärmar och bullervallar i de flesta fall inte är aktuella inom planen. Den främsta orsaken till detta är att det inte finns samlad bebyggelse längs järnvägssträckan. Söder om tunneln vid Karintorp och Västra Å där en något mer samlad bebyggelse finns rekommenderas bullerskyddsåtgärder i planen.

Spårnära åtgärder som föreslås består av vallar och bullerskyddsskärmar.

Bullerskyddens höjd avser höjd över rälsöverkant (RÖK), om inget annat anges.

Utformning av vallarna har tagits fram i samråd med ansvariga för järnvägsprojekteringen. Föreslagna vallar och bullerskyddsskärmar är placerade med hänsyn till förutsättningarna på platsen, avståndet till spårmitt skiljer därför mellan åtgärderna. Vid framtagande av spårnära åtgärder har varierande längd och höjd på vallar och bullerskyddsskärmar testas för att optimera effekten av åtgärden. Föreslagna spårnära bullerskyddsåtgärder presenteras i Tabell 16. Åtgärdernas investerings- och underhållskostnader har beräknats med hjälp av schabloner hämtade från järnvägs-BUSE version 3.0, Trafikverkets verktyg för att bedöma samhällsekonomisk lönsamhet av bullerskyddsåtgärder.

Tabell 16. Föreslagna spårnära bullerskyddsåtgärder

Bullerskyddsåtgärd	Område	Sträcka	Längd [m]	Höjd över RÖK [m]	Kostnad [tkr]
Bullervall	Karintorp	Km 11 + 411 – Km 11 + 660	249	4	2800
Bullerskyddsskärm	Karintorp	Km 12 + 48 – Km 12 + 651	603	2	5822
Bullerskyddsskärmar (2 st, en på vardera sida om bro)	Bro över Bladsjön	Km 12 + 651 Km 12 + 936	285	2	5503
Bullerskyddsskärm / bullervall	Å	Km 12 + 935 – Km 13 + 252	167/186	2/3,5	1992
					Totalt: 16 117 tkr

Vägnära åtgärder

Vägnära åtgärder har generellt inte utretts inom järnvägsplanen. Vid en av fastigheterna, Sumpen 1:2 överskrids riktvärden både från godsstråket och riksväg 50. Vägnära åtgärder i form av bullerskärm har utretts vid fastigheten. Sydost om fastigheten finns en trafikplats som begränsar längden på skärmen och dess bullerreducerande effekt beräknades inte vara tillräcklig för att uppfylla riktvärdet vid fasad och valdes därför bort. Genomförd utredning av bullerskärm redovisas i Bilaga 16.

Fastighetsnära åtgärder

Som fastighetsnära åtgärder räknas åtgärder på fasad, exempelvis byte av fönster, byte av väggventiler, tilläggsisolering av yttervägg samt åtgärder för att erhålla en från buller skyddad uteplats. Att bygga fastighetsnära vallar eller skärmar har inte setts som ett

alternativ. Åtgärder som vallar och skärmar ger också bäst effekt när de anläggs nära bullerkällan. En vall eller skärm vid fastighet blir ofta hög för att ge ett gott resultat och upplevelsen blir inte sällan att bostaden känns inträngd. Åtgärden kräver också ett frivilligt avtal med fastighetsägaren.

Beräkningar av ljudnivå inomhus och vid uteplats har gjorts utifrån underlag insamlat vid den utvändiga och den fördjupade inventeringen²⁹ samt beräknade ljudnivåer vid fasad. Beräknade ljudnivåer inomhus och på uteplats samt vilka fastigheter som föreslås erbjudas fastighetsnära åtgärder redovisas i Bilaga 13. Fastighetsnära åtgärder som föreslås är fönster, ventil, väggåtgärder och uteplatsåtgärder. För befintliga uteplatser intill bostäder bör riktvärden uppnås på minst en uteplats. I de fallen en iordningställd uteplats saknas och ljudnivåer överskrider riktvärdena vid någon fasad på plan 1 erbjuds fastigheten en bullerskyddad uteplats i form av en standarduteplats, enligt *Typritning 1-55-670-01*³⁰.

Vid beräkningarna av ljudnivåer inomhus är en vedertagen schablon att en normal fasad dämpar 30 dB(A). Det är rimligt att kunna förvänta sig att fastighetsägaren ansvarar för att upprätthålla en generell fasadisolering.

För att översiktligt kunna beräkna åtgärdskostnaden för varje fastighet har följande schablonkostnader hämtade från järnvägsBUSE, version 3.0 använts:

- Fönsterbyte: 13 100 kr/st
- Ljuddämpad insats i befintligt borrarat hål genom vägg: 3 500 kr/st
- Ljuddämpande entrédörr: 11 700 kr/st
- Tilläggsisolering med fristående innervägg, en vägg: 35 000 kr/st
- Uteplatsåtgärd 60 000–100 000 kr

Vid den fördjupade utredningen utfördes beräkningar för att uppfylla riktvärden inomhus i samtliga bostadsrum. Trafikverket kan utföra följande åtgärder för att förbättra fasadens ljudreduktion:

- Invändig förstärkning av ljudreduktion av väggar och snedtak genom montage av dubbla lager fibergips
- Invändig förstärkning av ljudreduktion av väggar och snedtak genom montage av akustikprofil och dubbla lager fibergips

För att bedöma kostnaden för dessa åtgärder har schablon för tilläggsisolering av fristående innervägg använts. Bidraget baseras på kostnader för invändig tilläggsisolering. Totalt har 38 bostadshus inventerats fördjupat varav 20 av dessa föreslås få fasadnära åtgärder för att uppfylla riktvärden inomhus. Föreslagna fasadnära åtgärder redovisas i Tabell 17.

²⁹. Inventeringar utförda av WSP 2018 och 2019

³⁰. *Typritning, Lokal bullerskyddsskärm*, Trafikverket och Cowi, 2012-03-20

Tabell 17. Föreslagna fasadnära bullerskyddsåtgärder

Fastighet	Bullerskyddsåtgärd	Sträcka	Kostnad [kr]
Hult 1:11	Byte av 8 st fönster Tilläggsisolering i 5 bostadsrum	Km 4+500	349 800
Äspsätter 1:7	Byte av 8 st fönster	Km 5+600	104 800
Tälle 1:16	Byte av 7 st fönster Invändig tilläggsisolering	Km 5+700	476 700
Tälle 1:17	Byte av 2 st fönster	Km 5+700	26 200
Sumpen 1:2 A	Byte av 8 st fönster Byte av 1 fönsterdörr Eventuellt behövs invändig tilläggsisolering	Km 5+900	117 900
Sumpen 1:2 B	Byte av 4 st fönster Byte av 1 st dörr	Km 5+900	64 100
Handberga 1:1 A	Byte av 2 st fönster	Km 6+100	26 200
Perstorp 1:2	Byte av 7 st fönster	Km 6+100	91 700
Perstorp 1:3	Byte av 8 st fönster Invändig tilläggsisolering	Km 6+500	419 800
Perstorp 1:6	Byte av 18 st fönster Invändig tilläggsisolering	Km 6+500	585 800
Perstorp 1:7	Byte av 7 st fönster Byte av 2 st fönsterdörrar	Km 6+500	117 900
Karintorp 1:74	Byte av 2 st ventiler	Km 12+300	7000
Karintorp 1:76	Byte av 3 st fönster Tilläggsisolering 1 vägg	Km 12+400	74 300
Karintorp 1:90	Byte av 2 st ventiler	Km 12+400	7000
Å 1:28	Byte av 7st fönster Invändig tilläggsisolering vägg + tak	Km 13+000	546 700
Å 1:48	Byte av 6 st fönster	Km 13+000	78 600
Å 1:43	Byte av 1 fönster	Km 13+000	13 100
Estabo 1:384	Byte av 6 st fönster Invändig tilläggsisolering 1 vägg	Km 15 + 700	113 600
Stenkumla 1:13	Byte av 11 st fönster Byte av 1 fönsterdörr Byte av 1 dörr Invändig tilläggsisolering vägg + tak	Km 15+800	575 800
Stenkumla 1:14	Byte av 10 st fönster Byte av 2 st dörrar Invändig tilläggsisolering vägg + tak	Km 15+900	679 400
Stenkumla 1:10	Byte av 8 st fönster Invändig tilläggsisolering vägg i 6 bostadsrum + tak	Km 16 + 400	664 800
			Totalt: 5 049 500

En uteplats kan skyddas antingen genom att den flyttas till ett bättre läge i trädgården eller genom en lokal skärm. Med uteplats avses en privat eller gemensamt iordningställd yta som till exempel altan, terrass eller liknande som ligger i direkt anslutning till bostaden. I denna utredning ges förslag till uteplatsåtgärd i de fall där riktvärde överstigs vid nuvarande uteplats.

