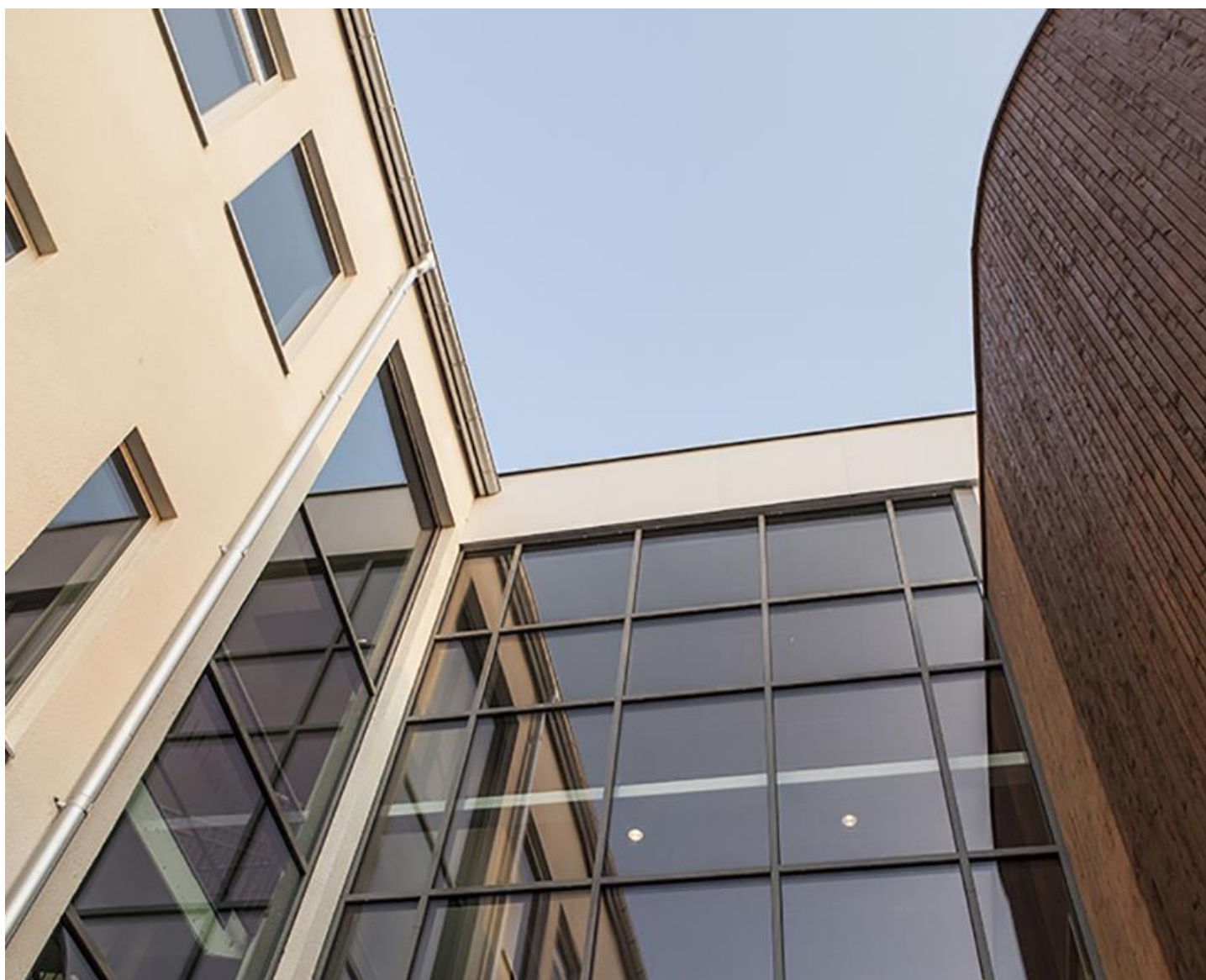


Haninge kommun

DP Kalsvik 16.1 m.fl.; Jordbro etapp 2

Vibrationsutredning

Uppdragsnr: 1051165-01 Version: 1 Datum: 2021-02-19



Uppdragsgivare: Haninge kommun
**Uppdragsgivarens
kontaktperson:** Fredrik Sundberg
Konsult: Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Anna-Lena Frennborn
Teknikansvarig: Andreas Sigfridsson

1	2021-02-19	Komfort- och stömljudsutredning	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

På uppdrag av Haninge kommun inför ny detaljplan, DP Kalsvik 16:1 m.fl. – Jordbro etapp 2, utföra en komfortvibrations- och stomljudsutredning.

