

KANICO AB

Simonsland - Vibrationsutredning



Uppdragsnr: 105 26 04 Version: 1
2018-04-27

Uppdragsgivare: KANICO AB
Uppdragsgivarens kontaktperson: Hanna Lassing
Konsult: Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Andreas Sigfridsson
Teknikansvarig: Andreas Sigfridsson
Handläggare: Marcus Andersson

1	2018-04-27	Vibrationsutredning	Marcus Andersson	Andreas Sigfridsson	Andreas Sigfridsson
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

Inför ny detaljplan av Simonsland etapp 3 har Norconsult AB, team Akustikon, fått i uppdrag av Kanico AB att utreda risken för komfortstörande vibrationer inom planområdet.

Mätningar utfördes i 3 mätpunkter och uppmätta komfortnivåer i mätpunkt 1 och 3 är relativt låga och maximalt uppmättes 0,26 mm/s vägd RMS i horisontell riktning. För mätpunkt 2 registrerades inga vibrationer över ställd triggernivå.

Då egenfrekvenser i grund och byggnad alternativt bjälklag kan generera en förstärkning av vibrationsstörningar har analys genom responspektraberäkningar utförts.

Responspektraberäkningarna visar för mätpunkt 1 att komfortnivåer på **1,9** mm/s vägd RMS skulle kunna uppstå i horisontell riktning. Energin ligger dock mellan 10 – 20 Hz vilket är relativt högt för grund och stomme vid högre byggnader.

För vertikal riktning visar responspektraberäkningarna att maximalt skulle **0,9** mm/s vägd RMS kunna uppstå och inträffa vid cirka 15 Hz. Normalt ligger egenfrekvens för bjälklag vid 5 – 10 Hz och det skulle krävas stora insatser om möjligt att dimensionera tillräckligt styva bjälklag för att minimera denna risk.

Risk för komfortstörningar från Norra Långgatan föreligger för mätpunkt 1 med avseende på vägtrafik.

Från mätningarna registrerades inga komfortnivåer över tröskelvärde i mätpunkt 2 varpå risken för vibrationsstörningar bedöms som mycket liten.

Mycket lite risk för komfortstörningar föreligger för mätpunkt 2

För mätpunkt 3 visar responspektraberäkningarna att maximalt skulle 0,7 mm/s vägd RMS kunna uppstå i horisontell riktning. Denna maximala nivå inträffar vid 29 Hz och så högt upp i frekvensområdet ligger normalt inte de lägsta egenfrekvenserna som denna analys rikta sig mot. Vid lägre frekvenser uppgår komfortnivåerna till 0,5 mm/s vägd RMS vid 6,3 Hz vilket skulle kunna vara kännbart men kräver alltså väldigt god matchning mellan egenfrekvens och störfrekvens. För vertikal riktning uppgår de beräknade komfortnivåerna till maximalt 0,2 mm/s vägd RMS och mycket liten risk för komfortstörningar föreligger.

Liten risk för komfortstörningar föreligger för mätpunkt 3 i horisontell riktning med avseende på spårtrafik.

Förslag på åtgärder:

- Pålning för "låsning" av grunden i lager med lägre vibrationsamplitud.
- Uppföra byggnader med "tung" byggnadsstomme.
- Underhåll av ojämnheter i vägbana (enligt uppmätta nivåer från fordonstrafik i mätpunkt 1)

Genom att ta hänsyn till ovan nämnda risker under projektering är det enligt vår bedömning möjligt att bebygga bostäder på fastigheten med uppfyllnad av riktvärdet för vibrationer max 0,4 mm/s vägd RMS.

