

STOMLJUD FRÅN SPÅRTRAFIK UNDERLAGSRAPPORT VÄSBY ENTRÉ

2020-05-29



STOMLJUD FRÅN SPÅRTRAFIK

Underlagsrapport Väsby Entré

KUND

Upplands Väsby kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 117

651 04 Karlstad

Besök: Lagergrens gata 8

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Erik Olsson, WSP Akustik, erik.olsson@wsp.com

Andreas Lund, WSP Akustik, andreas.lund@wsp.com

UPPDRAGSNAMN

Väsby Entré

UPPDRAGSNUMMER

10267766

FÖRFATTARE

Erik Olsson

DATUM

2020-05-29

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av

Henrik Samuelsson

Godkänd av

Andreas Lund

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE	5
2	STOMLJUD FRÅN TÅG	6
3	BEDÖMNINGSGRUNDER	6
4	OBJEKTSBESKRIVNING	7
4.1	MARKFÖRUTSÄTTNINGAR	7
4.2	PLANERAD BYGGNATION	8
5	MÄTNING	10
5.1	MÄTUTFÖRANDE	10
5.2	MÄTPLATS	10
5.3	TRAFIKERING	10
5.4	MÄTPERSONAL OCH DATUM	10
5.5	MÄTRESULTAT	11
6	BERÄKNING	12
6.1	BERÄKNINGSMODELL	12
6.2	BERÄKNINGSRESULTAT	12
7	SLUTSATSER OCH KOMMENTARER	14
8	REFERENSER	15

SAMMANFATTNING

Väsby Entré är ett infrastruktur- och stadsbyggnadsprojekt där bostäder, kontor, handel och service ska byggas ut i och omkring Upplands Väsby stationsområde. Som en del av detaljplaneprocessen för området har WSP Akustik fått i uppdrag att utreda risk för stomljud, från tåg, i de planerade byggnaderna.

Det finns inga svenska nationella myndighetskrav på stomljud från spårburen trafik, men i många projekt och detaljplaner baseras riktvärden på praxis, där 30 dBA maximal ljudnivå (med tidsvägning Slow) är vanligt för bostäder.

Som en del av utredningen har en övervakad mätning av vibrationer vid spårområdet genomförts, och utifrån mätresultat har översiktliga beräkningar och bedömningar gjorts avseende risk för stomljud.

Normalt förekommer stomljud vid bergkontakt mellan spår och byggnad, alltså att både spår och byggnad är anlagda direkt på berg. Om både spår och byggnad är anlagda på lera förekommer sällan stomljud. Generellt sett, inom området, är därför risken liten för stomljud, men det finns platser med förhöjd risk. Där både spår och byggnad är grundlagda till berg finns t.ex. risk för en s.k. stomljudsbygga. Risk för stomljud finns även då både spår och byggnad är anlagda på morän.