I denna järnvägsplan beräknas 28 uteplatser behöva någon form av uteplatsåtgärd, se Tabell 18. Med schablonkostnad för uteplatsåtgärd beräknas den totala kostnaden bli som högst ca 2 800 000 SEK.

Tabell 18. Fastigheter med bullerberörd uteplats där uteplatsåtgärd föreslås.

Fastighet	Sträcka	Fastighet	Sträcka
Hult 1:4	Km 5+100	Perstorp 1:3	Km 6+500
Äspsätter 1:18	Km 5+400	Perstorp 1:6	Km 6+500
Tälle 2:2	Km 5+500	Perstorp 1:7	Km 6+500
Tälle 1:18	Km 5+500	Laggartorp 2:1	Km 206+500 (Västra stambanan)
Äspsätter 1:16	Km 5+600	Södra Höga 1:5	Km 206+600 (Västra stambanan)
Äspsätter 1:15	Km 5+700	Södra Höga 1:6	Km 206+600 (Västra stambanan)
Äspsätter 1:7	Km 5+700	Södra Höga 1:16	Km 206+600 (Västra stambanan)
Handberga 1:2	Km 5+700	Estabo 1:344	Km 15+300
Tälle 1:16	Km 5+700	Estabo 1:17	Km 15+600
Tälle 1:17	Km 5+700	Estabo 1:384	Km 15+700
Sumpen 1:2	Km 5+900	Stenkumla 1:13	Km 15+800
Handberga 1:1 A	Km 6+100	Stenkumla 1:14	Km 15+900
Handberga 1:1 B	Km 6+100	Stenkumla 1:10	Km 16+400
Perstorp 1:2	Km 6+100	Stenkumla 1:16	Km 214+200

Förvärv

Trafikverket kan inte lösa in bostadshus på grund av buller, eftersom buller inte anses kunna ligga till grund för en tvångsåtgärd. Däremot kan förvärv erbjudas. Förvärv ska övervägas om det inte med bullerskyddsåtgärder går att nå de högsta acceptabla ljudnivåer som presenteras under Bedömningsgrunder. Förvärv ska även övervägas om kostnader för skyddsåtgärder överskrider summan av bostadsfastighetens halva marknadsvärde och eventuell kostnad för att riva en eller flera byggnader.

Förvärv är aktuellt vid två fastigheter inom planen, Tälle 3:1 och Stenkumla 1:17. Med resultat från den fördjupade utredningen beräknades maximal ljudnivå inomhus överskrida 55 dBA för de båda fastigheterna och bedöms inte kunna uppfylla riktvärdet med de åtgärder som normalt tillämpas.

Buller vid Bangård

WSP Akustik har på uppdrag av Trafikverket gjort en bullerberäkning för verksamhetsbullret från infartsgruppen och rangerbangården vid Hallsbergs tågstation. Denna utredning är en del av Trafikverkets projekt Hallsberg-Stenkumla.

Infartsgruppens och rangerbangårdens syfte är att ta emot godståg och rangera om vagnarna som kopplas på till andra godståg och sedan fortsätter mot godsets slutdestination. Figur 1 visar lokalisering av aktuellt område för utredning.



Figur 7. Lokalisering av aktuellt område för utredning. Röd cirkel markerar infartsgruppen samt rangerbangården. Illustrationen är tagen från hitta.se.

Proceduren går till på följande sätt: Godståg med vagnar ämnade för olika destinationer anländer till infartsgruppen. Vagnarna kopplas ifrån godsloket, separeras sekventiellt för respektive destination och knuffas sedan över ett krön med hjälp av ett diesellok. Vagnarna rullar sedan nerför krönets backe och växlas in på separata parallella spår på rangerbangården. Vagnarna bromsas in och kopplas samman innan de plockas upp av andra godslok som sedan transporterar godset vidare till slutdestination. Buller skapas av följande källor:

- Dieselloket när det accelererar vagnarna över krönet.
- Växlar som slår om.
- Bromsskrik när vagnarna bromsas in.
- Hjul mot räl, särskilt i kurvpartier.

Bedömningsgrunder

Nedan redovisas gällande bedömningsgrunder.

Buller från rangering av spårfordon på bangårdar bör räknas som industribuller i första hand. Den förbipasserande trafiken genom bangården bör dock räknas som spårtrafikbuller. Tabell 1 är tagen från Naturvårdsverkets rapport 6538 "Vägledning om industri – och annat verksamhetsbuller" och är i detta fall vägledande.

Tabell 19. Ljudnivå från industri/verksamhet, frifältsvärde.

	L _{eq} dag (06-18)	L _{eq} kväll (18-22) samt lör-, sön- och helgdag (06- 18)	L _{eq} natt (22-06)
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50 dBA	45 dBA	40 dBA

Utöver detta gäller:

- Maximala ljudnivåer ($L_{Fmax} > 55$ dBA) bör inte förekomma nattetid klockan 22-06 annat än vid enstaka tillfällen.
- Vissa ljudkaraktärer är särskilt störningsframkallande. I de fall verksamhetens buller karakteriseras av ofta återkommande impulser som vid nitningsarbete, lossning av metallskrot och liknande eller innehåller ljud med tydligt hörbara tonkomponenter bör värdena i tabell 1 sänkas med 5 dBA.
- I de fall den bullrande verksamheten endast pågår en del av någon av tidsperioderna ovan, eller om ljudnivån från verksamheten varierar mycket, bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för den tid då den bullrande verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid kortare händelser.

Underlag

Underlag som använts i utredningen redovisas nedan.

Spårtrafik

Trafikunderlaget för spårtrafik som ligger till grund för beräkningarna har tagits från Trafikverkets fastställelsehandling "Dubbelspårsfunktion för Godsstråket genom Bergslagen, delen genom Hallsberg" – 2019-03-24³¹. Där redovisas antal godståg som passerar per dygn uppräknat för prognosår 2050 samt hur stor andel procent som ska till rangering. Tågtyp, tåglängd samt hastighet har antagits utifrån tillhandahållen information från Trafikverket.

³¹https://www.trafikverket.se/contentassets/5f6caae7668e400a9a29413464a21566/miljo_beskrivning.pdf

Tågtyp, tåglängd samt hastigheter tillsammans med trafikflöde till utredningsalternativet för prognosår 2050 redovisas i Tabell 20.

Tabell 20. Trafikinformation för spårtrafik, prognosår 2050.

Tågtyp	Antal (tåg/dygn)	Medellängd (m)	Hastighet (STH) (km/h)
S-GoodsDi	80	50	30

Verksamheten antas pågå dygnet runt. Dieselloket har antagits köra vagnarna en sträcka av cirka 100m relativt rakt innan vagnarna når toppen på krönet. Därefter rullar vagnarna förhållandevis ljudlöst ned på andra sidan krönet och in i rangerbangården. En korrektion för växlar på 6 dB samt bromsskrik på 9 dB görs när vagnarna rangeras inne på rangerbangården. Vagnarna dras sedan relativt ljudlöst på separata spår och kopplas ihop med nya lok. I beräkningen har ett värsta fall antagits, där vagnarna rullar in på spåren närmast Västra Storgatan och bostäderna.

Kart- och terrängmaterial

Digitalt höjdsatta kartunderlag, fastighetskarta samt spårlinjer och spårhöjder för befintligt enkelspår bygger på digitalt kartmaterial från Metria 2018.

Beräkningar

Beräkningarna av buller har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet SoundPLAN version 8.0. I beräkningsprogrammet skapas en tredimensionell modell som inkluderar terräng, byggnader och spår. Beräkningarna tar hänsyn till hur terräng och byggnader påverkar ljudets utbredning, vilket innebär att reflektioner och skärmning påverkar ljudutbredningen.

