

Vibration- och stomljudsutredning

Valskvarnsgatan

2016-08-31

Vibration- och stömljudsutredning

Valskvarnsgatan

2016-08-31

Beställare: Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret
403 17 GÖTEBORG

Beställarens [representant](#): Maria Lejon

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare
Handläggare Andreas Sigfridsson
Andreas Sigfridsson

Uppdragsnr: 104 29 44

Filnamn och sökväg: n:\104\29\1042944\6 leverans\04 färdig handling (inkl
pm)\1042944a.doc

Kvalitetsgranskad av: Gunnar Widén

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

Vibration- och stömljudsutredning	4
Sammanfattning	4
Uppdrag.....	5
Förutsättningar	5
Vibrationer	6
Riktvärden	6
Genomförande	7
Resultat.....	8
Kommentarer till resultat.....	12
Stömljud	13
Riktvärden	13
Genomförande	13
Resultat.....	14
Kommentarer till resultat.....	16

Bilagor

Bilaga 1 – Mät rapport Valskvarnsgatan_437-16191.M1_2016-08-10.pdf

Vibration- och stomljudsutredning

Sammanfattning

Komfortvibrationer

De uppmätta vibrationsnivåerna ligger under den gräns som betecknar ”måttlig störning” dokumentet SS 460 48 61.

Genom att beräkna ett ”värsta fall” då eventuella egenresonanser för grund och byggnad samt bjälklag sammanfaller med störfrekvensen från passerande tåg eller andra yttre störningar erhålls en förväntad vibrationsnivå. Denna vibrationsnivå kan sedan jämföras med gällande riktlinjer och därmed resulterar i en riskanalys.

Resultaten för dessa ”värsta fall” visar att vibrationsnivåerna från Hamnbanan hamnar under den gräns som betecknar ”måttlig störning”.

Dock visar mätningar att störningar från fordonstrafik utmed Valskvarnsgatan skulle kunna generera vibrationsstörningar i vertikal riktning på omkring 1,1 mm/s vägd RMS. Vibrationsnivåerna i vertikal riktning hamnar då över det riktvärde som finns för ”sannolik störning” på 1,0 mm/s vägd RMS, men mätresultaten är kraftigt beroende av grundläggningstyp av den befintliga grunden för MP 2. Om det skulle vara uppmätt på en platta på mark (vilket är mycket troligt i detta fall) är risken låg för vibrationsstörningar från fordonstrafiken längs Valskvarnsgatan.

Vår bedömning baserad på mätresultaten är att det är låg risk för vibrationsstörningar orsakade av Hamnbanan.

Stomljud

Mätningar visar en förhöjd risk för stomljuds nivåer i den norra byggnaden. Beräknade stomljuds nivåer blir högst av uppmätta vibrationer i riktning längs spår, och skulle kunna generera ljudnivåer på upp mot 36 dBA. För att säkerställa att stomljuds nivåerna ej överskrider riktlinjerna så rekommenderas stomljudsåtgärder på 6 dB dämpning för den norra byggnaden på planerat område.

För den södra byggnaden bedöms inga stomljudsåtgärder behöva genomföras.

Uppdrag

För framtagande av detaljplan för bostäder vid Valskvarnsgatan mäta vibrationsnivåer och utreda risk för störningar av vibrationer och stömljud från Hamnbanan.

Att vid behov föreslå generella åtgärder för att minimera risk för störande vibrationer och stömljud i bostäder.

Förutsättningar

I figur 1 presenteras planområdets avgränsning av planområdet vilket har erhållits av beställaren.



Figur 1. Planområdets avgränsning av planförslaget.

Enligt den geotekniska utredningen från NCC (7178861 PM Geoteknik Silo Eiriksberg rev A.pdf) så är jorddjupet för utredningsområdet 4,5 - 16 meter och utgörs av 1,5 m fyllning bestående av sand, grus och torrskorpelera och tegelrester. Den naturliga jordlagerföljden under fyllningen består av ca 1-2 m torrskorpelera som överlagrar lera ovan friktionsjord på berg.