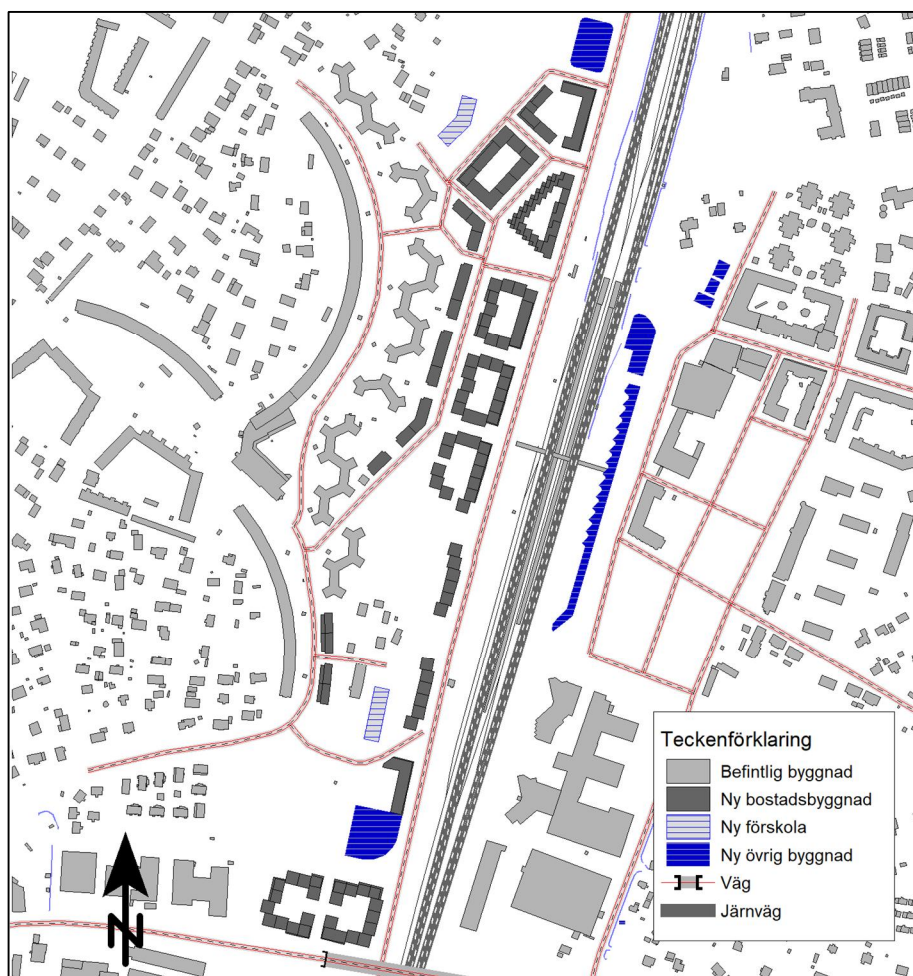
Då detaljerad information är knapphändig om marken, grundläggande av planerade byggnader och planerade spår, tillsammans med att området är stort och med varierande förutsättningar; är WSPs generella rekommendation att mäta och utreda stomljud vid respektive byggrätt/planerat kvarter. Vår rekommendation är också att på plankarta skriva att stomljuds nivåer om 30 dBA max Slow ska innehållas i bostadsrum.

Om framtida mätning vid respektive byggnad visar på överskridande av stomljud finns stomljudsisolerande lösningar vid grundläggning av byggnader, t.ex. isolerplattor på pålskallar eller plintar.

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Väsby Entré är ett infrastruktur- och stadsbyggnadsprojekt där bostäder, kontor, handel och service ska byggas ut i och omkring Upplands Väsby stationsområde. Projektet ska bygga ihop de östra och västra delarna av Upplands Väsby, samt bygga ut stationsområdet till en knutpunkt för kollektivtrafik. Bostäder kommer främst byggas väster om spåren. Som en del av detaljplaneprocessen för området har WSP Akustik fått i uppdrag att utreda hur området utsätts för stömljud från tåg. Området för planerad bebyggelse presenteras nedan i Figur 1.



Figur 1. Planerad nybyggnation inom projektet Väsby Entré. Bostadsbyggnader syns som mörkgrå byggnader och är belägna väster om spåren genom Upplands Väsby. Situationsplan enligt [1].

1.2 SYFTE

Syftet med denna utredning är att bedöma om det föreligger risk för stömljud från tåg vid planerad bebyggelse.

2 STOMLJUD FRÅN TÅG

Stomljud skapas när stomburen energi fortplantas i en byggnad och strålar ut som ljud från väggar, tak och golv. Sådan energi från tågtrafik fortplantas via marken till husgrunden och vidare upp i byggnaden och ger upphov till ett lågfrekvent mullrande ljud. Även dunkande ljud kan uppkomma när tåg passerar över växlar. Enheten för stomljudsnivå är den samma som för luftburet ljud; decibel (dB). Både stomljud och luftburet ljud kan förekomma i byggnader nära trafik från spårburna fordon som färdas ovan jord. Risken för stomljud från tågtrafik är störst då både spår och byggnader är grundlagda på berg. Risken är mindre vid mjuk mark som lera och silt mellan byggnad och spår, men vid små avstånd kan risk finnas. Risk kan också finnas om byggnader grundläggs på ett sådant sätt så att en stomljudsbygga skapas mellan spår och byggnad genom exempelvis spetsbärande pålgrundläggning.

Allt oönskat ljud kallas för buller. Upplevelsen av buller är subjektiv och människor upplever buller på olika sätt. Buller kan orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar samt sömnstörningar.

