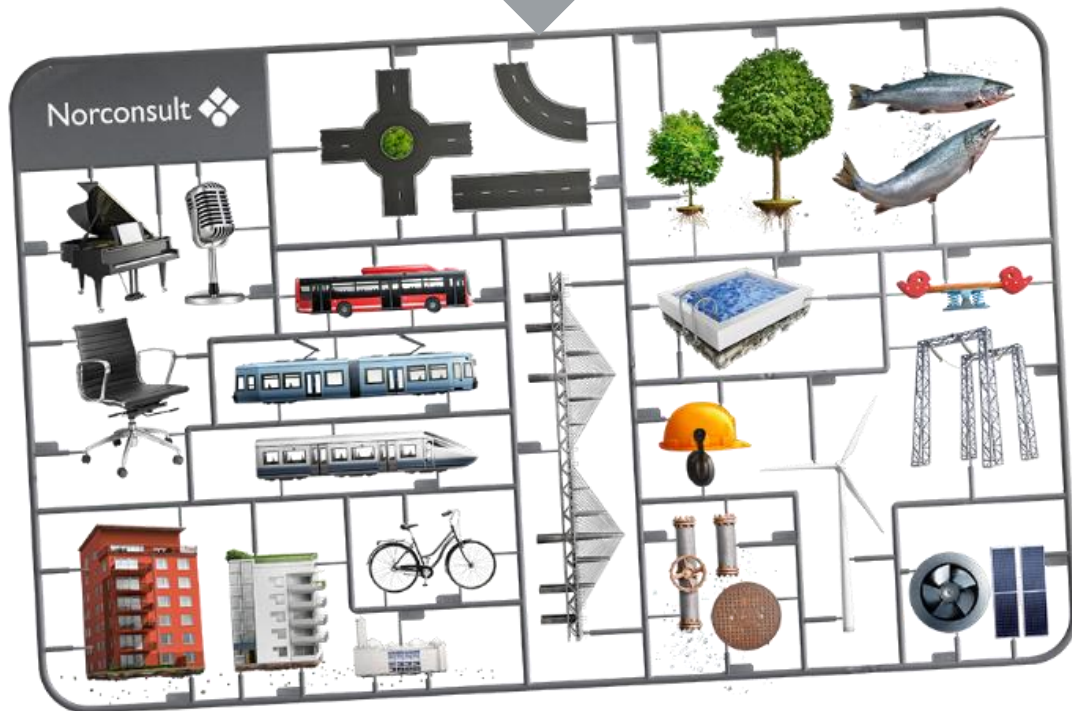


Eskilstuna kommun

Kv. Valören 1 och 2

Vibrationsutredning



Uppdragsnr: 105 18 71 Version: 1
2017-12-21

Uppdragsgivare: Eskilstuna kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Anna Ekwall
Konsult: Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Andreas Sigfridsson
Underkonsult: Metron Miljökonsult AB

1	2017-12-21	Rapport - vibrationsutredning	Andreas Sigfridsson	Marcus Andersson	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 framtagning av ny detaljplan inom Kv. Valören 1 och 2, Eskilstuna utföra en vibrationsutredning för att bedöma risken för komfortstörningar med avseende på spårtrafik på Sveadalsbanan.

Vibrationsmätningarna har utförts i två mätpunkter (3 riktningar) för planerade byggnader och resultaten från mätningarna visar att relativt låga vibrationsnivåer erhålls i mark. Maximalt uppmätt komfortnivå i mark för mätpunkt 1 uppgick till 0,14 mm/s vägd RMS men kunde inte relateras till spårtrafik. För mätpunkt 2 uppgick inga vibrationsnivåer över vald triggernivå.

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

Responsspektraberäkningar för när detta inträffar visar på ett värsta fall och resultaten visar följande resultat med avseende på de olika trafiklederna. Då inga uppmätta data erhöles för mätpunkt 2 gäller nedanstående beräkningar endast mätpunkt 1 och den planerade byggnadsdel närmast spår.

Riktlinjerna för maximal komfortnivå (0,4 mm/s vägd RMS) avser framför allt bostäder och dessa riktvärden kan enligt standarden tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder.