Beräkningar för buller från spårbunden trafik är utförda enligt Naturvårdsverkets rapport *Buller från spårbunden trafik – Nordisk beräkningsmodell 1996* rapport 4935³². Beräkningsmodellen för tågbuller gäller för sommarförhållanden och barmark vid medvindsförhållanden eller inversion. Beräkningsmodellen har en noggrannhet på upp till ± 3 dB för avstånd på 300-500 meter.

I beräkningarna behandlas marken som både hård och mjuk beroende på terräng (vägar och spår behandlas som hårda). Beräkningarna tar inte hänsyn till eventuell dämpning på grund av buskar och träd. Detta innebär att man för mottagare har beräknat för ett bullrigt läge, då eventuella mindre ytor med mjuk mark för individuella byggnader och våningsplan kan innebära lägre lokala ljudnivåer i praktiken.

Bullerspridning visad i form av färgfält är beräknade inklusive samtliga reflexer. Ljudnivåer vid fasad är beräknade som frifältsvärden, alltså utan reflex i den egna

³² Rapport 4935. *Buller från spårburen trafik, nordisk beräkningsmodell*. Naturvårdsverket, 1996

fasaden. Riktvärdena är angivna som frifältsvärden, vilket innebär att det endast är beräknade ljudnivåer vid fasad som är jämförbara med riktvärdena.

Beräknade ljudnivåer vid fasad är definierade som frifältsvärden där alla beräkningspunkter enligt beräkningsmodellen har en svag positiv medvind från ljudkälla till mottagare för att ljudnivåerna inte ska underskattas.

Vid beräkning av frifältsvärde vid fasad har tredje ordningens reflektioner använts och vid beräkning av ljudnivån för uteplats, 2 meter över mark, har tredje ordningens reflektioner använts. Mottagarhöjd vid samtliga bostadshus har satts till 2 meter för första våningsplanet. Beräkningar i markplan har gjorts 2 meter över mark med upplösningen 5x5 meter.

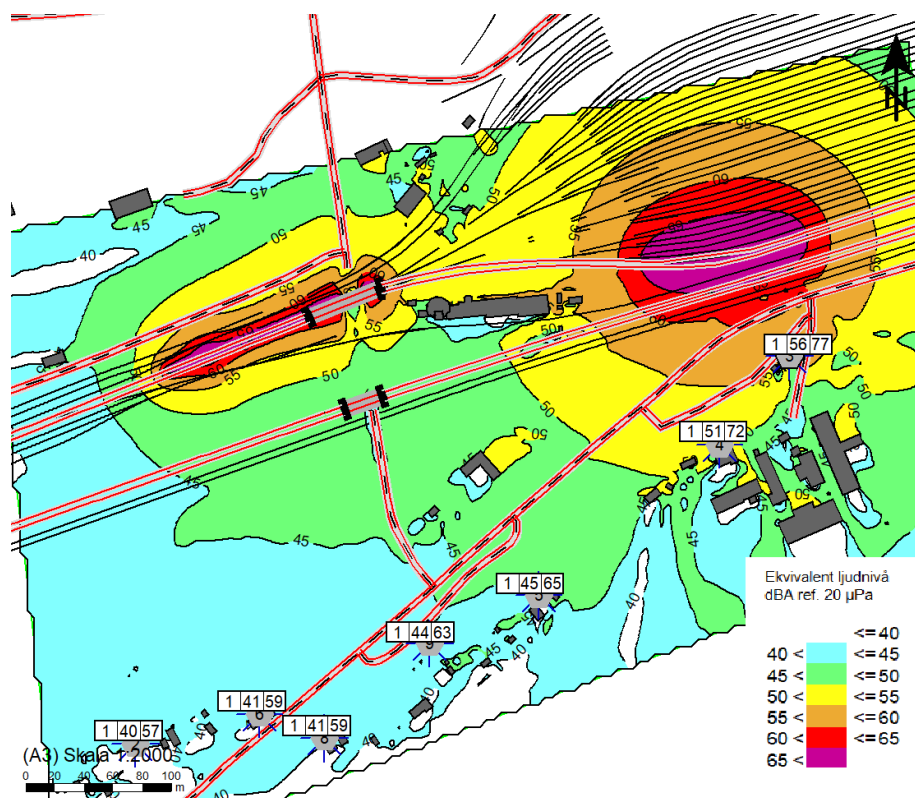
Beräkningar av maximal ljudnivå har baserats på en 95-percentil.

Beräkningsnoggrannhet

Noggrannheten i utförda beräkningar beror på beräkningsnoggrannheten hos Nordiska beräkningsmodellen samt noggrannheten i använd indata såsom trafikuppgifter, vägstandard, höjdkurvor, placeringen av hus och husens höjder etc. Sammantaget ger detta, som bäst, en noggrannhet på ± 3 dB.

Resultat

Resultatet redovisas i Figur 8 i form av bullerkarta. Färgfältet visar bullerspridningen över området för ekvivalent ljudnivå. Ljudnivåtabell 21 visar beräknad ekvivalent ljudnivå samt maximal ljudnivå vid utvalda bostadsfastigheter.



Figur 8. Urklipp ur beräkningsprogram.

För infartsgruppen visar beräkningen att ekvivalent ljudnivå faller inom riktvärdet enligt Naturvårdsverkets rapport 6538 "Vägljud om industri – och annat verksamhetsbuller". Detta gäller för bostadsfastigheterna sydväst om rangerbangården och direkt söder om infartsgruppen för verksamhet dag och kvällstid. Däremot bör ej verksamhet förekomma nattetid då riktvärdet för maximal ljudnivå överskrids med 2-10 dBA vid ett flertal av dessa fastigheter.

För rangerbangården visar beräkningen vidare att riktvärdet för ekvivalent ljudnivå kommer att överskridas vid närmaste bostäder både dag, kväll och nattetid om spåren på rangerbangården närmast Västra Storgatan används för rangering. Vid Västra Rösätter 1:1 som är den mest utsatta fastigheten överskrids riktvärdet dagtid med 6 dBA. Om spår längre norrut används så finns större chans att ljudnivåerna faller inom riktvärdet dagtid. Det bör också nämnas att ljudkaraktären för bromsskrik från tåg kan komma att klassas som särskilt störningsframkallande vilket medför att riktvärdet sänks med 5 dBA. Naturvårdsverket anger också att den maximala ljudnivån ej bör överstiga 55 dBA nattetid vilket innebär att om identisk verksamhet med dagtid sker under natten så kommer riktvärdet för maximal ljudnivå nattetid vid Västra Rösätter 1:1 att överskridas med 22 dBA.

I Tabell 21 redovisas beräknad ljudnivå för fastigheter som påverkas av verksamhetsbullret.

Tabell 21. Påverkade bostadsfastigheter av verksamhetsbullret.

Fastighet	Ekvivalent ljudnivå (dBA)	Maximal ljudnivå (dBA)
LILLA ÄLBERG 1:4	40	57
RÖSÄTTER 1:1	56	77
RÖSÄTTER 1:2	44	63
RÖSÄTTER 1:4	45	65
RÖSÄTTER 1:9	49	69
STORA ÄLBERG 1:22	41	59
STORA ÄLBERG 1:24	39	58
TOMTA 1:19	41	59
TOMTA 1:38	38	56
TOMTA 1:44	44	63
TOMTA 1:45	39	58

Kommentarer

En enklare beräkning för buller från vägtrafik på Västra Storgatan gjordes som en jämförelse mot verksamhetsbullret från infartsgruppen och rangerbangården. Beräkningen utfördes i Trivector's program *Buller Väg II*. Trafikunderlag har tillhandahållits av Trafikverkets vägdatabas *Tindra* och kommer från en uppmätning av trafik år 2012. Trafikdata för vägen som inkluderas i beräkningen presenteras i Tabell 22.

Tabell 22. Trafikinformation för vägtrafik.