Vibrationer

Riktvärden

Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets nya riktlinjer gällande från och med 2016-01-01 (TDOK 2014:1021) har för bostäder och vårdlokaler en maximal vibrationsnivå på 0,4 mm/s vägd RMS. Vilket avser vibrationsnivå nattetid (22-06) och får överskridas högst 5 gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS.

Svensk standard

Frekvensvägning

Frekvensvägningen för riktvärdet dokumenteras i SS 460 48 61, ”Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader”.

Frekvensvägningen viktat frekvenser lägre än 8 Hz, p g a att människans känslighet för vibrationshastigheten avtar för frekvenser < 8 Hz. Denna frekvensvägda vibrationshastighet kallas ofta för ”komfortvärde”.

Störning

Enligt dokumentet SS 460 48 61 utgör komfortvärdet 0.4 mm/s nedre gränsen för ett amplitudintervall betecknat ”måttlig störning”. Enligt standarden anses mycket få människor uppleva vibrationer under skiktet ”måttlig störning” som störande. Riktvärdet 0.4 mm/s komfortvärde är ca 30% högre än känseltröskel enligt ISO 2631-1.

Enligt dokumentet SS 460 48 61 utgör komfortvärdet 1.0 mm/s gränsen för sannolik störning. Över denna gräns är vibrationerna kännbara och upplevs av många som störande.

Dessa riktvärden kan tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder.

Genomförande

Vibrationsmätningar har utförts i 2 mätpunkter, där mätpunkt 1 är placerad i mark och mätpunkt 2 på befintlig byggnads grund. Området är beläget direkt öster om spårbanan på ett avstånd av cirka 50 meter och direkt norr om Valskvarnsgatan på ett avstånd av cirka 7 meter, se figur 2 för placering av mätpunkter.

Mätningen utfördes i 3 riktningar (tvärs spår, längs spår och vertikalt) och ägde rum under 7 dygn från 2016-08-01 till 2016-08-08, se bilaga 1 för mer information.



Figur 2. Placering av mätpunkter inom utredningsområdet.

Från mätresultaten väljs sedan de registreringar med högst amplitud och för de olika byggnaderna inom området beräknas en maximalt förväntad vibrationsnivå. Detta utförs genom två metoder, Nordtest metod NT ACOU 082 samt genom att beräkna responsspektra för byggnaden. De båda metodernas resultat jämförs sedan med gällande riktlinjer.

Analys har utförts i Matlab med hjälp av Abravibe samt egna skript.

Resultat

Vibrationsmätning

Från mätresultaten i bilaga 1 erhålls att komfortnivåerna är relativt låga för de båda mätpunkterna, något högre för MP 2 men dessa vibrationer erhålls från fordonstrafik och ej från tågtrafiken. Mätresultaten för MP 1 avser vibrationsnivå i mark och mätresultaten för MP 2 avser vibrationer på grundnivå för befintligt hus. De maximalt uppmätta komfortnivåerna för varje mätpunkt redovisas nedan i tabell 1.

Mätpunkt_datum_kl	Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs spår (vägd RMS [mm/s])	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	Tåglängd / Vikt [m / t]
MP1_160803_014826	0,07 (30 Hz)	0,08 (5 Hz)	0,07 (35 Hz)	474 / 2924
MP2_160807_223057	0,06 (9 Hz)	0,09 (9 Hz)	0,18 (10 Hz)	Fordonstrafik

Tabell 1. Uppmätta maximala komfortvärden under mätperioden (Se även bilaga 1).

Överföring av vibrationer från mark till byggnad

På sockeln av en byggnad är vibrationerna lägre än vad de skulle ha varit i marken i samma läge utan byggnad. Med källargrund är husgrundens motstånd mot vibrationer större än för grund utan källare. Det finns i allmänt använda (Nordtest metod NT ACOU 082) schablonvärden för att uppskatta vibration i husgrund relativt vibration i mark utan husgrund:

- Husgrund utan källare vibration i vertikal riktning 0,8
- Husgrund med källare vibration i vertikal riktning 0,4

För MP 1 och mätning i mark används denna faktor 0,4 för övergång från mark till grund på byggnad.