Spårtrafik

Relativt låga vibrationsnivåer uppmättes som kunde relateras till tågtrafik på Sveadalsbanan. Maximal registrering uppmättes till 0,08 mm/s vägd RMS i tvärs spårriktning. Responsspektra beräkningarna visar att i värsta fall skulle denna vibrationsnivå kunna generera 0,47 mm/s vägd RMS i planerad byggnad då störfrekvens sammanfaller med byggnadens egenfrekvens då det handlar om horisontell riktning. Då den största energin ligger vid cirka 20 Hz är risken liten för att lägsta egenfrekvens i byggnad hamnar så pass högt upp i frekvensområdet. Grovt kan egenfrekvens för byggnad beräknas genom formeln $f = 46/H$, där H avser höjden på byggnad i meter. För en byggnad på cirka 20 meter medför det en lägsta egenfrekvens vid cirka 2,3 Hz.

Risken för komfortstörningar för de planerade byggnaderna från Sveadalsbanan bedöms som mycket liten.

Fordonstrafik

Relativt låga vibrationsnivåer uppmättes även från fordonstrafik och uppgick för mätpunkt 1 maximalt till 0,14 mm/s vägd RMS. Responsspektraberäkningarna visar att i värsta fall skulle denna vibrationsnivå kunna generera 0,66 mm/s vägd RMS i planerad byggnad då störfrekvens sammanfaller med bjälklagets egenfrekvens då det handlar om vertikal riktning. För de maximala registreringarna uppstår de högsta nivåerna i vertikal riktning vid cirka 25 Hz och risken för att ett bjälklags lägsta egenfrekvens ska ligga så högt i frekvensområdet anses som mycket liten. Lägsta egenfrekvens för bjälklag ligger normalt vid 6 – 8 Hz.

Risk för komfortstörningar för de planerade byggnaderna från Västermarksgatan bedöms som liten.

Innehåll

1	Uppdrag och bakgrund	5
2	Riktvärden	5
3	Förutsättningar	5
4	Genomförande och metodik	6
5	Resultat	7
5.1	Vibrationsmätningar	7
5.2	Överföring av vibrationer från mark till byggnad	8
5.3	Responsspektraberäkningar	8
5.4	Nordtest metod NT ACOU 082	11
5.5	Sammanställning av resultat	12
6	Kommentarer till resultat	12

Bilagor

Mätrapport Eskilstuna Valören 2_437-17338.M1_2017-12-07.pdf

1 Uppdrag och bakgrund

Inför framtagning av ny detaljplan inom Kv. Valören 1 och 2, Eskilstuna utföra en vibrationsutredning för att bedöma risken för komfortstörningar med avseende på spårtrafik på Sveadalsbanan.

2 Riktvärden

2.1.1.1 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets nya 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 aldrig 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 klart 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 området för planerade byggnader av glacial lera men övergår för spårområdet till sandig morän. Området utgörs enligt SGU av ett djup till berg på endast 1 - 3 meter.

Vibrationsmätningar har utförts i två mätpunkter (se **figur 4.1**), med följande avstånd till

- Fordon, Västermarksgatan, ca 15 m för mätpunkt 1 och ca 40 m för mätpunkt 2.
- Sveadalsbanan ca 35 m för mätpunkt 1 respektive 60 m för mätpunkt 2.

4 Genomförande och metodik

Mätningen utfördes i två mätpunkter enligt figur 4.1 och i 3 riktningar, x-, y- och z-riktning, för respektive mätpunkt 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 2017-11-28 till 2017-12-05, 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.