Väg	ÅDT (antal fordon)	Andel tung trafik (%)	Hastighet (km/h)
Västra Storgatan	2150	15	70

Beräkningen visar att för de närmsta bostäderna som kommer vara påverkade från verksamhetsbullret så kommer fortfarande vägen att vara dimensionerande bullermässigt. Vid Västra Rösätter 1:1 som är mest påverkad av verksamhetsbullret beräknades ljudnivån från Västra Storgatan vara 60 dBA i ekvivalent ljudnivå respektive 78 dBA i maximal ljudnivå vilket fortfarande är högre än vad verksamheten bidrar med. För resterande bostäder sydväst längs vägen bedöms verksamhetsbullret vara försumbar i jämförelse med vägtrafikbullret.

Förstudie Buller i Byggskede

Sammanfattning

I detta PM med tillhörande bilagor redovisas beräkningar av buller i byggskedet vid byggnationen med dubbelspår på sträckan Hallsberg-Stenkumla. PM't är ett underlag till miljökonsekvensbeskrivning tillhörande järnvägsplan. Ljudnivåer omfattar luftljud och stomljud från de olika momenten vid byggarbetsplatser längs med det planerade spåret samt ljudnivåer från byggtransporter.

Totalt beräknas 25 byggnader få en ljudnivå överskridande riktvärdet dagtid om 60 dBA från luftburet byggbuller där bullerkällan består av maskiner vid byggarbetsplats och byggtrafik. Av de 25 byggnaderna innehåller 24 bostäder och en verksamhet.

Byggtrafiken beräknas inte orsaka överskridande av riktvärden förutsatt att transporter inte förekommer nattetid. Ökningen av dygnsekvivalent trafikbuller på grund av tillkommande byggtrafik på väg 50 bedöms inte vara urskiljbar.

Stomljud från tunneldrivning och bergschakt förväntas orsaka överskridande av riktvärde kvällstid i en bostadsfastighet. I övrigt förväntas inte några överskridanden.

Inledning

Syfte

Syftet är att i ett tidigt skede få en överblick över buller i byggskedet och påverkan på fastigheter och verksamheter. PM:et ger underlag till att identifiera vilka fastigheter som riskerar byggbuller överskridande gällande riktvärden.

Avgränsningar

Avgränsningsområdet för byggbullerberäkning avser bedömt påverkansområde där fastigheter med beräknade ljudnivåer över riktvärden redovisas i tabellerna. De bostäder som kommer att lösas in redovisas inte. Komfortstörande vibrationer redovisas inte för byggtiden då det inte finns några riktvärden att förhålla sig till. Vibrationer som riskerar orsaka skada på byggnader hanteras i Vibrationerskapitlet.

Definition av byggbullernivå är den ekvivalenta ljudnivån under den tid det bullriga arbetet pågår. Det som inte ingår i ekvivalentnivån är avbrott i verksamheten, flyttning av utrustning etcetera.

Underlagsmaterial

Nedan redovisas de underlag som används.

- A. 7045-906-025 PM tunnelproduktion – konsekvenser för tunnelproduktion vid drivning enbart från norr, WSP Sverige AB, bergteknik, (2018-10-12)
- B. Enligt Robert Engström (Retec.se, mejl 2019-02-25) är det önskvärt kunna driva tunnel dygnet runt alla dagar i veckan.
- C. Upplagsytor och transportvägar, Trafikverket (2019-06-14).
- D. Produktionstidsplan från Rifat Al Obaidy, Project Manager på WSP (2018-10-31).

- E. Transportflöden från Rifat Al Obaidy, Project Manager på WSP (2019-02-04).
- F. Höjdkarta och fastighetsinformation från Metria.
- G. Beräkningsdata bullerkällor från "Update of noise database for prediction of noise on construction and open sites, (DEFRA), Department for environment food and rural affairs, 2005."

Bedömningsgrunder

Villkor för buller i byggskedet som kommer att gälla för projekt Hallsberg-Stenkumla fastställs i miljödom. Riktvärden för byggbuller finns i Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (NFS 2004:15), se Figur 9 och 10.

Område	Helgfri måndag-fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag	Kväll	Dag	Kväll	Natt	
	07-19	19-22	07-19	19-22	22-07	
	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{AFmax}
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	70 dBA
<i>Inomhus (bostadsrum)</i>	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Vårdlokaler						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Undervisningslokaler						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	60 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	40 dBA	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet¹⁾						
<i>Utomhus (vid fasad)</i>	70 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	-	-	-	-	-

¹⁾ Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

Figur 9. Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2004:15).

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

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

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

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

Tillämpningsanvisningar till riktvärdena

Riktvärdena är en utgångspunkt och vägledning för den bedömning, som görs i varje enskilt fall. Särskilda skäl kan medföra att avsteg kan behöva göras, såväl uppåt som nedåt, från de angivna riktvärdena.

Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan innehållas.

I det fall riktvärden för buller utomhus kan innehållas behöver man normalt inte kontrollera riktvärdena för buller inomhus då normal fasadisolering bör innebära att dessa bullerriktvärden kan innehållas.

Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för trafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller.

Bindande bestämmelser för byggverksamhet kan finnas i lokala föreskrifter i kommunen med längre gående krav på bullernivåer eller tid då arbetet får bedrivas.

Figur 10 Villkorstext till tabell 1. Utdrag ur NFS 2004:15.

Utöver detta kan särskilda skäl motivera avsteg från riktvärdena;

För byggverksamhet som pågår i högst två månader bör 5 dBA högre värden kunna tillåtas. Det gäller korta bygguppdrag som borring, spontning och pålning.

Vid enstaka kortvariga händelser som pågår högst 5 minuter per timme bör upp till 10 dBA högre nivåer kunna accepteras. Men detta bör inte gälla på kvällar eller nätter.

Även om verksamheten både är begränsad i tiden och innehåller kortvariga störningar bör bullernivån ändå inte höjas mer än sammanlagt högst 10 dBA.

Om det inte går att uppfylla riktvärdena för buller utomhus med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målet vara att åtminstone uppfylla riktvärdena för buller inomhus.

Byggtrafiken består både av lastbilar och dumpers. Dessa transporter har på allmän väg beräknats som byggbuller. Buller till och från byggplatsen bör enligt Naturvårdverkets allmänna råd (2004:15) bedömas som trafikbuller och inom byggplatsen som byggbuller men vid lång byggnationstid kan det dock vara rimligt att betrakta trafik på mindre vägar utanför byggarbetsområden som buller från byggplats, i likhet av hur trafik till och från en täkt beräknas som industribuller. Se Figur 11.

Riktvärden för trafik

Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter riktvärdena för trafikbuller. Men trafik inom byggplatsen räknas som byggbuller.

Figur 11. Riktvärden för byggtrafik. Utdrag ur NFS 2004:15. .

Förutsättningar

Luftburet buller

All verksamhet inom luftburet byggbuller förutsätts pågå under dagtid 07–19.

Jordschakt, bergschakt, bergborrning, pålning, krossning och transporter av lastbil samt dumper har beräknats i modellen som byggbullerkällor.

Bullerkällorna har i beräkningsprogrammet implementerats som area- eller linjekällor på de område där verksamheten förväntas pågå. För olika beräkningspunkter fås högsta ljudnivån från en punktkälla på arean eller linjen, oftast beroende på kortast avstånd men även eventuell skärmning tas hänsyn till. Detta utgör, för varje beräkningspunkt och varje bullerkälla, ett värsta fall. Bullerkällornas indata redovisas i Tabell 23. Beräkningsdata kommer från en databas, se underlag G.

Tabell 23. Moment och dess indata som använts i beräkningsmodellen.

Moment	LWA (dB re 1 pW)	Höjd över mark (m)	Frekvensspektrum linjärt (Hz)							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Jordschakt	107	2	113	106	105	105	101	99	96	91
Bergschakt	120	2	106	110	110	109	112	115	113	113
Bergborrning	120	2	106	110	110	109	112	115	113	113
Pålning	120	4	128	121	116	115	115	114	109	96
Krossning	122	4	127	125	123	122	115	109	104	100
Dumper*	109	1,5	118	115	105	107	103	101	95	91
Lastbil*	109	1,5	124	110	102	101	105	100	99	92

(*) Maximal ljudeffekt för lastbilspassage och dumper med hastighet 30 km/h. På 10 meters avstånd är motsvarande maximal ljudnivå omkring 81 dBA och ekvivalent ljudtrycksnivå för 12 passager per timme omkring 62 dBA.