Komfortvibrationer

Mätningar i mark har utförts i 2 stycken mätpunkter, uppmätta komfortnivåer i mark är lägre än den gräns på 0,4 mm/s vägd RMS som enligt svensk standard betecknar "Måttlig störning". Därmed uppfyller uppmätta komfortnivåer i mark även Trafikverkets riktlinjer.

För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och den exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller. Vid beräkning av responspektra på uppmätta vibrationsdata med en antagen förstärkningsfaktor på $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser), visar resultaten att mycket liten risk för komfortstörningar föreligger med avseende på tågtrafik. Inga resultat från responspektraberäkningarna (<20 Hz) med avseende på tågtrafik överskrider riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS för mätpunkt 2 närmast spår.

Då mätningar utförts i närheten av Södra Jordbrovägen har många registreringar uppmätt vibrationer från fordonstrafik. Detta uppstår normalt pga. ojämnheter i vägbanan för t.ex. farthinder, potthål, brunnstock eller liknande och kräver normalt tung trafik för att generera störande vibrationsnivåer. Då planförslaget medför nya vägsträckor inom området kan dessa förutsättningar förändras till en framtida situation. Vid planering av farthinder eller liknande bör avstånd till byggnader beaktas.

Mycket liten risk för komfortstörningar för de planerade byggnaderna med avseende på spårtrafik bedöms föreligga för det aktuella planområdet. Vibrationer från vägtrafik bör beaktas vid anläggning av nya vägar inom planområdet.

Stomljud

Från vibrationsmätningar i MP A och MP B beräknas medelvärde för de 7 stycken utvalda passerande tågen (Pendeltåg) medföra en stomljuds nivå i bostäder på L_{pAFmax} **22-32 dB** respektive L_{pAFmax} **13-23 dB**. Resultaten visar alltså på risk för att stomljuds nivåer kan tangera Trafikverkets riktlinjer om maximal förstärkning i stomme sker. Enstaka passager kan medföra något högre stomljuds nivåer och skulle då vid maximal förstärkning i stomme kunna medföra överskridande. Detta bedöms då endast kunna inträffa vid enstaka tillfällen. Sannolikt uppnås inte maximal förstärkning och tidigare beräkning att riktvärde kan tangeras är mer rimlig att anta även för dessa passager.

Sammanfattningsvis medför resultaten att risk för stomljud bedöms kunna överskrida riktvärdet för bostäder om byggnader förläggs inom 50 meter från spår. Om bostäder förläggs högre upp i byggnader tillkommer sedan en bedömning om reducering per våningsplan för aktuell byggnad, vilket kan medföra att risk minimeras. Beräkningar för närmaste byggnad med bostäder enligt planförslaget (30 meter från spår) medför att stomljuds nivåer kan uppgå till L_{pAFmax} **31 – 41 dB**.

Från vibrationsmätningar i befintliga byggnader bedöms risk för stomljudsstörningar inom planområdet föreligga för bostäder inom 50 meter från spår. Genom att beakta förutsättningar enligt denna handling bedöms det möjligt att bebygga aktuellt planområde enligt planförslag.