Nordtest metod NT ACOU 082

För uppskattning av vibrationsnivå i vertikal riktning på golv relativt vibrationsnivå i husgrund vertikal riktning finns följande schablonvärden:

- Envåningshus, eller första våningen i tvåvåningshus, med träbjälklag *4
- Övre våningen i tvåvåningshus med träbjälklag *10
- Flervåningshus med betongbjälklag *2,5

För vibrationer på golv/vägg i horisontell riktning finns följande schablonvärden relativt uppmätt vibration på husgrund i vertikal riktning:

- Envåningshus, eller första våningen i tvåvåningshus, med träbjälklag *1,8
- Övre våningen i tvåvåningshus med träbjälklag *10
- Flervåningshus med betongbjälklag *1,1

Bakom dessa schablonvärden döljer sig mätningar med stor spridning i mätresultat. Starkt påverkande faktorer är hur den aktuella uppmätta vibrationens frekvensinnehåll ”matchar” egenfrekvenser i den aktuella byggnaden.

Markvibrationens frekvensinnehåll påverkas av typen av tågtrafik (vikt, hastighet, hjulavstånd, spårkvalitet) samt marktyp. En byggnads egenfrekvenser är beroende av bärande konstruktioners spännvidder, styvhet och vikt.

Maximal vibrationsnivå i mark har uppmätts till 0,07 och 0,18 mm/s vägd RMS i vertikal riktning för de båda mätpunkterna. Därefter har en övergång till husgrund med källare beräknats (faktor 0,4) för MP1. Schablonerna ovan har sedan använts för att beräkna predikterade vibrationsnivåer för ett flervåningshus med betongbjälklag, resultaten presenteras i tabell 2.

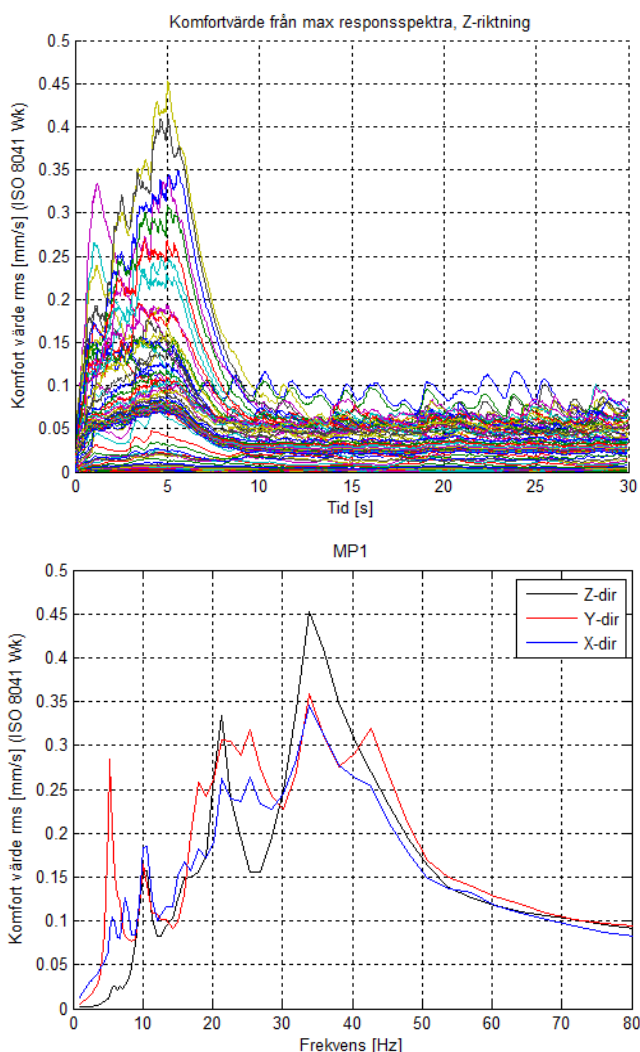
Mätpunkt	NT ACOU 082 Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	NT ACOU 082. Horisontellt (vägd RMS [mm/s])
Flervåningshus med betongbjälklag, MP1	0,07	0,03
Flervåningshus med betongbjälklag, MP2	0,45	0,20