Beräkningspunkter har använts för varje byggnads våningsplan och i vissa fall har flera punkter använts på samma hus för olika fasader för att finna den högsta ljudnivån.

Beräkningspunkterna är satta till 2 meter som avser fönstrets överkant för att påvisa ett värsta fall.

Byggtransporter

Enligt beräkningar kommer trafikbullret på riksväg 50 att marginellt öka. Totalt ÅDT på riksväg 50, år 2015 är 8940 f/åmd med andelen tung trafik på 18,8%. Med antagande att andelen tung trafik ökar med 240 lastbilar per dygn beräknas³³ dygnsekvivalent ljudnivå öka med 0,3 dBA vilket inte bedöms vara urskiljbart. Maximala ljudnivåer är oförändrade.

Lastbil och dumper beräknas som linjekällor med en hastighet på 30 km/h på enskilda grusvägar/byggvägar och 90 km/h på större, allmän väg. Bullerkällornas indata redovisas ovan i Tabell 23. Enligt underlag beräknas byggtrafiken ha mellan 4–10 fordonsrörelser per timme beroende på sträcka. Delsträckorna redovisas i bilaga 22–25.

Transport av schaktmassor i början av projektet sker mest på allmänna vägar med trailers alternativ lastbil+släp. Efter att tunneln är klar sker transport på spårlinje via tunnel med dumper.

År 1-3: Transport sker med trailer eller bil+släp via riksväg 50 samt Hallsbergvägen. Schaktmassor från förskärning vid norra tunnelmynningen fraktas först med dumper till närmaste upplagsyta. Där omlastas massorna till trailers. Massorna körs till område 1, öster om väg 50 för att bygga järnvägsbank.

År 2-3: Del av schaktmassor från förskärningen körs med dumper på spårlinje till delområde 2 och södra delen av delområde 4.

År 3-4: Efter början av tunnelarbete år 3 sker transport på spårlinje med dumper till delområde 2 i norr och till delområde 6 i söder.

År 4-5: Begränsad mängd transporteras med dumper på spårlinje från delområde 5 till delområde 6 samt från delområde 4 till delområde 2 på byggvägar, se bilaga 22-23.

År 5-6: Transport av krossmaterial för underballast för järnväg sker från delområde 5 till övriga delområden i projektet med dumper på spårlinje.

Placering av upplagsytor

Redovisas i Bilaga 6–9. Ytorna som till exempel upplagsplatser kan komma att ändras och område för krossning gäller den yta där krossning kan förekomma. Ett moment kommer alltså inte ske på hela ytan samtidigt, utan beräkningarna visar ett värsta fall.

Stomljud

Stomljud från tunneldrivning har beräknats för delsträcka 3, spårmeter mellan 7+180 till 9+600 meter. Två enkelspårstunnlar drivs parallellt antingen från norr eller från norr

³³ *Beräkning enligt Naturvårdsverkets rapport "Vägrafikbuller Nordisk beräkningsmodell reviderad 1996 rapport 4653".*

och söder. Framdrivningshastighet är ca 15 meter per vecka. Bergarter i området består av granodiorit i norr och dacit-ryolit i söder. Dessa bergarter är magmatiska och bedöms vara likvärdiga granit och gnejs i stomljudsavseende varför beräkningsmodell baserad på de sistnämnda bergarterna är tillämpbar.

Då tunnelanläggningen består av två enkelspårstunnlar kommer tunneldrivningen att bedrivas med fyra respektive två drivningsfronter beroende på om tunneln drivs från två håll eller bara från norr. När två tunnelrör drivs parallellt flyttas vanligtvis tunnelriggen som används vid borrhning mellan de två tunnelrören för att kunna utnyttja den kostsamma maskinparken och platsorganisationen effektivt. När urlastning sker i ett av tunnelrören kan t.ex. nästa salva borrar upp i angränsande tunnelrör. En normal salvlängd vid tunnelproduktion är 5 m och i varje tunnelrör är det rimligt att anta att entreprenören hinner med 1 arbetscykel per tunnelrör och vecka. Det ger en indrift på ca. 15 m per vecka vid varje drivningsfront. Drivs tunneln från två håll, från både norr och söder, blir den totala indriften ca. 30 m per vecka, dvs 15 m från varje håll. Givet tunnelns längd på 2420 m och ovan angivna förutsättningar kommer produktionstiden för berguttag för en tunnel som drivs från två håll vara ca. 1,5–1,7 år och en tunnel som drivs bara från norr vara ca. 3–3,5 år.

Metod

Beräkningar luftburet buller

Beräkningarna av buller har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet SoundPLAN version 8.1. I beräkningsprogrammet skapas en tredimensionell modell som inkluderar terräng, byggnader och spår. Beräkningarna tar hänsyn till hur terräng och byggnader påverkar ljudets utbredning, vilket innebär att reflektioner och skärmning påverkar ljudutbredningen. Beräkningsmodellen har en noggrannhet på upp till ± 3 dB för avstånd på 300–500 meter från källan i ett medvindsförhållande. I beräkningarna behandlas marken som hård eller mjuk beroende på områdestypen enligt underlaget från Metria. Beräkningarna tar inte hänsyn till eventuell dämpning på grund av buskar och träd. Detta innebär att man för mottagare har beräknat för ett bullrigt läge, då eventuella mindre ytor med mjuk mark för individuella byggnader och våningsplan kan innebära lägre lokala ljudnivåer i praktiken. Bullerspridning visad i form av färgfält är beräknade inklusive samtliga reflexer. Ljudnivåer vid fasad är beräknade som frifältsvärden, alltså utan reflex i den egna fasaden. Riktvärdena är angivna som frifältsvärden, vilket innebär att det endast är beräknade ljudnivåer vid fasad som är jämförbara med riktvärdena. Beräknade ljudnivåer vid fasad är definierade som frifältsvärden där alla beräkningspunkter enligt beräkningsmodellen har en svag positiv medvind från ljudkälla till mottagare för att ljudnivåerna inte ska underskattas. Vid beräkning av frifältsvärde vid fasad har tredje ordningens reflektioner använts. Mottagarhöjd vid samtliga bostadshus har satts till 2 meter för första våningsplanet. Beräkningar i markplan har gjorts 1,5 meter över mark med upplösningen 15×15 meter.

Beräkningar stomljud

Beräkningarna av stomljud från tunneldrivning följer en beräkningsmodell framtagen i tunnelbaneprojekt i Stockholm där tre olika konsulter jämfört sina beräkningsmodeller och beslutat om en gemensam.

Beräkningarna ger resultatet för bottenvåning för byggnader utan källare grundlagda på berg. Detta är ett s.k. värsta fall, vilket innebär att lägre stomljudsnivåer än de här redovisade erhålls om husen har annan undergrund eller källare, samt att stomljudsnivån förväntas avta med ca 2 dB per våningsplan uppåt i en byggnad.

Sambandet för beräknad stomljuds nivå LpA är

$$LpA = 108 - 38 * \log_{10}(d)$$

där

LpA = Ljudtrycksnivå (dBA re 20 µPa) då tunneldrivning pågår och

d = minsta linjära avståndet mellan tunnelmitt och husgrund (m).

Resultat

Luftburet buller

Beräkningarna har gjorts på bullerkällor från både byggarbetsplats och byggtrafik där resultatet är sammanslaget. Totalt beräknas 25 byggnader få en ljudnivå överskridande riktvärdet dagtid om 60 dBA från luftburet byggbuller. Av dessa är 24 bostadsbyggnader och en byggnad är en verksamhet med djurhållning. Se Tabell 22. Tabellen redovisar vilket tidsintervall, enligt gällande produktionstidplan, som en viss bullerkälla orsakar överskridet riktvärde hos en bostad.

Tabell 24 Sammanställning av antalen byggnader som beräknas få överskridande vid fasad dagtid från luftburet buller i byggskedet.