Innehåll

1	Uppdrag och bakgrund	5
2	Riktvärden	5
3	Förutsättningar	6
4	Genomförande och metodik	7
5	Resultat	8
5.1	Vibrationsmätningar	8
5.2	Överföring av vibrationer från mark till byggnad	11
5.3	Responsspektraberäkningar	11
5.4	Nordtest metod NT ACOU 082	13
5.5	Sammanställning av resultat	14
6	Kommentarer till resultat	15

Bilaga 1

Mätrapport Simonsland_437-18120.M1_2018-04-24.pdf

1 Uppdrag och bakgrund

Inför ny detaljplan av Simonsland etapp 3 har Norconsult AB, team Akustikon, fått i uppdrag av Kanico AB att utreda risken för komfortstörande vibrationer inom planområdet. Området ligger längs Viskans stränder med ett underliggande jordlager om ca 20–50 m. Vibrationsstörningar förväntas kunna komma ifrån tågtrafik på Kust till kust-banan och Älvsborgsbanan som löper längs varsin sida av planområdet. Även vägtrafik på närliggande huvudgator, i synnerhet Norrby Långgata, väntas kunna ge upphov till vibrationer.

2 Riktvärden

2.1.1.1 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets riktlinjer för bl a vibrationer från trafik på väg och järnväg, gällande från och med 2016-01-01 (*Trafikverket 2015a, sid 2*), anger för bostäder och vårdlokaler riktvärdet: **maximal vibrationsnivå, 0,4 mm/s vägd RMS inomhus**. Detta avser vibrationsnivå nattetid (kl 22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS.

2.1.1.2 Svensk standard

Frekvensvägning

Frekvensvägningen för riktvärdet dokumenteras i "SS 460 48 61: Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader" (*Svensk Standard 1992*). Frekvensvägningen viktat vibrationer lägre för frekvenser som understiger 8 Hz, på grund av att människans känslighet för vibrations hastigheten avtar för frekvenser under 8 Hz. Denna frekvensvägda vibrations hastighet 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 som komfortvärde är ca 30% högre än människors 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 enligt standarden tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder.

3 Förutsättningar

Enligt SGU utgörs övre marklagret i området av isälvsediment. Området utgörs enligt SGU av ett djup till berg på 20–50 meter.

Från PM Geoteknik (*Simonsland Tystnaden och Simonsland Nybron*) visar geotekniska utredningar att djupet till berg är cirka 17 – 22 meter inom området. Fyllningen uppgår till 0,15 – 1,5 meter och under fyllning består jordlagret ned till berg sedan av framförallt sand.

Vibrationsmätningar har utförts i tre mätpunkter (se **figur 4.1**):

MP1 – Borås Simonsland 16

Avstånd från mätpunkt till:

- Norrby Långgata ca 5 m
- Kust till kust-banan ca 80 m
- Älvsborgsbanan ca 180 m

MP2 – Borås Simonsland 14

Avstånd från mätpunkt till:

- Kust till kust-banan ca 150 m
- Älvsborgsbanan ca 110 m
- Lokalgata, Viskastrandsgatan ca 7 m

MP3 – Skaraborgsvägen 1C, Borås

Avstånd från mätpunkt till:

- Ca 70 m från Norrby Långgata
- Kust till kust-banan ca 65 m
- Älvsborgsbanan ca 130 m

4 Genomförande och metodik

Mätningen utfördes i 3 riktningar för aktuella mätpunkter, x-, y- och z-riktningar, under 7 dygn. Mätssystemet har mätt kontinuerligt med redovisning av toppvärdet per 35 sekunder med analyserbara kurvdata vid registrering över tröskelvärdet 0,2 mm/s.

Mätningen ägde rum under 7 dygn från 2018-04-03 till 2018-04-11, se bilaga 1 för mer information.



Figur 4.1. Placering av mätpunkter inom utredningsområdet enligt bilaga 1.

Från mätresultaten väljs sedan de registreringar i de olika mätpunkterna som har högst amplitud, de jämförs sedan med gällande riktlinjer.

För nya byggnader inom området kommer vibrationsnivåerna att vara starkt kopplade till den nya byggnadens egenskaper. För att bedöma vibrationsrisk väljs den högsta uppmätta registreringen ut och därefter beräknas en maximalt förväntad vibrationsnivå. Detta utförs genom två metoder, dels med beräkningar av responspektra för byggnaden, dels med Nordtest metod NT ACOU 082. De båda metodernas resultat jämförs därefter med gällande riktlinjer och utmynnar i en riskanalys för de nya byggnaderna inom planerat område.