Tabell 2. Beräknad maximala komfortvärden för ett betonghus baserade på maximalt uppmätta vibrationsnivåer enligt tabell 1. Beräkningar utförda enligt Nordtest metod NT ACOU 082.

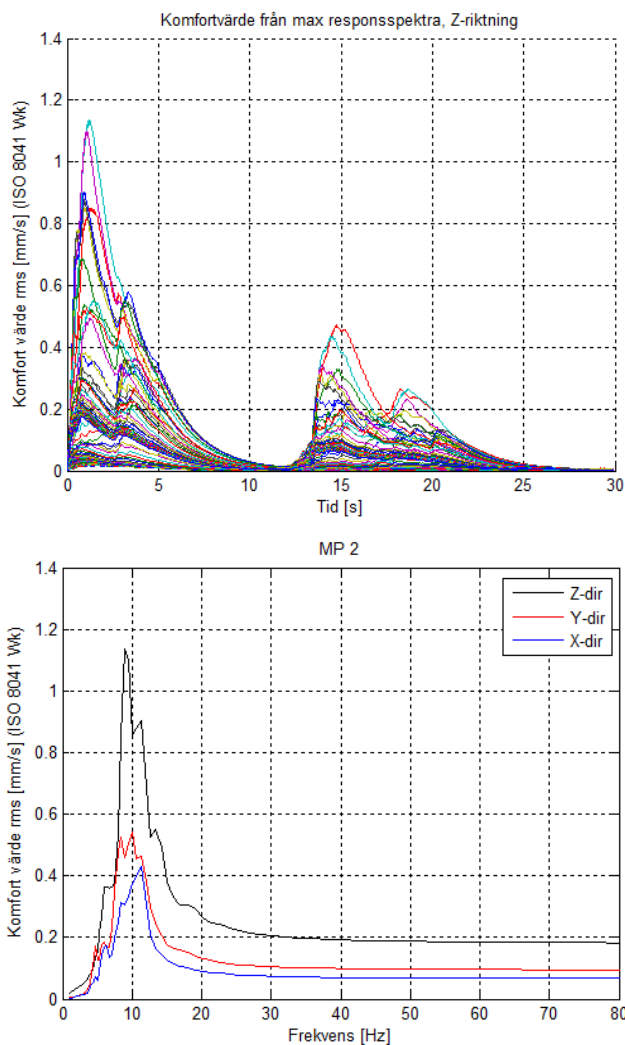
Responsspektraberäkningar

För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller.

Genom att beräkna responsspektra på uppmätt vibrationsdata med en antagen förstärkningsfaktor på $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser) skulle följande komfortvärden i tabell 2 kunna erhållas i ett ”värsta fall” då egenfrekvenser i byggnad sammanfaller med markvibrationens frekvens. För vertikal riktning är det egenfrekvenser i bjälklag som är av intresse och för horisontell riktning är det egenfrekvenser i grund och byggnad som är av intresse.



Figur 3 och 4. Resultat av responsspektraberäkningar för MP 1 presenteras överst som funktion av tid (vertikal riktning) där varje plottad resultatlinje motsvara en frekvenslinje och den undre figuren presenterar max komfortvärde för varje frekvens för respektive riktning.



Figur 5 och 6. Resultat av responspektraberäkningar för MP 2 presenteras överst som funktion av tid (vertikal riktning) där varje plottad resultatlinje motsvara en frekvenslinje och den undre figuren presenterar max komfortvärde för varje frekvens för respektive riktning.