Innehåll

1	Uppdrag och bakgrund	5
2	Riktvärden	5
2.1	Komfortvibrationer	5
2.1.1	<i>Svensk standard</i>	5
2.1.2	<i>Trafikverkets riktlinjer</i>	5
2.2	Stomljud	5
2.2.1	<i>Trafikverkets riktlinjer</i>	5
3	Förutsättningar	6
3.1	Underlag	6
3.2	Plankarta	6
3.3	Geoteknik	7
4	Genomförande och metodik	7
4.1	Komfortvibrationer	7
4.2	Stomljud	9
5	Resultat - Komfortvibrationer	9
5.1	Mätningar	9
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	Resultat – Stomljud	15
6.1	Mätresultat	15
6.2	Beräknade stomljuds nivåer	15
7	Kommentarer till resultat	16
7.1	Komfortvibrationer	16
7.1.1	<i>Mätpunkt 1</i>	16
7.1.2	<i>Mätpunkt 2</i>	16
7.2	Stomljud	17

Bilaga 1 - Mätrapport Haninge Kalvsvik 16.1 m.fl_437-20460.M1_2020-01-07.pdf

1 Uppdrag och bakgrund

Inför ny detaljplan DP Kalsvik 16:1 m.fl. – Jordbro etapp 2, har Norconsult AB, Team Akustik, fått i uppdrag att utreda risk för komfortstörande markvibrationer och stomljud inom planområdet.

Mätresultaten analyseras och förväntade vibrations- och stomljudsnivåer beräknas för planerade byggnader och utmynnar i en riskanalys för planområdet.

2 Riktvärden

2.1 Komfortvibrationer

2.1.1 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 viktar vibrationer lägre för frekvenser som understiger 8 Hz, på grund av att människans känslighet för vibrationshastigheten avtar för frekvenser under 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 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. Riktvärdena bör tillämpas mer strikt för bostäder nattetid.

2.1.2 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2014:1021) för bland annat vibrationer från trafik på väg och järnväg, 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.

2.2 Stomljud

2.2.1 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2014:1021) för bland annat vibrationer från trafik på väg och järnväg, anger för bostäder riktvärdet: **$L_{paAFmax}$ 32 dB**. Detta avser trafikårsmedelnatt (22-06) i järnvägstunnel. Riktvärdet innebär att ljudnivån 32 dBA får överskridas högst fem gånger per natt. Medelvärde enligt mätmetod NTACOU098.

3 Förutsättningar

3.1 Underlag

- *PM Geoteknik.pdf* (SWECO, Uppdragsnummer: 12707172, 2019-09-27)
- *Jordbro etapp 2 plankarta 201119-A1-S.pdf*
- *Tågföring Jordbro 2020-12-09 till 2020-12-16 (Trafikverket)*

3.2 Plankarta

Föreslagen plankarta presenteras i figur 3.1, enligt förslag planeras de närmaste bostäderna på ett avstånd av cirka 30 meter från spår.



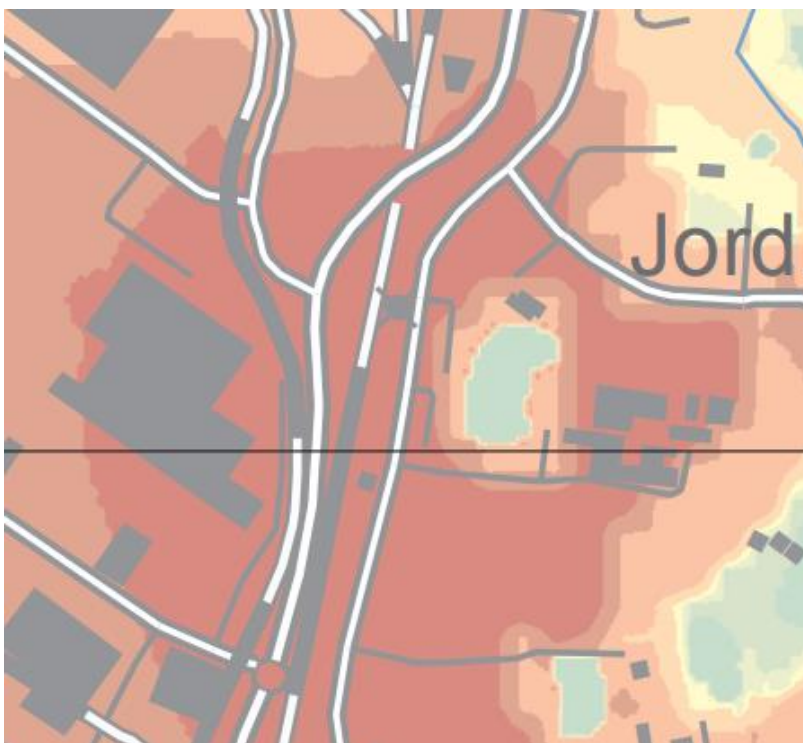
Figur 3.1. Föreslagen plankarta över aktuellt planområde.