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

5 Resultat

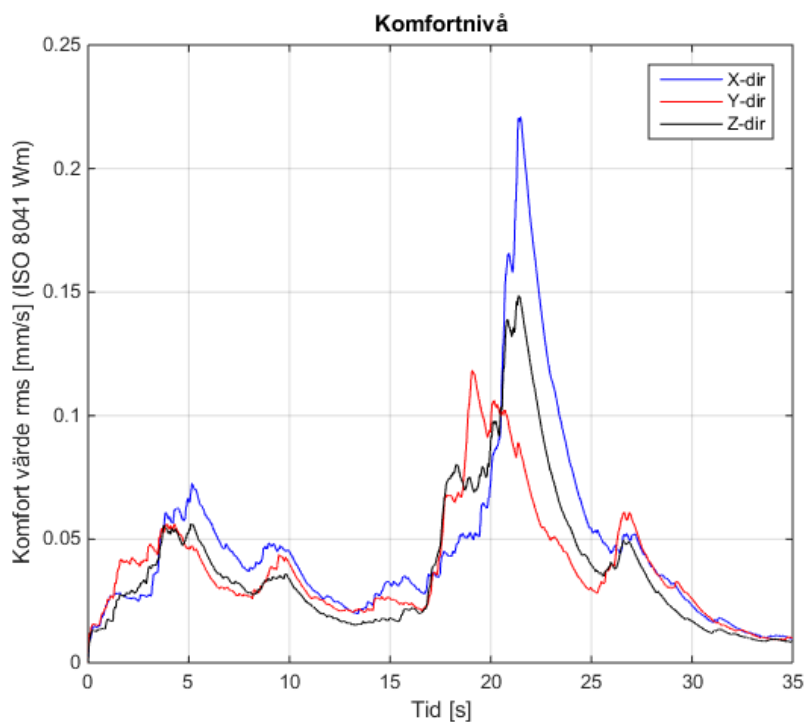
5.1 Vibrationsmätningar

Vid mätning har magnituder över tröskelvärde registrerats i MP1 och MP3. Detta har inte skett i MP2, varför inga resultat kan presenteras i denna mätpunkt. Händelserna som givit upphov till störst magnituder i respektive mätpunkt har valts ut och analyserats. I samtliga av dessa fall har största rörelsen skett i horisontell riktning, i MP1 tvärs Norrby Långgata och i MP3 tvärs Kust till kust-banan. Högsta registrerade nivå i MP1 är 0,26 mm/s vägd RMS och i MP3 0,12 mm/s vägd RMS. Av tidsförloppen och frekvensinnehållet att döma bedöms utvalda händelser i MP1 härröra från vägtrafik och i MP3 från spårtrafik.

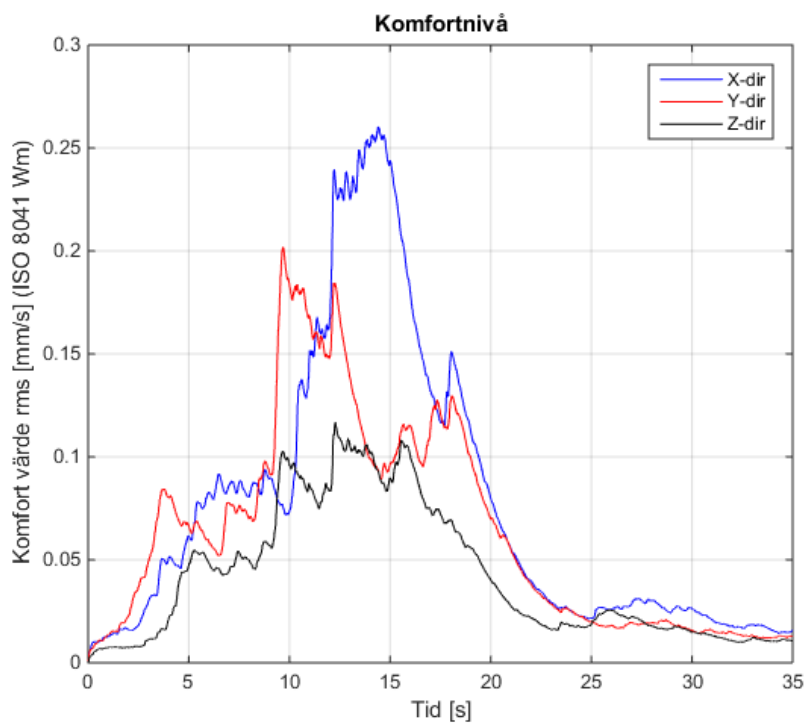
Tabell 5.1. Utvalda registreringar för de olika mätpunkterna under aktuell mätperiod.