Fastighet	Typ av Byggnad	Tidsintervall	Typ av Bullerkälla
BÅLLBY 1:5	Bostadsbyggnad	2021.05-2023.08	Bergschaktning
BÅLLBY 1:8	Bostadsbyggnad	2021.05-2023.08	Bergschaktning
ESTABO 1:344	Bostadsbyggnad	2021.05-2024.12	Bergschaktning
ESTABO 1:384	Bostadsbyggnad	2025.01-2025.02	Krossning
KARINTORP 1:19	Bostadsbyggnad	2021.05-2024.10	Krossning
KARINTORP 1:34	Bostadsbyggnad	2021.05-2024.10	Krossning
KARINTORP 1:35	Bostadsbyggnad	2021.05-2024.10	Krossning
PERSTORP 1:2	Bostadsbyggnad	2021.05-2021.10	Pålning

PERSTORP 1:3	Bostadsbyggnad	2022.12-2023.06	Bergschaktning
PERSTORP 1:6	Bostadsbyggnad	2022.12-2023.06	Bergschaktning
PERSTORP 1:7	Bostadsbyggnad	2022.12-2023.06	Bergschaktning
PERSTORP 1:7	Bostadsbyggnad	2022.12-2023.06	Bergschaktning
STENKUMLA 1:4	Bostadsbyggnad	2025.01-2025-02	Krossning
STENKUMLA 1:10	Bostadsbyggnad	2024.05-2025.09	Jordschakt
STENKUMLA 1:13	Bostadsbyggnad	2025.01-2025-02	Krossning
STENKUMLA 1:14	Bostadsbyggnad	2025.01-2025-02	Krossning
STENKUMLA 1:14	Bostadsbyggnad	2025.01-2025-02	Krossning
STENKUMLA 1:17	Bostadsbyggnad	2024.05-2025.09	Jordschakt
TÄLLE 5:1	Bostadsbyggnad	2021.05-2023.02	Jordschakt
VISSBODA 2:81	Bostadsbyggnad	2021.05-2023.05	Krossning
Å 1:28	Bostadsbyggnad	2024.03-2024.09	Krossning
Å 1:37	Bostadsbyggnad	2024.03-2024.09	Krossning
Å 1:42	Bostadsbyggnad	2024.03-2024.09	Krossning
Å 1:43	Bostadsbyggnad	2024.03-2024.09	Krossning

Stomburet buller

Beräknade stomljuds nivåer från tunneldrivning redovisas i Tabell 23. Samtliga fastigheter klarar Naturvårdsverkets riktvärden dagtid kl.7-19. Om tunneldrivning kvälls-och nattetid förekommer riskerar en bostadsfastighet, Tripphult 2:1, överskridande av riktvärden kvällstid 19-22 och samtliga nätter 22-07.

Tabell 25. Sammanställning fastigheter med beräknad stomljuds nivå från tunneldrivning (överskridande är fetmarkerat).

Fastighetsbeteckning	Verksamhet	Spårmeter	Avstånd (m)	Beräknad stomljuds nivå (dBA)
Vångerud 1:8	Bostad	7+800	141	26
Vångerud 1:6	Bostad	7+800	170	23
Tripphult 2:1	Bostad	7+950	43	42
Vångerud 1:3	Bostad	8+000	316	13

Tripphult 2:2	Bostad	8+200	112	30
Viby-Lindhult 3:1	Ridhus	8+770	195	21
Viby-Lindhult 3:1	Bostad	8+800	140	26

Stomljud från bergschaktarbeten ovanjord förväntas inte innebära några överskridanden då inga byggnader är belägna närmre än ca 70 meters avstånd.

Kommentarer

Luftburet buller

Bullerkällorna från byggarbetsplatsen är den största bidragande orsaken till varför riktvärdet överskrids. De dominerande bullerkällorna för flera bostäder är bergsschaktning och krossning men vid några bostäder är pålning eller jordschaktning den mest påverkande faktorn till överskridande naturvårdverkets riktlinje på 60 dBA utomhus dagtid.

Enskilda ljudnivåer från transporterna har i beräkningarna inte överskridit riktvärdet.

Stomljudsbuller

I byggnader där hörbart stomljud beräknas kommer inte luftljud förekomma. Sammanlagrade ljudnivåer bedöms inte vara aktuella.

Bullerkänslig verksamhet

Verksamheten vid fastigheten "Å 1:46 Hönseri" driver djurhållning och kan betraktas som extra känsligt för buller av alla slag. Verksamheten kommer under perioden 2024.03-2024.09 att få luftburet byggbuller som överstiger 60 dB. Det finns inget riktvärde för verksamhet när det gäller Naturvårdverkets allmänna råd för byggbuller (2004:15) utan denna situation kommer att hanteras separat.

Åtgärder

Luftburet buller

Totalt 24 bostäder och en verksamhet beräknas överskrida Naturvårdverkets riktvärden för byggbuller. Åtgärdsförslag kan vara att en del av momenten:

- Anpassas till vissa tider som är mindre störningskänsliga.
- Placering av krossverk och vid behov skärmning av dessa med exempelvis containrar staplade på varandra.
- Lokala skärmningar med plank, ljudduk eller containrar som med erforderlig täthet, höjd och placering kan ge god bullerdämpning av de maskiner som är någorlunda stationära, exempelvis borrhägar.
- Val av mindre bullriga maskiner. Exempelvis finns ljuddämpade borrhägar med inkapslade borrhägar och dämpade luftintag och -utlopp vilka bedöms ge ca 10 dB

dämpning. Val av exempelvis borrade pålar istället för slagna pålar är betydligt mindre bullriga. Vid bergschaktarbeten kan lastbilsflak och matartråg förses med gummiinfordringar som används för att minska buller inom bergmaterialindustrin.

Stomljudsbuller

Det saknas normalt sett åtgärder som kan minska stomljudsnivån i byggnad från tunneldrivning. Åtgärder som kan ha positiv effekt är att i god tid informera om vilken tidsperiod och arbetstid som hörbart stomljud kan uppkomma.

Vibrationer

Sammanfattning

Av utförda mätningar görs bedömningen att komfortvibrationsnivån 0,4 mm/s RMS kan komma att överskridas i 2 byggnader. Bedömningarna utgår från mätningar vid närliggande befintlig järnväg. Vid nyanläggning av en banvall utförs grundförstärkning vid byggnation på mark med dålig bärighet, oftast vibrationssensibel mark. Det innebär att bedömningarna rörande risk för komfortstörning för den kommande bansträckningen är konservativa.

Kritiska avstånd mellan banvall och bostadsbyggnader har bedömts för olika geologiska undergrunder, dessa redovisas i punktlista nedan. Kritiskt avstånd innebär att riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS bedömts kunna överskridas.

- 80 m vid silt och lera
- 50 m vid sand
- 20 m vid isälvsmaterial

Enligt TrVs markförhandlare har fastighetsägarna till Stenkumla 1:17 och Stenkumla 1:10 erbjudits inlösen. Vibrationsreducerande åtgärder blir därför inte aktuella för de båda fastigheterna. Mätningar kommer att utföras då aktuell järnvägsanläggning färdigställts för kontroll av komfortvibrationsnivån i byggnaderna.

Tåg vibrationens avklingning

För att bedöma hur tåg vibrationer avklingar med ökat avstånd från banvallen i, för de i området specifika, jordarterna har en vibrationsmätning utförts i befintliga fastigheter vid befintlig järnvägssträckning omedelbart söder om Hallsbergs stationsområde. Syftet med mätningen är att ge underlag för bedömning av kritiskt avstånd från kommande spår mellan Hallsberg och Stenkumla, där risk för komfortstörande vibrationer i fastigheter kan förekomma.

Val av mätobjekt

En inventering av jordarter har utförts längs den planerade järnvägssträckan mellan Hallsberg och Stenkumla. I selekteringen har den nya bansträckningens undergrund samt närliggande byggnaders undergrund studerats. Underlag gällande undergrund har inhämtats från SGU.se.

Följande selektering har gjorts avseende förutsättningar för komfortvibrationer som överskrider 0,4 mm/s vägd RMS.

- Banvallen skall inte vara grundlagd på berg eller på styva jordarter
- Byggnaderna skall inte vara grundlagda på berg eller på styva jordarter
- Avståndet mellan banvall och byggnad bör inte överskrida 100 m

Då denna selektering gjorts framgår att vi i området har två dominerande jordarter, isälvsavlagringar respektive sand. Övriga jordarter som förekommer i området, ex.

morän, bedöms inte som vibrationssensibel mark och byggnader grundlagda på detta material bedöms inte få komfortstörande vibrationer.