3.3 Geoteknik

Enligt PM Geoteknik bekräftade markundersökningarna underlag enligt SGU. Jordprofilen vid provtagna punkter med skruvprovtagning består av finsand-grovsand. Angående grundläggning av byggnader beskrivs i PM Geoteknik att preliminärt bedöms byggande kunna grundläggas med sulor på friktionsjord. Där det är berg kan grundläggning ske på minst 300 mm packad sprängstensfyllning på berg.

Från SGU's kartgenerator visar jorddjupskartan att från östra delen av området med berg i dagen övergår det relativt brant västerut till 30 – 50 meters djup.

I **figur 3.2** presenteras jorddjupskarta över aktuellt område.



Figur 3.2. Jorddjupskarta från SGU's kartgenerator över aktuellt område.

4 Genomförande och metodik

4.1 Komfortvibrationer

Mätningen utfördes i 3 riktningar för de två mätpunkter som presenteras i **figur 4.1** (MP 1 och MP 2), x-, y- och z-riktningar. Mätpunkter är utvalda med avseende på riskbedömning med avseende på föreslagen plankarta. Mätsystemet har mätt kontinuerligt med redovisning av toppvärdet per 300 sekunder. Vid vibrationsnivåer över 0,2 mm/s registreras analyserbara data i 35 sekunder. Mätningen ägde rum under 7 dygn från 2020-12-09 till 2020-12-16, se bilaga 1 för mer information.



Figur 4.1. Placering av mätpunkter med avseende på komfortvibrationer och stömljud inom utredningsområdet.

Avstånd till närmaste räl (Nynäsbanan):

- MP 1 – ca 70 meter
- MP 2 – ca 30 meter

Från mätresultaten plottas sedan uppmätt komfortnivå mot dominant frekvenskomponent för respektive registrering. Resultaten från mätningar i mark jämförs sedan med ovan redovisade riktvärden

För nya byggnader inom området kommer vibrationsnivåerna att vara starkt beroende av den nya byggnadens egenskaper. Detta utförs genom två metoder, dels med beräkningar av responsspektra 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.

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

4.2 Stomljud

För stomljudsnivåer utfördes vibrationsmätningar 2020-12-15 (Ca 11.00 – 15.00) i mätpunkt A och mätpunkt B enligt **figur 4.1**. Mätning har utförts i två positioner för varje mätpunkt, dels med en tri-axiell givare för mätning i tre riktningar dels en mätpunkt för endast vertikal riktning (med högre känslighet).

Avstånd från mätpunkt till närmaste räl (Nynäsbanan):

- MP A – cirka 60 meter
- MP B – cirka 95 meter

Mätutrustning:

- Samplingsfrekvens 3 kHz.
- 2 x SVAN 958 (4-kanaler) datainsamling.
- 2 x Tri-axiell accelerometer typ MFF KS823B.
- 2 x Vertikal accelerometer KS48C.