Mätpunkt_datum_kl	Horisontellt, tvärs väg (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs väg (vägd RMS [mm/s])	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_1 180403_124850 (Vägtrafik)	0,22	0,12	0,15
MP1_2 180411_073433 (Vägtrafik)	0,26	0,20	0,12
MP3_1 180404_185732 (Spårtrafik)	0,12	0,09	0,05
MP3_2 180409_222715 (Spårtrafik)	0,10	0,09	0,04

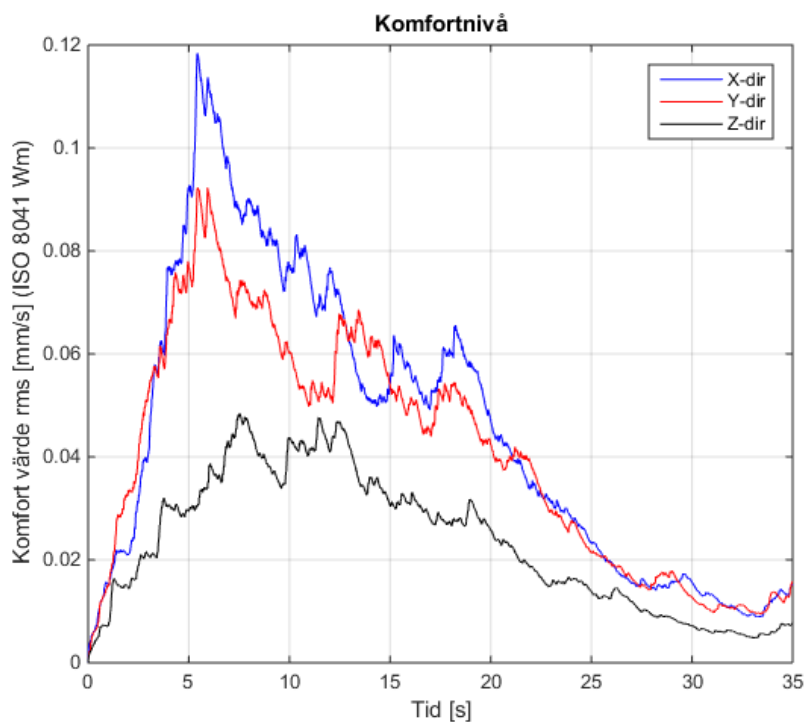
I figur 5.1 – 5.4 presenteras uppmätta komfortnivå över tid för registreringar enligt tabell 5.1.