En inventering längs befintlig järnvägssträckning omedelbart söder om Hallsberg utfördes.

Tre bostadsbyggnader valdes ut med kriterier som överensstämmer med de angivna ovan.

Åsavägen 18

Byggnaden liksom banvallen är grundlagda på isälvsmaterial. Avståndet till befintlig banvall är 20 m.

Estabo Åstugan 903

Byggnaden liksom banvallen är grundlagda på sand. Avståndet till befintlig järnväg är ca 15 m.

Åstrandsvägen 6

Byggnaden liksom banvallen är grundlagda på sand. Avståndet till befintlig järnväg är ca 100 m.

Utförande

En bemannad mätning utfördes enligt Svensk standard SS 460 48 61, "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader" 2004-09-09. En treriktningsgivare monterades på översta bebodda bjälklaget i rum med största fria spännvidden. Med denna placering registreras bjälklagets största utsvängning i vertikal mätriktning och vi får med den "förstärkning/hävarmseffekt" som uppstår vid ökad byggnadshöjd för de horisontella mätriktningarna.

Mätning av komfortvibrationsnivå har utförts på 6-9 verifierade tågpassager / mätobjekt, varav minst ett tungt godståg ingår i varje mätserie.

Då mätningarna utförts bemannat har störningar i form av gångtrafik eller andra aktiviteter som kunnat påverka mätresultaten undvikts.

Mätningarna utfördes 2019-02-20. Marken var vid mättillfället tjälad, se utdrag ur trafikverkets tjäldatabas Mätplats Akersund bild 1 nedan. Tjälad mark ger normalt upphov till något förhöjda vibrationsnivåer varför mätningarna är att betrakta som ett s.k. "värsta fall".

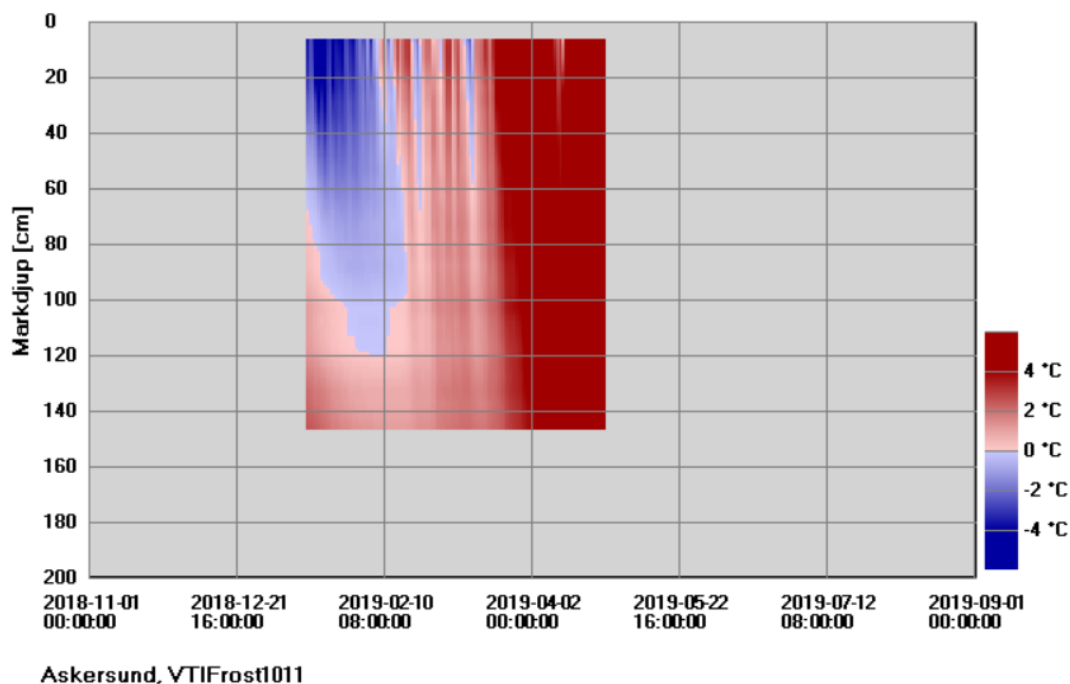


Bild 1. VTIs marktemperaturmätning i mätpunkt Askersund

Mätresultat

Under nedanstående punkter redovisas maximalt uppmätt komfortvibration på översta bebodda bjälklaget för de olika byggnaderna.

Dominerande frekvens är låg och varierar mellan 4,5 – 5 Hz för de byggnader som är grundlagda på sand och 20 Hz för byggnaden som är grundlagd på isälvsmaterial.

Åsavägen 18

I nedanstående tabell 1 redovisas 7 tågpassagers respons i byggnadens bjälklag i de tre mätriktningarna vertikalt (V), parallellt (L) spår samt tvärs (T) spår.

Åsavägen 18

Banvall Isälvsmaterial

Byggnad Isälvsmaterial

Avstånd spår byggnad 20 m

Tågpassage	V mm/s RMS	L mm/s RMS	T mm/s RMS
2019-02-20 11:38	0,2	0,12	0,13
2019-02-20 12:24	0,17	0,11	0,12
2019-02-20 11:45	0,15	0,1	0,14
2019-02-20 11:45	0,15	0,1	0,12
2019-02-20 13:24	0,14	0,1	0,11
2019-02-20 13:11	0,14	0,1	0,1
2019-02-20 13:24	0,11	0,1	0,1

Tabell 1. Maximal komfortvibration i de tre olika mätriktningarna

Som framgår av tabellen har en maximal komfortvibration på 0,2 mm/s RMS uppmätts i vertikal mätriktning. Då mätobjektet är beläget 20 m från banvallen blir vår bedömning att byggnader grundlagda på isälvsmaterial med stor sannolikhet inte kommer att riskera att få komfortvibrationsnivåer över 0,4 mm/s RMS om avståndet till spåret är mer än 20 m. För bedömning av kritiskt område se nedan.

Estabo Åstugan 903

I nedanstående tabell 2 redovisas 9 tågpassagers respons i byggnadens bjälklag i de tre mätriktningarna vertikalt (V), parallellt (L) spår samt tvärs (T) spår.

Estabo Åstugan 903

Banvall Sand

Byggnad Sand

Avstånd spår byggnad 15 m

Tågpassage	V mm/s RMS	L mm/s RMS	T mm/s RMS
2019-02-20 13:40	1,40	0,37	0,30
2019-02-20 14:40	0,98	0,26	0,18
2019-02-20 12:20	0,96	0,30	0,19
2019-02-20 14:00	0,90	0,15	0,18
2019-02-20 15:00	0,79	0,28	0,21
2019-02-20 14:20	0,78	0,25	0,18
2019-02-20 12:40	0,78	0,34	0,29
2019-02-20 13:20	0,70	0,31	0,22
2019-02-20 13:00	0,57	0,19	0,13

Tabell 2. Maximal komfortvibration i de tre olika mätriktningarna

Som framgår av tabellen har en maximal komfortvibration på 1,4 mm/s RMS uppmätts i vertikal mätriktning. Vår bedömning med utgångspunkt från ovanstående blir att byggnader nära banvallen grundlagda på sand kan komma att riskera att få komfortvibrationsnivåer över 0,4 mm/s RMS.

För bedömning av kritiskt område se nedan.

Åstrandsvägen 6

I nedanstående tabell 3 redovisas 7 tågpassagers respons i byggnadens bjälklag i de tre mätriktningarna vertikalt (V), parallellt (L) spår samt tvärs (T) spår.