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

5 Resultat

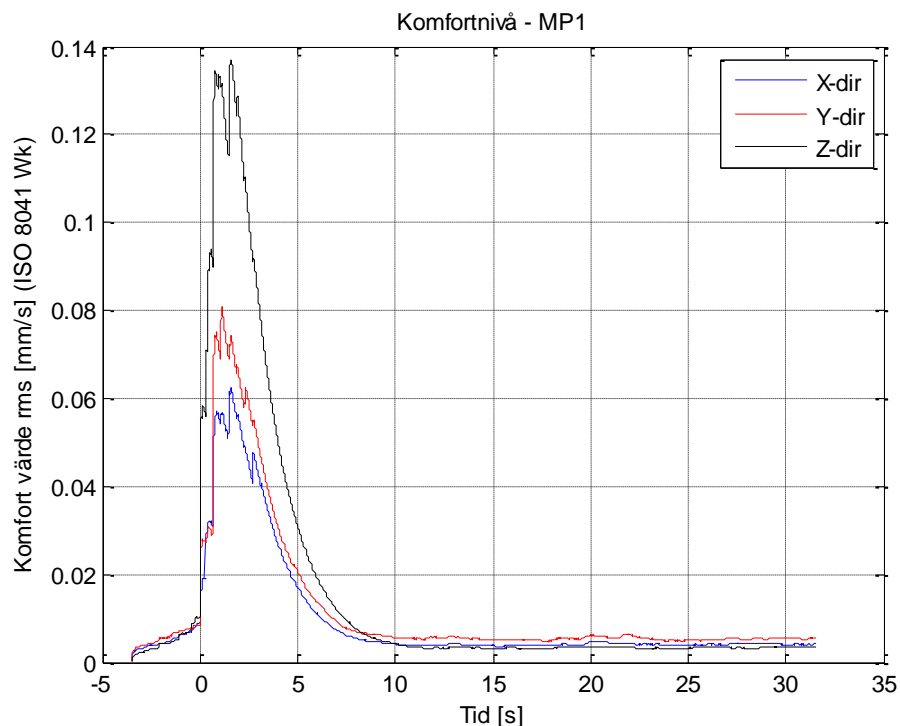
5.1 Vibrationsmätningar

Från mätresultaten i bilaga 1 erhålls att uppmätta komfortnivåer från tågtrafik i aktuella mätpunkt är relativt låga och maximal komfortnivå uppmättes i mätpunkt 1 för tvärs spårriktning och uppgick till 0,08 mm/s vägd RMS. De högsta uppmätta vibrationsnivåerna uppstår annars från fordonstrafik, troligen från Västermarksgatan. För mätpunkt 2 uppmättes inga vibrationsnivåer över vald triggernivå. Den maximala registreringen från fordonstrafik har valts ut (*MP1_1*) och presenteras nedan i **tabell 5.1** tillsammans med den maximala registrering som erhöles från tågtrafik (*MP1_2*).

Tabell 5.1. Maximalt uppmätta komfortnivåer för tre utvalda registreringar i MP1.

Mätpunkt_datum_kl	Horisontellt, tvärs väg (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs väg (vägd RMS [mm/s])	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_1 171202_182922 (Fordon)	0,06	0,08	0,14
MP1_2 171203_230343 (Tåg)	0,08	0,06	0,03

De högsta komfortnivåerna uppgick till 0,14 mm/s vägd RMS och uppstod från fordonstrafik. I figur 5.1 presenteras uppmätta komfortnivå över tid för den registrering i mätpunkt 1 som genererade maximal komfortnivå i mark.



Figur 5.1. Maximalt uppmätta komfortnivåer i MP1_1 inom planerat område. X-riktning motsvara tvärs spårriktning och Y-riktning motsvarar längs spårriktning, Z-riktning motsvarar vertikal riktning.