Stomljud och komfortstörande vibrationer förekommer mycket sällan samtidigt. Risken för komfortvibrationer är störst då spår och byggnader är grundlagda på mjuk mark med inslag av exempelvis lera och gyttja, medan risken för stomljud är störst då spår och hus ligger på berg och hårt packade jordar med övervägande grus och sten. Komfortstörande vibrationer är lågfrekventa, vanligen finns energin mellan ca 2 och 20 Hz. Stomljud är mer högfrekvent och finns vanligen mellan ca 20 och 500 Hz.

3 BEDÖMNINGSGRUNDER

Det finns inga svenska nationella myndighetskrav på stomljud från spårburen trafik. I många järnvägsprojekt och detaljplaner i Sverige baserar man val av riktvärde på praxis. En stor majoritet av projekten och planer i Sverige har kravnivå på 30 dBA maximal ljudnivå (Slow) för bostäder och liknande lokaler, resp. 40 dBA maximal ljudnivå (Slow) för kontor och liknande utrymmen.

Kraven relateras även till Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus FoHMFS 2014:13, där frekvensanalys utförs mot tabell för lågfrekvent buller.

Trafikförvaltningen i Region Stockholm anger i sina riktlinjer [2] för nybyggnation av infrastruktur 30 dBA maximal ljudnivå (Slow) för bostadsrum och lokaler för sömn och vila, såsom hotellrum, förskola, patientrum för övernattningslokaler samt 45 dBA maximal ljudnivå (med tidsvägning fast) för undervisningslokaler och vårdlokaler.

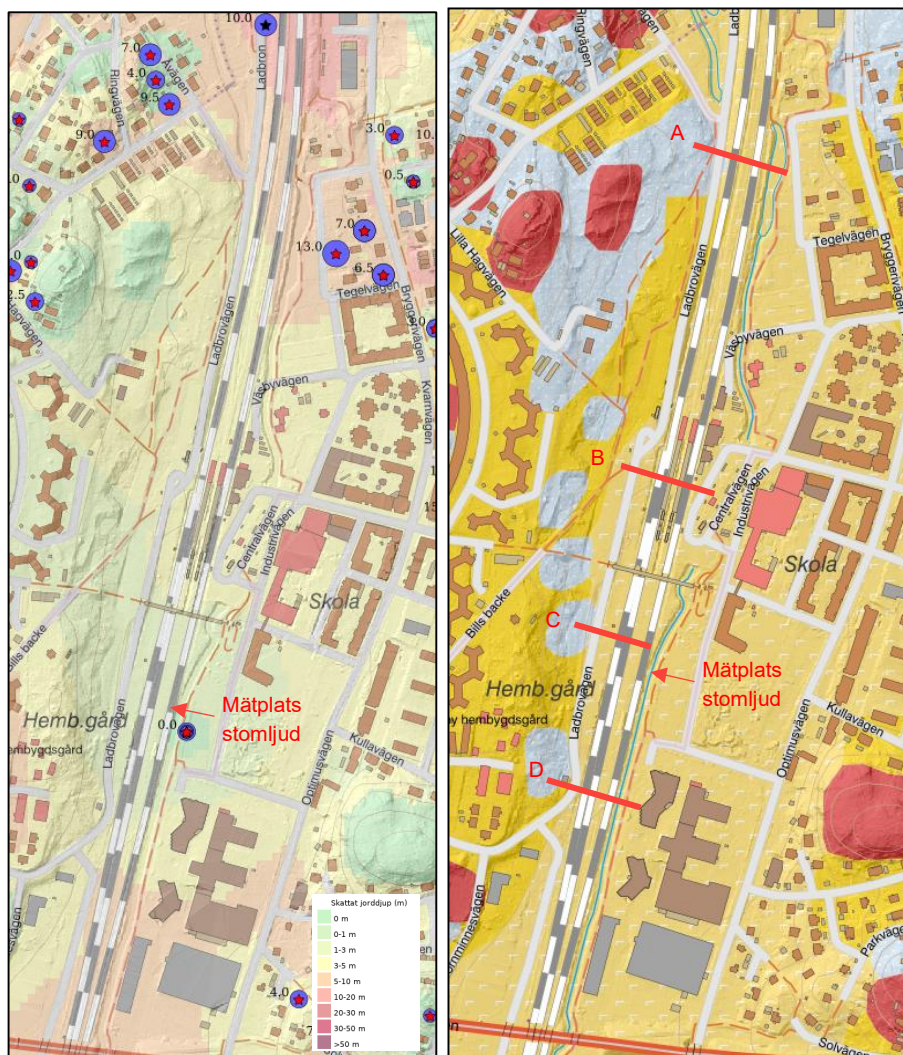
Trafikverket har inga nationella riktvärden gällande stomljud, utan tillämpar projektspecifika krav. Riktvärden för stomljud i flera projekt (t.ex. projekt Mälärbanan och Hallsberg-Stenkumla, Ostlänken etc.) följer slutsatserna i [3], med riktvärden i bostadsrum 30 dBA ekvivalent ljudnivå och 35 dBA maximal ljudnivå (Fast). Maximal ljudnivå på 35 dBA med tidsvägning Fast motsvaras för stomljud från tåg av maximalnivå 33 dBA med tidsvägning Slow.