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

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

5 Resultat - Komfortvibrationer

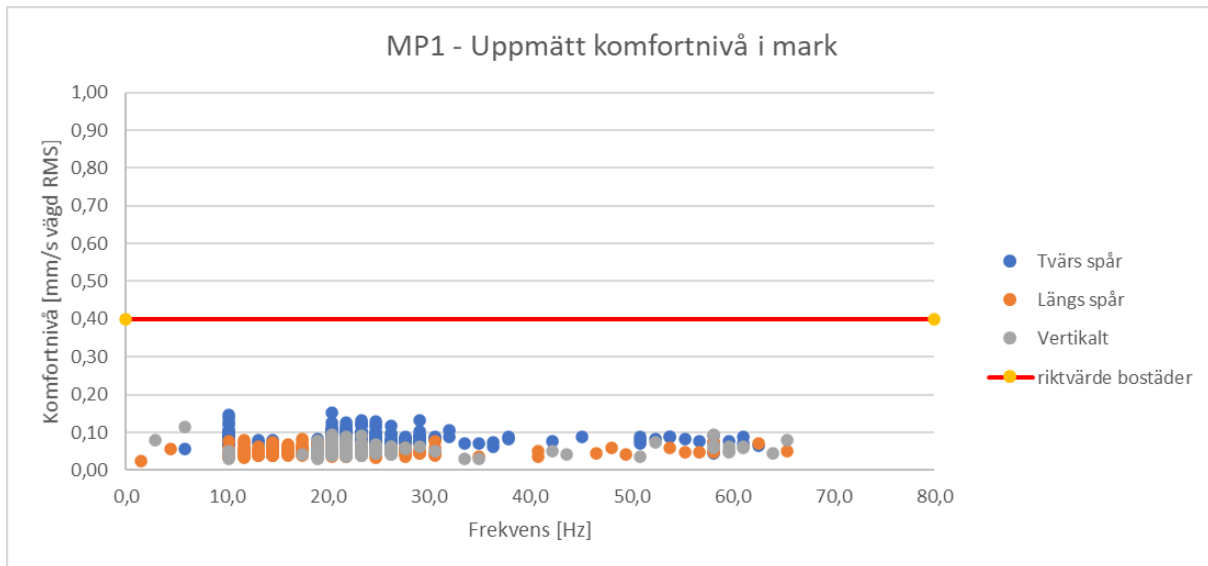
5.1 Mätningar

Från mätresultaten i bilaga 1 erhålls att de högst uppmätta komfortnivåerna uppstår i MP 2, vilken är belägen närmast spår. Från resultaten kan det urskiljas att det är stor spridning på uppmätta komfortnivåer över frekvensområdet och för mätpunkt 2 innefattar de flesta registreringar maximal amplitud högre upp i frekvensområdet (>20 Hz).

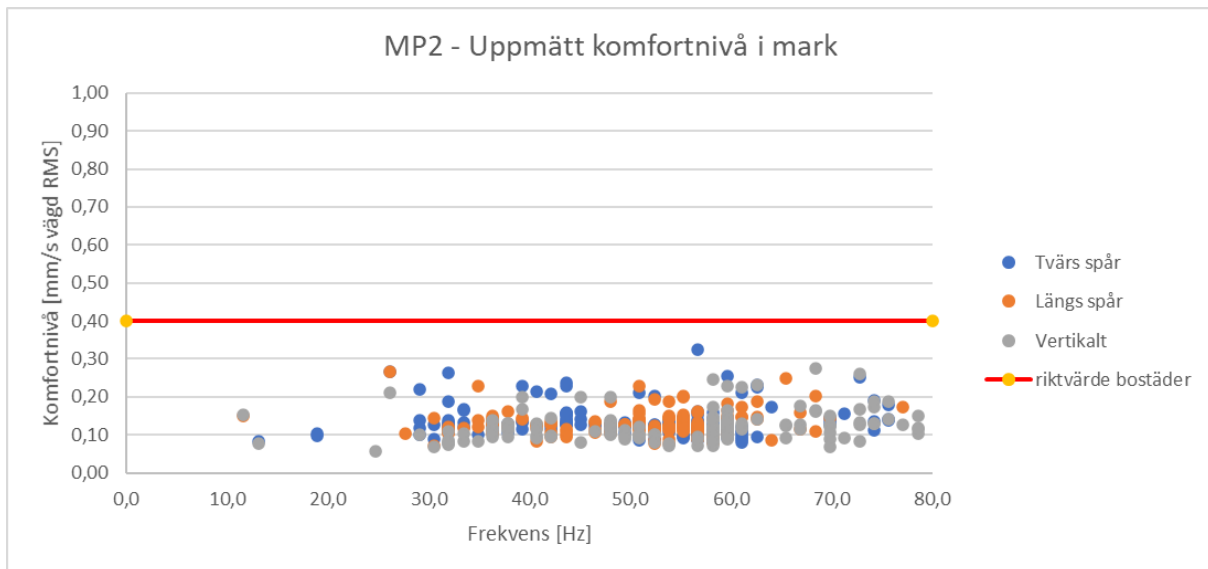
Uppmätta komfortnivåer i mark underskrider riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS för samtliga registreringar.