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

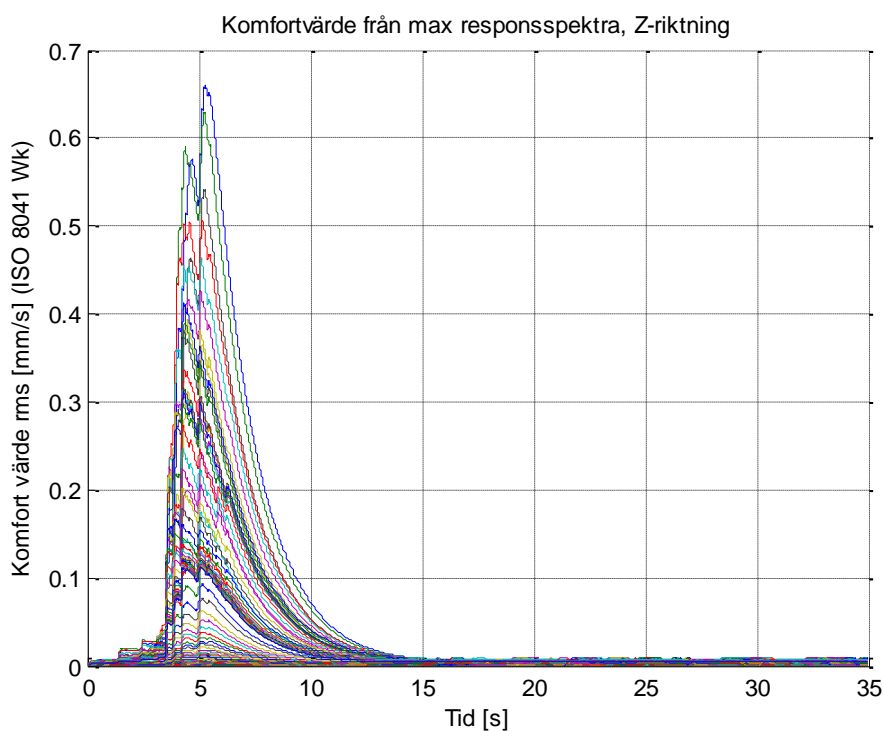
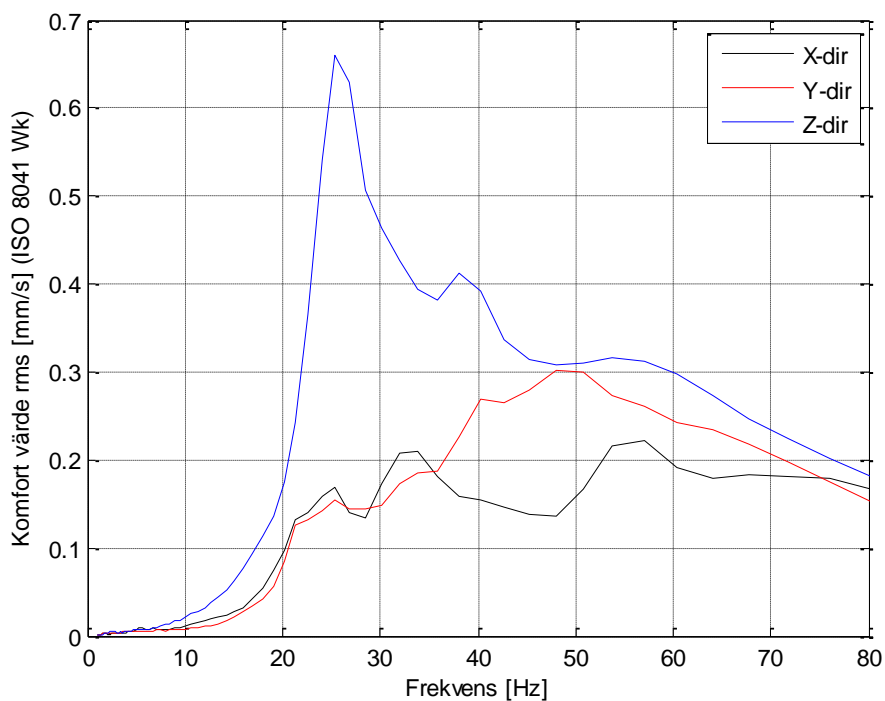
För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och den exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller. Genom att beräkna responsspektra på uppmätta vibrationsdata från de utvalda registreringarna i tabell 5.1 med en antagen förstärkningsfaktor på $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser), skulle ett komfortvärde på 0,66 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 de 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 tabell 5.2. Maximalt beräknade komfortnivåer från responsspektra för de två utvalda registreringarna i MP1.