4 OBJEKTSBESKRIVNING

4.1 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR

Marken under järnvägen består enligt SGU jordartskarta [4] och utförda undersökningar [5] längs hela det låglänta partiet i dalgång och spårrområde av postglacial lera med 2–20 meters djup. Väster om spåren består marken av glacial lera med inslag av sandig morän. Det är i detta område som planerade bostadsbyggnader är placerade. Längre från spåren finns även inslag av berg i dagen. Enligt SGUs jorddjupskarta är jorddjupet i området både under spår och under planerade bostäder till stora delar inom spannen 1-3 meter och 3-5 meter. I de södra delarna, och då främst under spåret, är jorddjupet 5–10 meter.

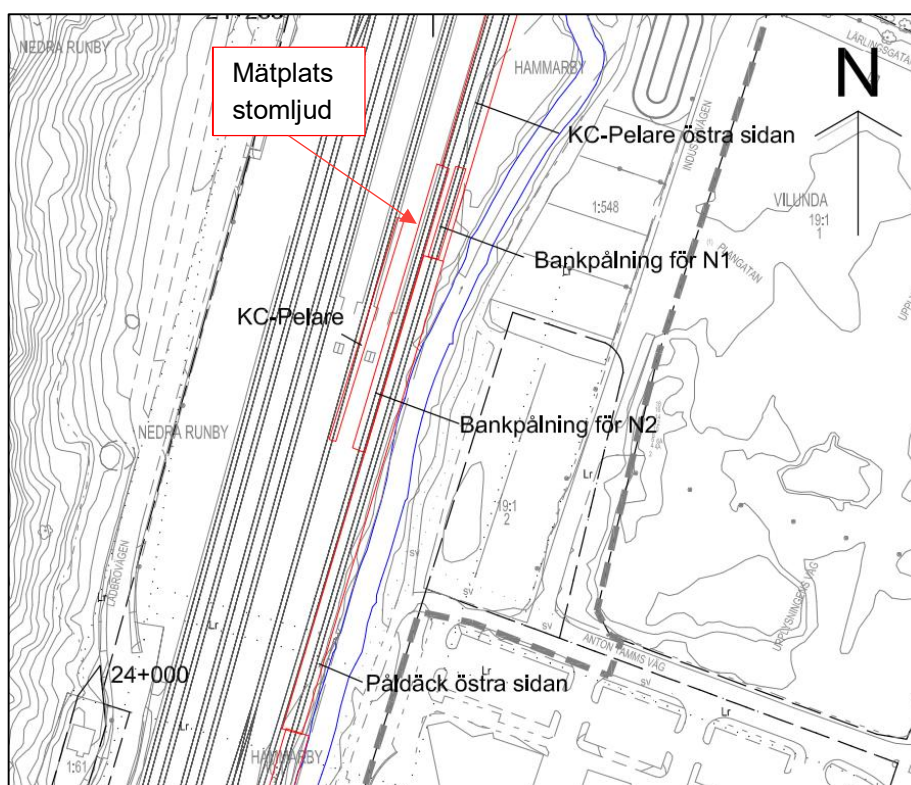
I Figur 2 visas geologiska förutsättningar för platsen. Fyra beräknade typfall, A-D, där ny bebyggelse planeras, är markerade.



Figur 2. Bilder från SGU [4]. T.v. jorddjupskarta. T.h. jordartskarta (gul=lera, ljusblå=morän, röd=berg). Mätplats och beräkningsfall A-D markerade.