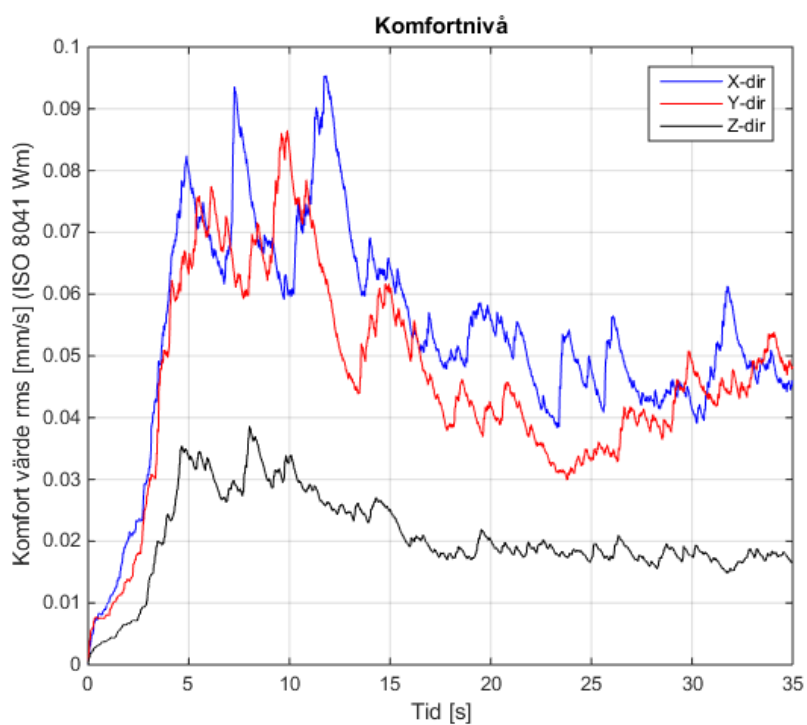
Figur 5.1. Komfortnivåer i MP1_1 enligt tabell 5.1 och kortvarig vibrationsstörning som sannolikt uppstår från vägtrafik från Norrby Långgatan.



Figur 5.2. Komfortnivåer i MP1_2 enligt tabell 5.1 och kortvarig vibrationsstörning som sannolikt uppstår från vägtrafik från Norrby Långgatan.



Figur 5.3. Komfortnivåer i MP3_1 enligt tabell 5.1 och baserat på varaktigheten uppstår vibrationsstörning sannolikt från spårtrafik.



Figur 5.4. Komfortnivåer i MP3_2 enligt tabell 5.1 och baserat på varaktigheten uppstår vibrationsstörning sannolikt från spårtrafik.

5.2 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 den 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

I denna utredning används **faktorn 0,8** för övergång från mark till grund på byggnad.

5.3 Responsspektraberäkningar

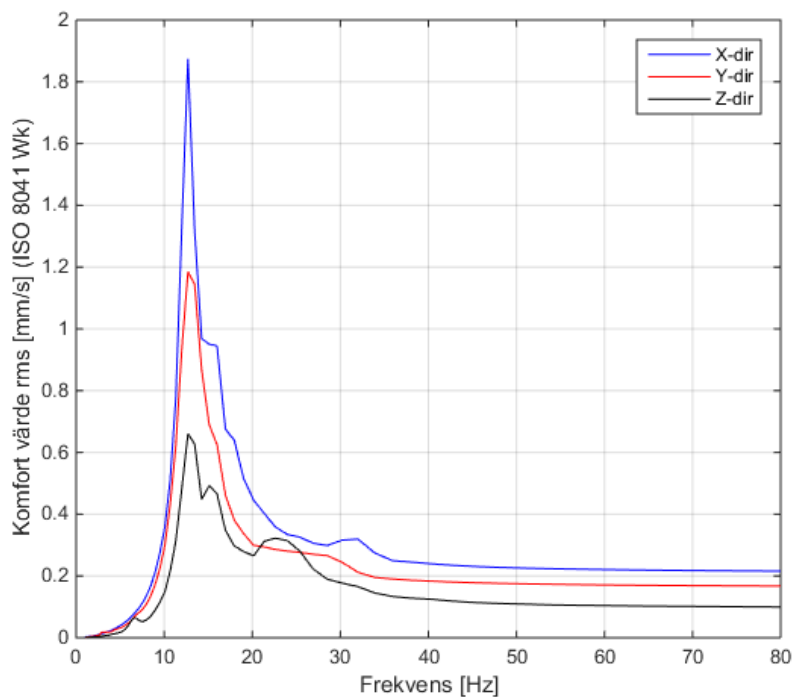
För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och den exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller. Genom att beräkna responsspektra på uppmätta vibrationsdata från de utvalda registreringarna i tabell 5.1, med en antagen förstärkningsfaktor på Q=10 (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser), skulle ett komfortvärde på 1,9 mm/s vägd RMS kunna erhållas i ett "värsta fall" för MP1 då egenfrekvenser i byggnad sammanfaller med markvibrationens frekvens (vertikalt). Resultaten är korrigerade med en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad. 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.