För MP 1 och resultaten i figur 3 och 4 ska de maximala nivåerna från responspektraberäkningarna korrigerats med en faktor 0,4 för övergång till husgrund till grund med källare (vilket i detta fall även motsvara grund på berg). Då MP 2 är mätt direkt på befintligt hus har dessa vibrationsnivåer använts direkt för responspektraberäkningarna.

I tabell 3 har sedan resultaten från dessa beräkningar sammanställts.

Mätpunkt_datum_kl	Beräknat Q=10. Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Beräknat Q=10. Horisontellt, längs spår (vägd RMS [mm/s])	Beräknat Q=10. Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_160803_014826	0,14 (33,9 Hz)	0,14 (33,9 Hz)	0,18 (33,9 Hz)
MP2_160807_223057	0,43 (11,3 Hz)	0,54 (10,1 Hz)	1,14 (9,0 Hz)

Tabell 3. Beräknade maximala komfortvärden då egenfrekvenser i byggnaden sammanfaller med maximal uppmätt markvibration från med antagen förstärkningsfaktor av $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser).

Kommentarer till resultat

För dessa beräkningar har byggnad vid MP 1 antagits ha källare (vilket också kan motsvaras av grundläggning till fast berg). Varaktigheten för passagerna med högst amplitud ligger på cirka 10 sekunder och insamlade vibrationsnivåer korrelerar väl med tågtrafiken. Det bedöms därmed som låg risk för komfortstörningar för planerad 12 våningsbyggnad vid MP 1 (Norra byggnad).

För 22 vånings byggnad vid MP 2 (Södra byggnad) har mätning på befintlig byggnads sockel utförts men utan information om grundläggning för denna byggnad går det inte att med säkerhet bedöma risken för den nya byggnaden. Vibrationsstörningarna uppstår ej från spårburen trafik på hamnbanan utan från fordonstrafik på Valskvarnsgatan. För dessa två fall gäller:

- Om befintlig byggnad visar sig vara grundlagd till fast berg (vilket ej verkar vara troligt) finns risk för komfortstörningar i vertikal riktning. Följande åtgärdsförslag kan vara aktuella:
 - o Minimera uppkomst av störning genom att hålla en jämn plan väg för fordon. Dvs utan ojämnheter eller farthinder minimeras vibrationskällan.
 - o Styvare bjälklag med egenfrekvens över 12 Hz.
- Om befintlig byggnad visar sig vara grundlagd som platta på mark reduceras resultaten i tabell 2 och 3 med en faktor 2. Vilket innebär att för den maximala vibrationsnivån i vertikal riktning från responsspektraberäkningarna ger 0,57 mm/s vägd RMS och resultaten från Nordtest metod ger 0,23 mm/s vägd RMS. Detta medför liten risk för vibrationsstörning och inga ytterligare åtgärder behöver föreslås.

Stomljud

Riktvärden

Det finns inga klara riktvärden för stomljud men praxis har blivit att använda sig av maximalt ljudnivå på 30 dBA (Slow) för bostäder och 40 dBA för kontor.

Genomförande

Mätning har utförts i tre riktningar i 2 stycken mätpunkter och presenteras i figur 7. Mätningen utfördes 160815 och eftersom låga vibrationsnivåer uppmättes vid det första tillfälle och mycket störningar förekom utfördes en ny mätning 160817 och då endast i mätpunkt B.



Figur 7. Mätpunkter för stomljuds-mätning.