Mätplats är initialt vald baserad på SGUs jorddjupskarta där jorddjupet är 0, se Figur 2. Efter genomförd mätning konstaterades att undersökningar genomförda inom projektet Väsby Entré visar att jorddjupet på vald mätplats är relativt stort, och att spår är grundlagd på pådäck övergående till

bankpålning [6], se Figur 3. Utvärdering av mätresultat är därför gjord på de senare förutsättningarna.



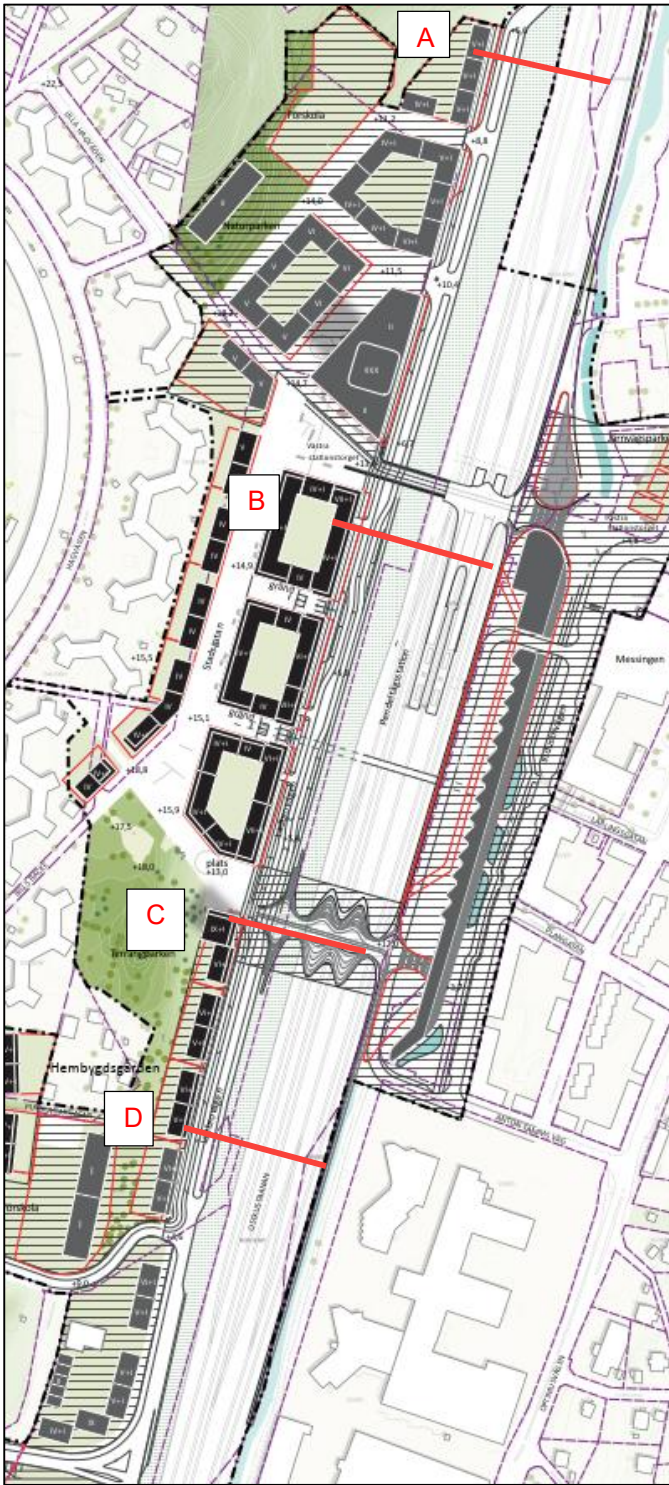
Figur 3. Geokonstruktioner under järnväg [6].

4.2 PLANERAD BYGGNATION

Bostäderna i området kommer att byggas i flera kvarter väster om järnvägen, se Figur 4. I nuläget är det främst grönområden på ytorna för planerad byggnation. I de södra delarna finns också en obebyggd industritomt.

Våningshöjderna för bostadsbyggnaderna på planerad byggnation är generellt mellan 4 och 7 våningar, där de högre byggnadsvolymer i kvarteren är belägna mot spåren och de lägre byggnadsvolymer är belägna på den sidan av kvarteren som vetter bort från spårområdet. Det finns också två kvarter där det planeras för ett höghus, alternativt högre byggnadsvolymer, med våningsantal mellan 8 och 12 våningar. Även för dessa kvarter är byggnadsvolymer med högre våningsantal belägna närmre spåren i respektive kvarter. De två kvarteren med högre byggnadsvolymer ligger i den norra delen av området som planeras för bebyggelse.