Nedan i **tabell 5.2** redovisas resultaten för utvalda registreringarna i tabell 5.1. De beräknade vibrationsnivåerna skall ses som ett "worst case", och bedömningar av deras amplituder bör sedan utföras med hänsyn till vibrationskälla, frekvens och risken för att störning sammanfaller med någon byggnadsdel i de planerade byggnaderna inom utredningsområdet.

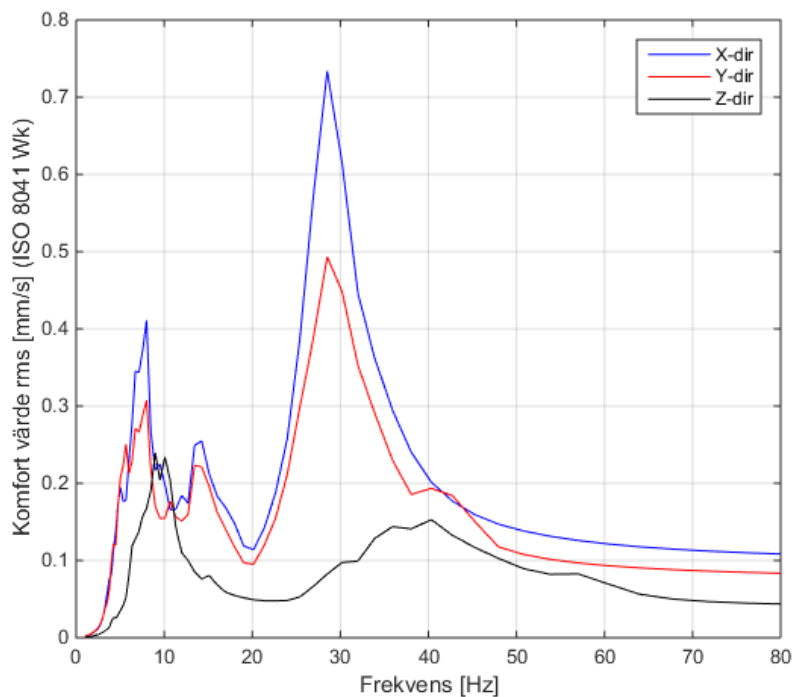
I figur 5.5 – 5.7 presenteras resultaten från responsspektraberäkningarna och de maximala nivåerna över frekvensområdet.

I tabell 5.2. Maximalt beräknade komfortnivåer från responsspektra för de utvalda registreringarna i MP1 och MP3.