Mätutrustning:

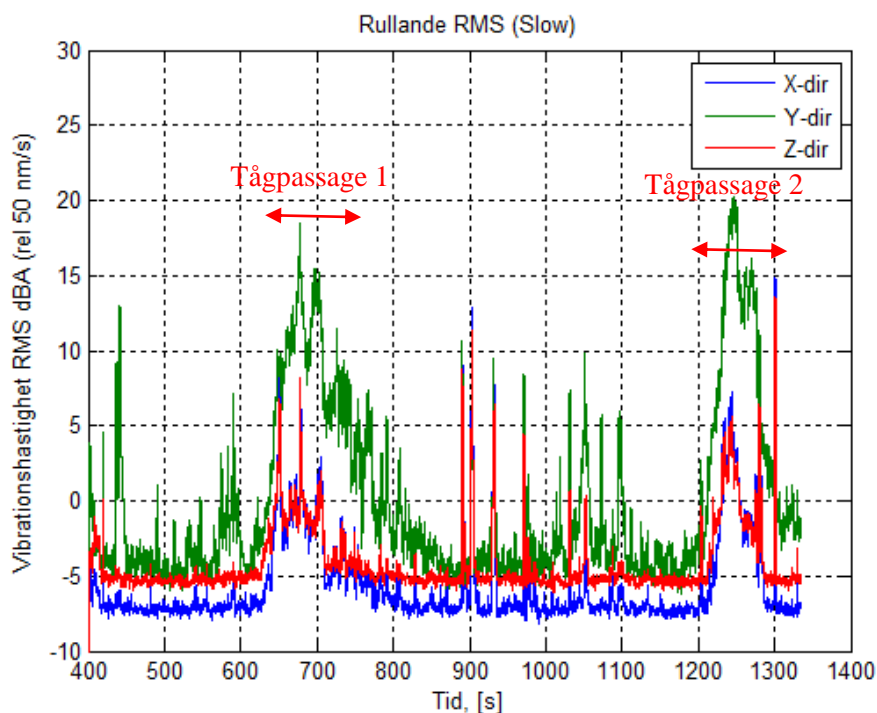
- Frekvensområde för utvärderingen har valts till 20 – 400 Hz.
- SVAN 958 (4-kanalig) datainsamling (2 st).
- Tri-axiell accelerometer typ MFF KS823B (2 st).

Vibrationsmätningen utfördes i 3 riktningar där X-led är tvärs spår riktning, Y-led är längs spår riktning och Z-led är vertikal riktning.

Analys har utförts i Matlab med hjälp av Abravibe samt egna skript.

Resultat

Då tågpassager ej kunde urskiljas i mätpunkt B på grund av störningar så har utvärdering endast skett för mätpunkt A. I figur 8 har ett rullande RMS värde beräknats med integrationstid 1 sekund (slow). Vibrationsdata har även A-viktats och presenteras i decibel relativt 50 nm/s. Tågpassagerna inträffade klockan 15.09 och 15.18 den 160815.



Figur 8. Rullande RMS över passager av två stycken godståg längs Hamnbanan, mätning utförd i MP A.

Från resultaten kan det urskiljas att högst vibrationsnivåer uppmättes i Y-riktning och att X och Z riktningen är väldigt likvärdiga. Från passage 2 uppmättes de högsta nivåerna och resultaten visar på cirka 20 dBA (rel 50 nm/s) för Y-riktningen och cirka 7 dBA (rel 50 nm/s) för X och Z riktningarna.

Det går även att notera mycket kortvariga störningar mellan passagera och förekommer eventuellt även under passage 1. Passage 2 bedöms däremot renare och vibrationsnivåerna bedöms uppstå från tågpassagen.

Med förutsättning att byggnader är pålade till berg så leds stomljudet in i byggnadskonstruktionen via grundläggningen. På grund av resonanser i betongkonstruktionen (väggar och bjälklag) kan stomljudsnivåerna i dessa förstärkas med cirka 0 – 10 dB.