Byggnaderna ligger som närmast mellan 35 och 50 meter från spår, beroende på kvarter. Närmast avstånd till spår har det kvarter som är beläget längst söderut i planområdet. Förutom kvarteren med bostäder planeras också för två friliggande förskolor i två plan inom området. Dessa ligger i de västra delarna av det område som planeras för byggnation.



Figur 4. Planskiss över planerad byggnation (från [1]). Beräknade typfall A-D markerade.

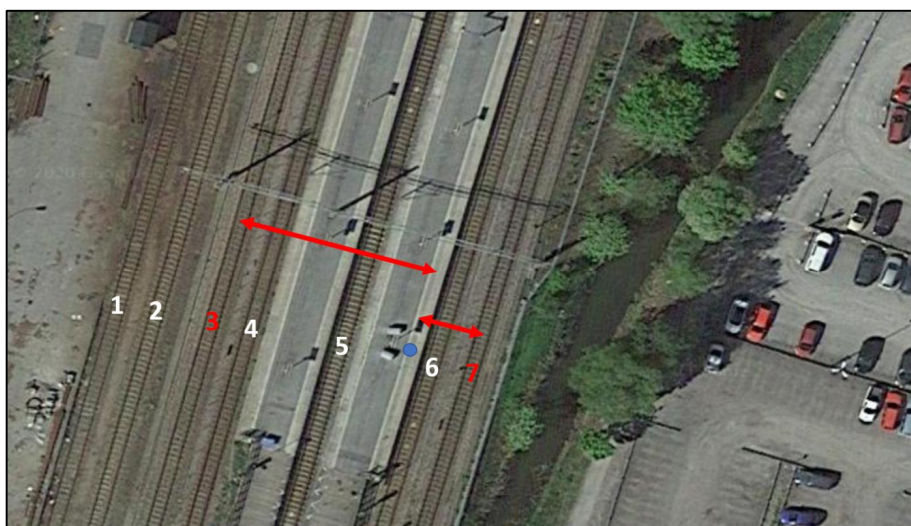
5 MÄTNING

5.1 MÄTUTFÖRANDE

Vibrationer mättes övervakat vid stationsområdet mellan spår 4 och 5, se Figur 5. Accelerometer limmades fast i sten i perrongens ovsida. Tågtyp, spår, riktning, hastighet, klockslag och övriga händelser noterades. Accelerometer med känslighet 0,1 V/g användes, mätriktningen var vertikal mot markytan. Mätssystemet registrerar linjära tersbandspektra mellan 20 och 500 Hz. Accelerometern bedöms ha erforderlig kontakt med mark och undergrund.

5.2 MÄTPLATS

Mätpunktens avstånd till spår 3 respektive spår 7 var 23 meter respektive 7,5 meter.



Figur 5. Mätplats (blått) och spårnumrering. Spår 3 på 23 meter och spår 7 på 7,5m avstånd

5.3 TRAFIKERING

Sträckan trafikerades under mättiden av X3 (Arlanda Express), X40 (pendeltåget) och X55 (Reginatåg, X3000) med tåg hastigheter ca 160–190 km/h. Totalt 17 st. tågpassager har mätts och utvärderats. Inget godståg passerade under mätperioden, trots att det enligt Trafikverkets trafikplanerare skulle passera två godståg.

5.4 MÄTPERSONAL OCH DATUM

Mätning utfördes av Mirnes Karisik och Henrik Samuelsson, WSP Akustik, 2020-04-22 kl.09.40 till 13.40. Mätutrustning i Tabell 1, som även visas i Figur 6.