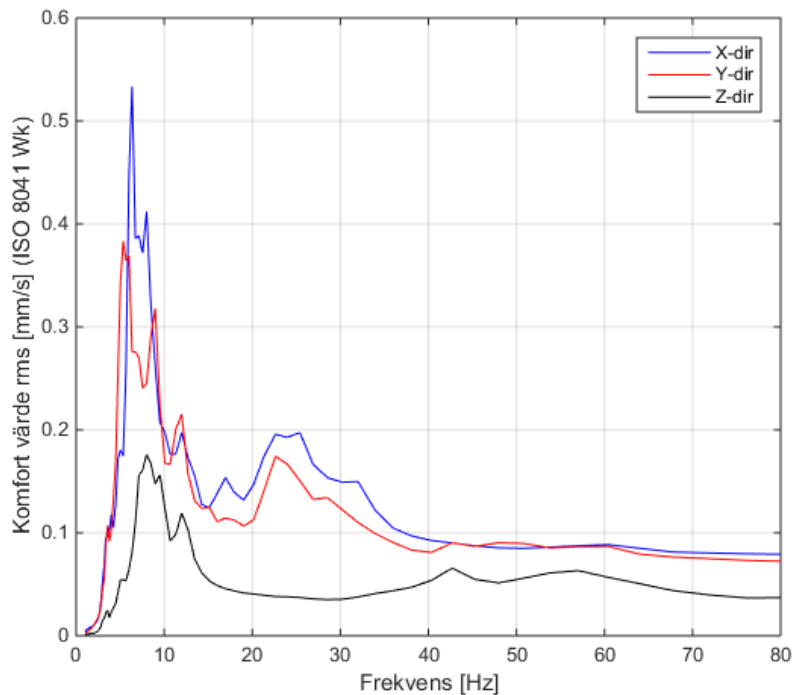
Mätpunkt_datum_kl	Horisontellt, tvärs väg (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs väg (vägd RMS [mm/s])	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_1 180403_124850 (Vägtrafik)	1,4 (15,1 Hz)	0,7 (15,1 Hz)	0,9 (15,1 Hz)
MP1_2 180411_073433 (Vägtrafik)	1,9 (12,7 Hz)	1,2 (12,7 Hz)	0,7 (12,7 Hz)
MP3_1 180404_185732 (Spårtrafik)	0,7 (28,5 Hz)	0,5 (28,5 Hz)	0,2 (9,0 Hz)
MP3_2 180409_222715 (Spårtrafik)	0,5 (6,3 Hz)	0,4 (5,3 Hz)	0,2 (8,0 Hz)



Figur 5.5. Resultat av responsspektraberäkningar för utvalda registreringar i MP1 (MP1_2 enligt tabell 5.1).



Figur 5.6. Resultat av responsspektraberäkningar för utvalda registreringar i MP3 (MP3_1 enligt tabell 5.1).



Figur 5.7. Resultat av responspektraberäkningar för utvalda registreringar i MP3 (MP3_2 enligt tabell 5.1).

5.4 Nordtest metod NT ACOU 082

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

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

För uppskattning av vibrationsnivå i horisontell riktning på golv/vägg relativt uppmätt vibrationsnivå i vertikal riktning i husgrund finns följande schablonvärden för uppräkningsfaktorer:

- 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 mätresultaten. Starkt påverkande faktorer är hur den aktuella, uppmätta vibrationens frekvensinnehåll "matchar" egenfrekvenser i den aktuella byggnaden. Markvibrationens frekvensinnehåll påverkas av typen av trafik (vikt, hastighet, hjulavstånd, spårkvalitet) samt marktyp. En byggnads egenfrekvenser är beroende av bärande konstruktioners spännvidder, styvhet och vikt.

Maximal vibrationsnivå i mark har här uppmätts till 0,26 mm/s vägd RMS i horisontell riktning och 0,15 mm/s vägd RMS i vertikal riktning. Genom övergång från mark till byggnad har en faktor 0,8 används. Schablonvärdena ovan har sedan använts för att beräkna vibrationsnivåer för ett flervåningshus med betongbjälklag, resultaten presenteras i **tabell 5.3**.

Tabell 5.3 Beräknade maximala komfortvärden för byggnad med betongbjälklag baserade på maximalt uppmätta vibrationsnivåer enligt tabell 5.1. Beräkningar utförda enligt Nordtest metod NT ACOU 082.

Registrering	NT ACOU 082 Horisontellt (vägd RMS [mm/s])	NT ACOU 082 Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_1 180403_124850 (Vägtrafik)	0,13	0,3
MP1_2 180411_073433 (Vägtrafik)	0,11	0,24
MP3_1 180404_185732 (Spårtrafik)	0,04	0,1
MP3_2 180409_222715 (Spårtrafik)	0,04	0,08

5.5 Sammanställning av resultat

För det maximalt registrerade mätresultatet har sedan de med högst amplitud från de båda utvärderingsmetoderna valts ut och sammanställts i **tabell 5.4**. Båda metoderna har använt en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad.

Tabell 5.4 Sammanställda resultat från utvärderingar med de båda metoderna korrigerade med avseende på övergång från mark till byggnad.