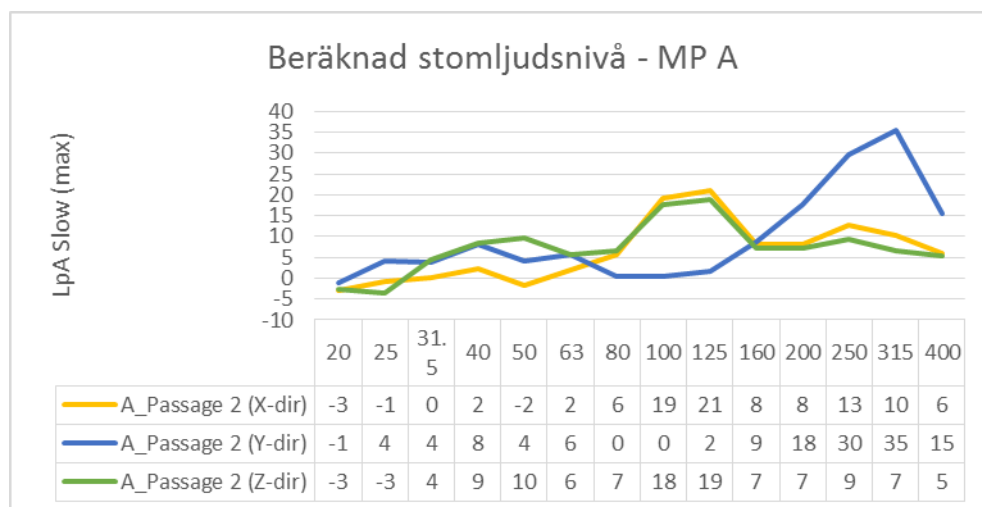
Dessa stomljuds nivåer avser markplan och för högre våningsplan kan stomljudet beräknas avta med cirka 1 dB per våningsplan (Förutsatt betongkonstruktion för väggar och bjälklag). För betongbjälklag på stålstomme eller pelare kan större dämpning per våningsplan förväntas.

Stomljuds nivåerna ger upphov till luftljud i rum. Genom att anta en takhöjd på 2,4 m och en efterklangstid på 0,5 s kan en förväntad ljudnivå beräknas.

Totalt ger detta en beräknad ljudnivå i ett typrum för den planerade byggnaden på norra delen av området på 13-23 dBA för vertikal riktning och cirka 26 - 36 dBA i horisontell riktning.

För den högre byggnaden på södra delen av området som är placerad på dubbla avståndet från spåret, minskar vibrations hastigheten med cirka 6 dB och då erhålls en maximal ljudnivå för de horisontella vibrationerna på 20-30 dBA. (Förutsatt minst ett våningsplan med förråds- eller källarutrymmen).

För tågpassage 2 har tersband över dessa maximala ljudnivåer beräknats och presenteras i figur 10. De högsta ljudnivåerna inträffar över tersbandet 315 Hz i längsgående spårriktning (Y-riktningen).



Figur 10. Tersband över de maximalt beräknade stomljuds nivåerna från tågpassage 2.

Kommentarer till resultat

Kortvariga störningar med höga vibrationsnivåer förekom under mätningen, orsak till detta är oklart.

För den norra byggnaden närmast järnvägsspår beräknas en maximal stomljudsnivå till 36 dBA. För att säkerställa att rikvärdet på 30 dBA efterlevs föreslås stomljudsåtgärd på 6 dB för det planerade 12 våningshuset på planens norra del.

En sådan åtgärd kan utföras antingen vid spårbana (mellan spår och berg) eller vid planerade byggnad (mellan berg och byggnad) genom att ett vibrationsdämpande skikt införs. Detta vibrationsdämpande skikt ska vara avstämt så att vibrationerna över tersbanden 250 – 315 Hz dämpas med 6 dB.

För den högre byggnaden på södra delen hamnar stomljudsnivåerna på gränsen för gällande riktlinjer ett värsta fall. Då bostäderna planeras ett par våningsplan upp från bottenplatta beräknas stomljudsnivåerna i värsta fall till 30 dBA. Då detta är ett värsta fall för när en resonans i betongkonstruktionen sammanfaller med vibrationerna från tågpassagen bedöms inga stomljuddämpande åtgärder nödvändiga för denna södra byggnad.

Norconsult AB
Akustikon
ett team i Norconsult AB

Andreas Sigfridsson
andreas.sigfridsson@norconsult.com



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se