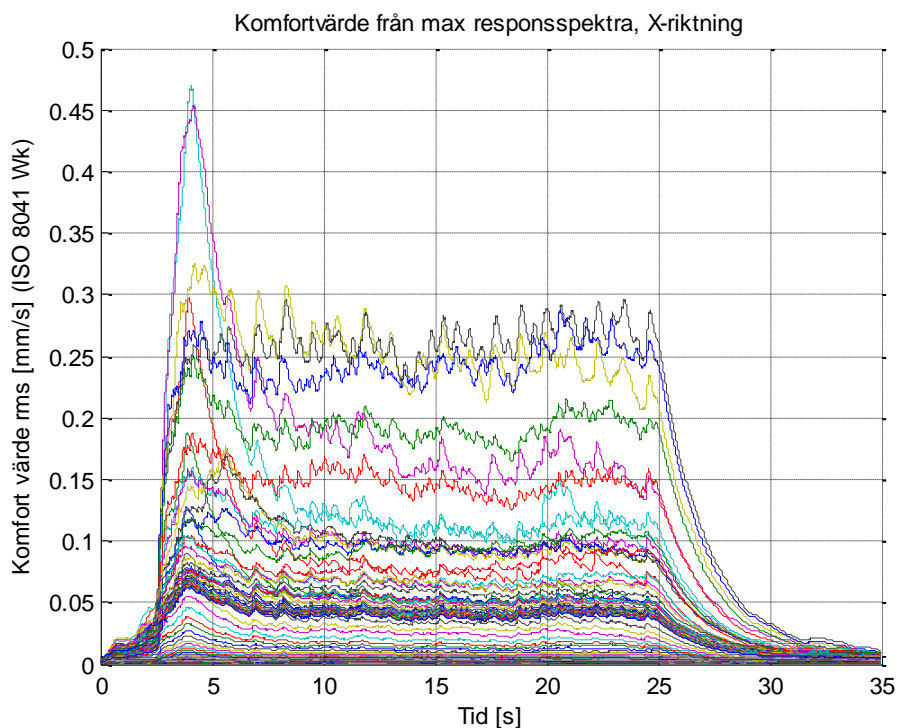
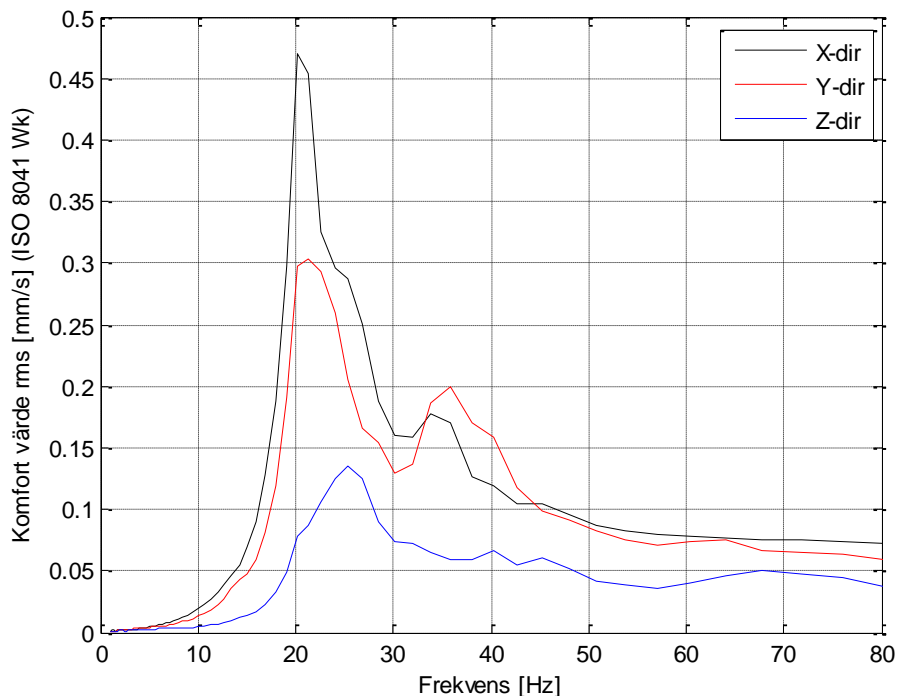
Mätpunkt_datum_kl	Horisontellt, tvärs väg (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs väg (vägd RMS [mm/s])	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])
MP1_1 171202_182922 (Fordon)	0,22 (57 Hz)	0,30 (48 Hz)	0,66 (25 Hz)
MP1_2 171203_230343 (Tåg)	0,47 (20 Hz)	0,30 (21 Hz)	0,14 (25 Hz)

I figur 5.2 – 5.3 presenteras de maximala registreringarna från responspektraberäkningarna i tabell 5.2 för registrering MP1_1 och erhöles från fordonstrafik. Högsta amplituder erhöles i vertikal riktning.



Figur 5.2 och 5.3. Resultat av responspektraberäkningar för MP1_1 presenteras överst som maximalt komfortvärde för varje frekvens för de olika riktningarna och i tillhörande undre figur som funktion av tid (vertikalt) där varje plottad resultatlinje motsvarar en frekvenslinje. X-riktning motsvarar tvärs spårriktning, Y-riktning motsvarar längs spårriktning, Z-riktning motsvarar vertikal riktning.