Tabell 1. Utrustningslista

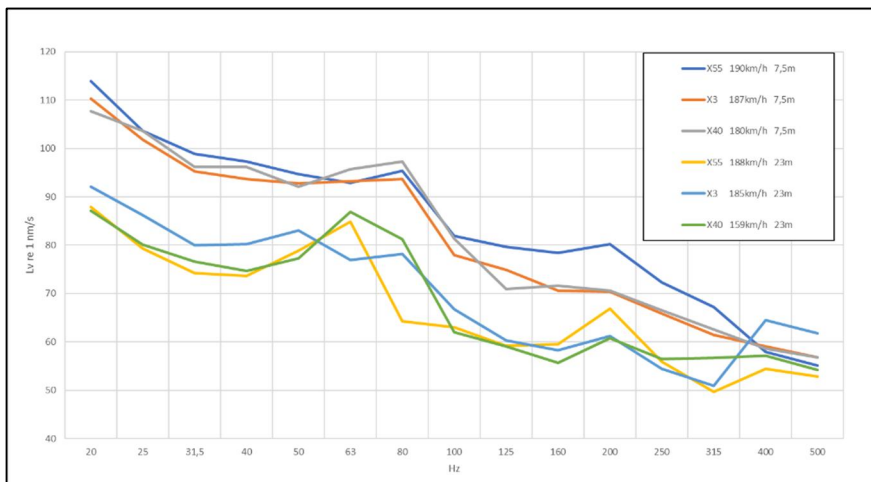
<i>Instrument</i>	<i>Fabrikat, modell</i>	<i>Serienummer</i>	<i>Kalibrering</i>
<i>Accelerometer</i>	PCB Piezotronics 352B	121159	2020-02
<i>Kalibrator</i>	B&K 4294	1207583	2020-10
<i>Mätssystem</i>	Norsonic 140	1404573	2020-09



Figur 6. Fotografier från mätning

5.5 MÄTRESULTAT

Uppmätta vibrationsnivåer har utvärderats så att högsta L_{vSmax} -värdet per tersband per tågpassage har hämtats ut. 95 %-percentilen för samtliga tågpassager av samma tågtyp och avstånd redovisas i Figur 7.



Figur 7. Utvärderade källstyrkor för tågpassager.

6 BERÄKNING

6.1 BERÄKNINGSMODELL

Beräkningsmodellen består av en semi-empirisk metod som utvecklades av Ungar och Bender [7]. Anpassningar av förutsättningar har utförts för att modellen skall motsvara förutsättningar för Väsby Entré.

Vibrationsnivån i byggnad beräknas genom

$$v_2 = v_1 * (r_1/r_2)^m * e^{-\alpha(r_2-r_1)}$$

där

- $\alpha = 2 * \pi * f * \eta / c$
- v_2 vibrationsnivå i byggnad i mm/s rms
- v_1 vibrationsnivå vid spår i mm/s rms
- r_2 avstånd i meter från spår till byggnad
- r_1 avstånd i meter från spår till mät punkt
- m är koefficient för geometrisk dämpning. Vågutbredning från en linjelast i eller på en volym är $m = 1$ [8].
- η är dämpkvot, för lera 0,2 och för morän och fyllning (sand/grus) 0,03 [8].
- c är tryckvågshastigheten i m/s, för lera 500 m/s, för morän 2000 m/s och för fyllning (sand/grus) ca 600 m/s [9].
- f är frekvens i tersband mellan 20 och 500 Hz.

Ljudtrycksnivån i dB fås sedan genom kända samband mellan vibrationshastighet, efterklangstid, frekvenser och strålningsfaktorn så att

$$L_p = L_v - 28 \text{ (dB)}$$

Förutsättningar gäller för ett litet rum med takhöjd lägre än ca 2,5 meter, med 0,5 s. efterklangstid och frekvenser över 100 Hz samt ljudutstrålning från golv och tak med betongbjälklag med strålningsfaktor $\sigma = 1$. För lägre frekvenser är strålningskoefficienten -10 dB för tersband upp till 20 Hz, -4 dB för tersband 25–40 Hz, och 0 dB för högre frekvenser.

Stomljuds nivån minskar med ökad våning; en minskning med ca 2 dB är en vanlig tumregel.

Osäkerheten angående ytojämnheten i räl bedöms ha en onoggrannhet på ± 5 dB. För enstaka tågpassager med hjulplatta, som är typiskt för godsvagnar, bedöms 10 dB högre ljudnivåer kunna förekomma.

Osäkerhet i beräknade värden i byggnad beroende på koppling mellan mark och byggnad samt byggnadsresonanser bedöms till ± 5 dB.

Kända rumsakustiska samband mellan vibrationshastighet i byggnadselement och ljudtrycksnivå i rum. Osäkerheter för rummets rumsakustiska egenskaper bedöms vara ± 5 dB.