Åstrandsvägen 6

Banvall sand

Byggnad sand

Avstånd spår byggnad 100 m

Tågpassage	V mm/s RMS	L mm/s RMS	T mm/s RMS
2019-02-20 15:20	0,11	0,09	0,09
2019-02-20 15:15	0,09	0,15	0,10
2019-02-20 15:10	0,09	0,09	0,09
2019-02-20 15:05	0,09	0,09	0,09
2019-02-20 15:00	0,09	0,09	0,09
2019-02-20 14:55	0,09	0,09	0,09
2019-02-20 14:50	0,09	0,09	0,09

Tabell 3. Maximal komfortvibration i de tre olika mätriktningarna

Som framgår av tabellen har en maximal komfortvibration på 0,11 mm/s RMS uppmätts i vertikal mätriktning. Vår bedömning med utgångspunkt från ovanstående blir att byggnader på större avstånd grundlagda på sand inte kommer att riskera att få komfortvibrationsnivåer över 0,4 mm/s RMS.

För bedömning av kritiskt område för komfortvibrationsstörning, se nedan.

Bedömning av kritiskt avstånd från banvallen

Grundläggning på sand

För att bedöma inom vilket avstånd från banvallen komfortstörande vibrationer kan förekomma har mätpunkterna grundlagda på sand lagts in i ett komfortvibrationsnivå – avståndsdiagram, diagram 1.

I diagrammet redovisas ett logaritmiskt samband mellan de två mätpunkterna.

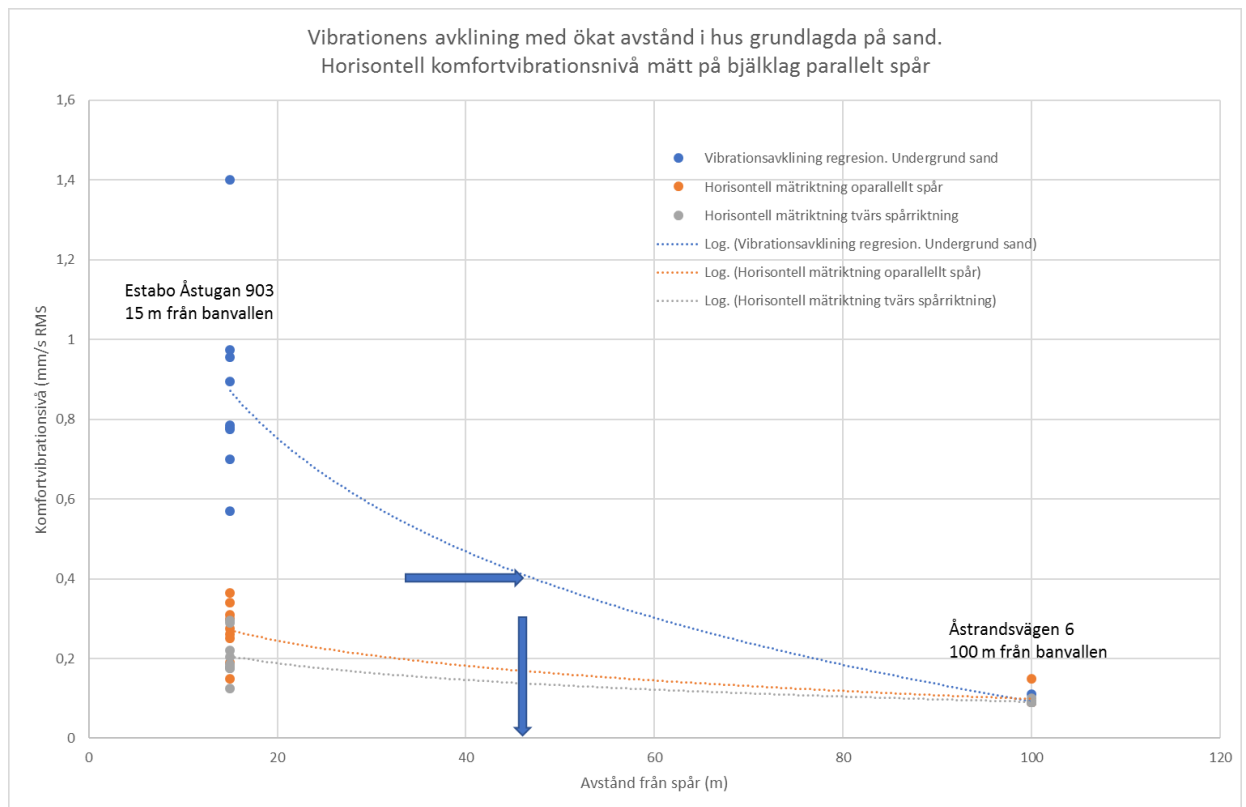


Diagram 1. Uppmätt komfortvibrationsnivå plottad mot avstånd med logaritmisk trendlinjeberäkning redovisas som streckad linje.

Med utgångspunkt från uppmätta data vid de olika mätpunkterna har en logaritmisk trendlinje anpassats för avklingningstrenden i vertikal och de horisontella mätriktningarna.

Då de horisontella mätriktningarna 15 m från banvallen med marginal underskrider riktvärdet för komfortstörning 0,4 mm/s RMS har det kritiska avståndet för den vertikala mätriktningen tagits fram. Denna visas ovan i diagram 1 med blå pilar.

Resultatet blir att byggnader med mindre avstånd till banvallen än det kritiska kan komma att få komfortstörning.

För byggnader grundlagda på sand bedöms det kritiska avståndet ligga på 50 m från banvallen.

Det bör påpekas att ingen bedömning gjorts avseende byggnadsdynamiska parametrar.

Grundläggning på isälvsmaterial

Mätningarna visar att byggnader grundlagda på isälvsmaterial inte ger någon stor komfortvibrationsrespons från påförda tåg vibrationer.

För byggnader grundlagda på isälvsmaterial bedöms det kritiska avståndet ligga på 20 m från banvallen.

Grundläggning på silt och lera

För byggnader grundlagda på silt och lera har ett erfarenhetsmässigt kritiskt avstånd för nybyggd banvall ansatts till 80 m.

Byggnadernas geografiska läge

I bilaga 26 redovisas områdesgeologin samt byggnadernas geografiska läge. Följande färgkodning på byggnaderna har använts:

- Byggnader som bedöms ligga utanför kritiskt avstånd för komfortvibrationsstörning (0,4 mm/s RMS), har grå färg
- Byggnader som skall rivas eller lösas in har grönprickad linje runt sig
- Byggnader på silt och lera innanför kritiskt avstånd 80 m har gulfärgats
- Byggnader på isälvsmaterial eller sand innanför kritiskt avstånd har rödfärgats

BILAGOR

- Bilaga 1: – Utbredningskarta, nuläge, ekvivalent ljudnivå
- Bilaga 2: – Utbredningskarta, nuläge, maximal ljudnivå
- Bilaga 3: – Utbredningskarta, nollalternativ, ekvivalent ljudnivå
- Bilaga 4: – Utbredningskarta, nollalternativ, maximal ljudnivå
- Bilaga 5: – Utbredningskarta, driftskede, ekvivalent ljudnivå
- Bilaga 6: – Utbredningskarta, driftskede, maximal ljudnivå
- Bilaga 7: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede med åtgärdsförslag, ekvivalent ljudnivå
- Bilaga 8: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede med åtgärdsförslag, maximal ljudnivå
- Bilaga 9: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede, ekvivalent ljudnivå
- Bilaga 10: – Utbredningskarta Karintorp och Västra Å, driftskede, maximal ljudnivå
- Bilaga 11: – Karta över bullerberörda byggnader norr om tunneln
- Bilaga 12: – Karta över bullerberörda byggnader söder om tunneln
- Bilaga 13: – Tabell med bullerberörda fastigheter med beräknade ljudnivåer över gällande riktvärde. Underlag för förtydligande av åtgärder/erbjudanden avseende bullerskydd
- Bilaga 14: – Tabell över fastigheter aktuella för förvärv i projektet samt fastigheter bullerberörda i steg E
- Bilaga 15: – Tabell över uteplatser som behöver bullerskyddsåtgärd
- Bilaga 16: – Övervägande av bullerskyddsåtgärder
- Bilaga 17: – Översiktsskarta, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 18: – Karta A, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 19: – Karta B, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 20: – Karta C, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 21: – Karta D, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 22: – Förklaring anläggning, karta A, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 23: – Förklaring anläggning, karta B, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 24: – Förklaring anläggning, karta C, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 25: – Förklaring anläggning, karta D, luftburet buller, dagtid
- Bilaga 26: – Kritiska områden för komfortvibrationer, jordartskartor