I figur 5.2 – 5.3 presenteras de maximala registreringarna från responspektraberäkningarna i tabell 5.2 för registrering MP1_2 och erhöles från tågtrafik. Högsta amplituder erhöles i tvärs spårriktning. Varaktigheten över 0,4 mm/s vägd RMS är mindre än 1 sekund.



Figur 5.4 och 5.5. Resultat av responspektraberäkningar för MP2 presenteras överst som maximalt komfortvärde för varje frekvens för de olika riktningarna och i tillhörande undre figur som funktion av tid (horisontellt tvärs spår) där varje plottad resultatlinje motsvarar en frekvenslinje. X-riktning motsvarar tvärs spårriktning Y-riktning motsvarar längs spårriktning, Z-riktning motsvarar vertikal riktning.

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

Maximal vibrationsnivå från fordonstrafik i mark har här uppmätts till 0,14 mm/s vägd RMS i vertikal riktning och för tågtrafik 0,08 mm/s vägd RMS i tvärs spårriktning. 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])
Flervåningshus med betongbjälklag, MP1_1 (fordonstrafik)	0,12	0,28
Flervåningshus med betongbjälklag, MP1_2 (tågtrafik)	0,03	0,06

5.5 Sammanställning av resultat

Resultaten för de båda metoderna har sammanställts i **tabell 5.4**. Båda metoderna har använt en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad. Resultaten från responsspektraberäkningarna visar på ett "värsta fall" om störfrekvens sammanfaller med byggnadens egenfrekvenser. Resultaten från NT ACOU 082 visar en "förväntad" genomsnittligt nivå baserad på verkliga mätningar, bakom dessa schablonvärden döljer sig mätningar med stor spridning i mätresultaten.

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.

Tabell 5.4 Sammanställda resultat från utvärderingar med de båda metoderna korrigerade med avseende på övergång från mark till byggnad. MP1_1 har korrigerats med avseende på avstånd till planerade byggnader enligt kapitel 5.5.

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 (fordon)	0,30 (48 Hz)	0,66 (25 Hz)	0,12	0,28
MP1_2 (tågtrafik)	0,47 (20 Hz)	0,14 (25 Hz)	0,03	0,06

6 Kommentarer till resultat

Spårtrafik

Relativt låga vibrationsnivåer uppmättes som kunde relateras till tågtrafik på Sveadalsbanan. Maximal registrering uppmättes till 0,08 mm/s vägd RMS i tvärs spårriktning. Responsspektra beräkningarna visar att i värsta fall skulle denna vibrationsnivå kunna generera 0,47 mm/s vägd RMS i planerad byggnad då störfrekvens sammanfaller med byggnadens egenfrekvens då det handlar om horisontell riktning. Då den största energin ligger vid cirka 20 Hz är risken liten för att lägsta egenfrekvens i byggnad hamnar så pass högt upp i frekvensområdet. Grovt kan egenfrekvens för byggnad beräknas genom formeln $f = 46/H$, där H avser höjden på byggnad i meter. För en byggnad på cirka 20 meter medför det en lägsta egenfrekvens vid cirka 2,3 Hz.

Risken för komfortstörningar för de planerade byggnaderna från Sveadalsbanan bedöms som mycket liten.

Fordonstrafik

Relativt låga vibrationsnivåer uppmättes även från fordonstrafik och uppgick för mätpunkt 1 maximalt till 0,14 mm/s vägd RMS. Responsspektra beräkningarna visar att i värsta fall skulle denna vibrationsnivå kunna generera 0,66 mm/s vägd RMS i planerad byggnad då störfrekvens sammanfaller med bjälklagets egenfrekvens då det handlar om vertikal riktning. För de maximala registreringarna uppstår de högsta nivåerna i vertikal riktning vid cirka 25 Hz och risken för att ett bjälklags lägsta egenfrekvens ska ligga så högt i frekvensområdet anses som mycket liten. Lägsta egenfrekvens för bjälklag ligger normalt vid 6 – 8 Hz.

Risk för komfortstörningar för de planerade byggnaderna från Lindholmsallén bedöms som liten.