Registrering	Responsspektra Horisontellt vägd RMS [mm/s]	Responsspektra Vertikalt vägd RMS [mm/s]	NT ACOU 082 Horisontellt vägd RMS [mm/s] betongbjälklag	NT ACOU 082 Vertikalt vägd RMS [mm/s] betongbjälklag
MP1_1 (Vägtrafik)	1,4 (15,1 Hz)	0,9 (15,1 Hz)	0,13	0,3
MP1_2 (Vägtrafik)	1,9 (12,7 Hz)	0,7 (12,7 Hz)	0,11	0,24
MP3_1 (Spårtrafik)	0,7 (28,5 Hz)	0,2 (9,0 Hz)	0,04	0,1
MP3_2 (Spårtrafik)	0,5 (6,3 Hz)	0,2 (8,0 Hz)	0,04	0,08

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.

6 Kommentarer till resultat

Då egenfrekvenser i grund och byggnad alternativt bjälklag kan generera en förstärkning av vibrationsstörningar har analys genom responsspektraberäkningar och NT ACOU 082 utförts. Resultaten av de olika beräkningsmetoderna skiljer sig i det här fallet påtagligt. Skillnaden är särskilt stor i horisontell riktning. En huvudsaklig orsak till detta är att NT ACOU 082 bygger på uppmätt nivå endast i vertikal riktning. I mätningarna har de största magnituderna registrerats i horisontell riktning. Enligt NT ACOU 082 föreligger därmed mycket liten risk för störning i samtliga mätpunkter.

Responsspektraberäkningarna visar däremot för mätpunkt 1 att komfortnivåer på **1,9 mm/s** vägd RMS skulle kunna uppstå i horisontell riktning. Energin ligger dock mellan 10 – 20 Hz vilket är relativt högt för grund och stomme vid högre byggnader, schablonmässigt kan ett överslag av egenfrekvens beräknas genom $46/H$, där H = höjd på byggnad [m]. Men högre ordningar kan behöva studeras för att minimera denna risk.

För vertikal riktning visar responsspektraberäkningarna att maximalt skulle **0,9 mm/s** vägd RMS kunna uppstå och inträffa vid cirka 15 Hz. Normalt ligger egenfrekvens för bjälklag vid 5 – 10 Hz och det skulle krävas stora insatser om möjligt att dimensionera tillräckligt styva bjälklag för att minimera denna risk.

Risk för komfortstörningar från Norra Långgatan föreligger för mätpunkt 1 med avseende på vägtrafik.

Från mätningarna registrerades inga komfortnivåer över tröskelvärde i mätpunkt 2 varpå risken för vibrationsstörningar bedöms som mycket liten.

Mycket lite risk för komfortstörningar föreligger för mätpunkt 2

För mätpunkt 3 visar responsspektraberäkningarna att maximalt skulle 0,7 mm/s vägd RMS kunna uppstå i horisontell riktning. Denna maximala nivå inträffar vid 29 Hz och så högt upp i frekvensområdet ligger normalt inte de lägsta egenfrekvenserna som denna analys rikta sig mot. Vid lägre frekvenser uppgår komfortnivåerna till 0,5 mm/s vägd RMS vid 6,3 Hz vilket skulle kunna vara kännbart men kräver alltså väldigt god matchning mellan egenfrekvens och störfrekvens. För vertikal riktning uppgår de beräknade komfortnivåerna till maximalt 0,2 mm/s vägd RMS och mycket liten risk för komfortstörningar föreligger.

Liten risk för komfortstörningar föreligger för mätpunkt 3 i horisontell riktning med avseende på spårtrafik.

Förslag på åtgärder:

- Pålning för "låsning" av grunden i lager med lägre vibrationsamplitud.
- Uppföra byggnader med "tung" byggnadsstomme.
- Underhåll av ojämnheter i vägbana (enligt uppmätta nivåer från fordonstrafik i mätpunkt 1)

Genom att ta hänsyn till ovan nämnda risker under projektering är det enligt vår bedömning möjligt att bebygga bostäder på fastigheten med uppfyllnad av riktvärdet för vibrationer max 0,4 mm/s vägd RMS.