6.2 BERÄKNINGSRESULTAT

Utvärderad (fiktiv) stomljuds nivå L_{pASmax} i mät punkten är 46–49 dBA från tåg på spår på 7,5 meters avstånd, och 34–36 dBA från tåg på 23 meters avstånd. Detta ska tolkas som att om ljudtrycksnivån hade mätts i ett rum ovan perrong, i övrigt samma förutsättningar, hade stomljuds nivån i rummet varit högre än riktvärde 30 dBA.

För att utifrån mätning vid spår kunna bedöma risk för stömljud vid planerade byggnader har en förenklad beräkning tillsammans med översiktlig bedömning gjorts. Resultat och kommentarer redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade och bedömda ljudnivåer.

Beräkningsplats	Spår-förstärkning (befintlig)	Markförut-sättningar	Avstånd spår-byggnad	L_{pASmax}	Kommentar
A	KC-pelare västra sidan. Påldäck/ bankpålning tvärs spåren	Lera under spår och morän under byggnader	50 m	25–35 dBA	Medelhög risk pga spår förstärkande geokonstruktioner på västra sidan och att planerade byggnader grundläggs till berg.
B	Ingen markförstärkning under spår	Lera under spår och byggnader	50 m	15–25 dBA	Låg risk för stömljud pga lera. Om byggnader på grundläggs till berg ökar risken något.
C	KC-pålar S2-spår, bankpålning N2, påldäck östra sidan.	Lera under spår och lera samt morän under byggnader	45 m	20–30 dBA	Viss risk för stömljud pga markförstärkning under spår i öster och morän under byggnader. Risk ökar om byggnader på grundläggs till berg
D	Påldäck östra sidan, västra spåren på morän(?)	Lera under spår och morän under byggnader	35 m	25–35 dBA	Medelhög risk för stömljud om både byggnader och spår anläggs på morän.

7 SLUTSATSER OCH KOMMENTARER

Normalt förekommer stomljud vid bergkontakt mellan spår och byggnad, alltså för det fall att både spår och byggnad är anlagda direkt på berg. Då både spår och byggnad är anlagda på lera förekommer sällan stomljud. I stort sett, inom området, är därför risken liten för stomljud, men det finns platser med förhöjd risk. Om både spåret och byggnaden är grundlagda till berg finns risk för en s.k. stomljudsbygga. Risk för stomljud finns även då både spår och byggnad är anlagda på morän.

Utförda mätningar och bedömning omfattar inte godstågspassager. Enligt mätningar av markvibrationer inom projektet är det passagerartrafiken som dominerar markvibrationer, varpå bedömning görs att så även är fallet avseende stomljud.

Då detaljerad information är knapphändig om marken, grundläggning av planerade byggnader och planerade spår, tillsammans med att området är stort och har varierande förutsättningar, är vår generella rekommendation att mäta och utreda stomljud vid respektive byggrätt/planerat kvarter.

Vår rekommendation är också att på plankarta skriva att stomljuds nivåer om 30 dBA max Slow ska innehållas i bostadsrum.

Om mätning vid respektive byggnad visar på överskridande av stomljud finns stomljudsisolerande lösningar vid grundläggning av byggnader, t.ex. isolerplattor på pålskallar eller plintar.

8 REFERENSER

1. Kartunderlag för planerad nybyggnation har erhållits från Arkitektfirman Urban Minds som en grov strukturplan från Johan Böhlmark, 2020-04-06
2. Riktlinjer buller och vibrationer, Trafikförvaltningen Region Stockholm, SL-S-419701, Rev. 8, 2019-11-26
3. Stomljudd, Beskrivning och genomgång av riktvärden för spår- och vägburen trafik, WSP, 2015-11-17
4. Geologisk karta från SGU:s jordartskarta 1:25000–1:100 000 (hämtad april 2020)
5. Översiktligt projekterings-PM Geoteknik, Nedre Runby 1:23 m.fl. Väsby Entré, Bjerking, Uppdrag nr 18U1731, Rev. 2020-05-06
6. Inventering Markförstärkning spårrområde Väsby Entré Bjerking, Uppdrag nr 18U1731, 2020-02-07
7. Vibrations produced in buildings by passage of subway trains, EE Ungar och EK Bender, InterNoise, 1975
8. SGF Informationsskrift 1:2012 Markvibrationer version (2012-12-12, svenska geotekniska föreningen
9. Geodynamik i praktiken, Information 17 utgiven av Statens Geotekniska Institut

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

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

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