Genom jämförelse med erhållen tågföring för mätperioden kan det tydligt urskiljas att de flesta registreringar i mätpunkt 2 kan matchas mot tågföring men för mätpunkt 1 är det svårare att urskilja liknande matchning. Resultaten tyder på att de flesta registreringar i mätpunkt 1 uppstår från fordonstrafik längs Södra Jordbrovägen.

I **figur 5.1 - 5.2** presenteras uppmätta komfortnivåer i mark för respektive mätpunkt. Resultaten redovisas mot dominant frekvenskomponent för respektive registrering.



Figur 5.1. Uppmätta komfortnivåer i mark för mätpunkt 1.



Figur 5.2. Uppmätta komfortnivåer i mark för mätpunkt 2.

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. Denna faktor är starkt beroende av byggnadens grundläggning, storlek, tyngd etc.

5.3 Responsspektraberäkningar

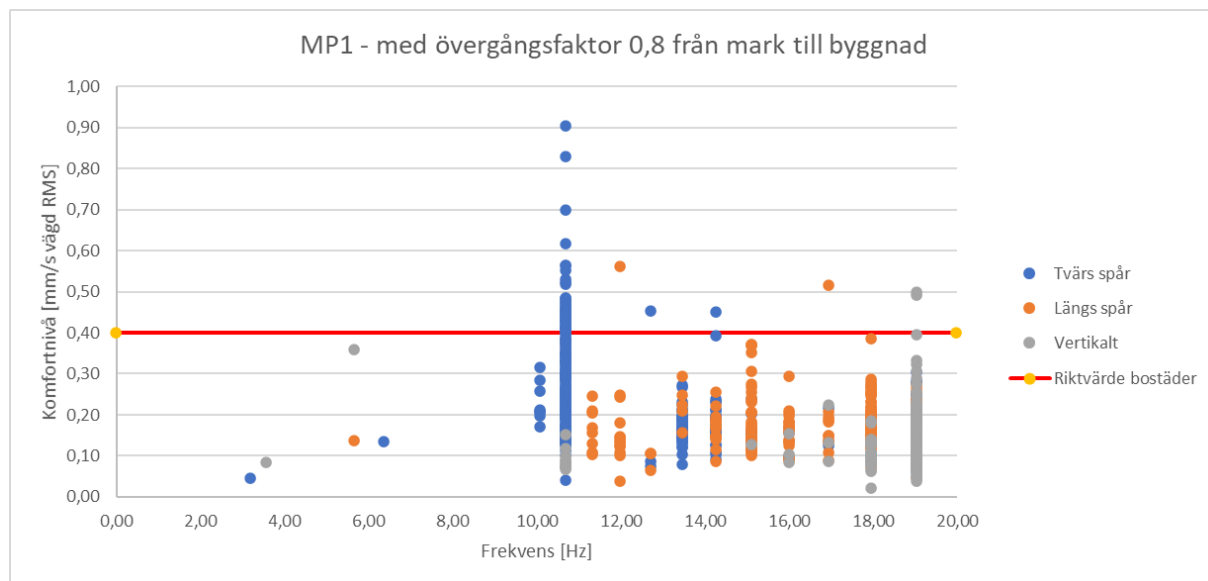
För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och den exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller. Vid beräkning av responsspektra på uppmätta vibrationsdata med en antagen förstärkningsfaktor på $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser), skulle ett komfortvärde på **0,95 mm/s vägd RMS** kunna erhållas i ett "värsta fall" för MP2 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.

Då resultaten visar på kraftigaste respons högre upp i frekvensområdet har analys utförts efter att uppmätt vibrationsdata har lågpassinfilterats till 20 Hz. Detta då syfte med denna analysmetod är att utreda risk för komfortstörningar vid de lägsta egenfrekvenserna för byggnadskomponenter. Resultaten redovisas i **figur 5.3 – 5.4**.

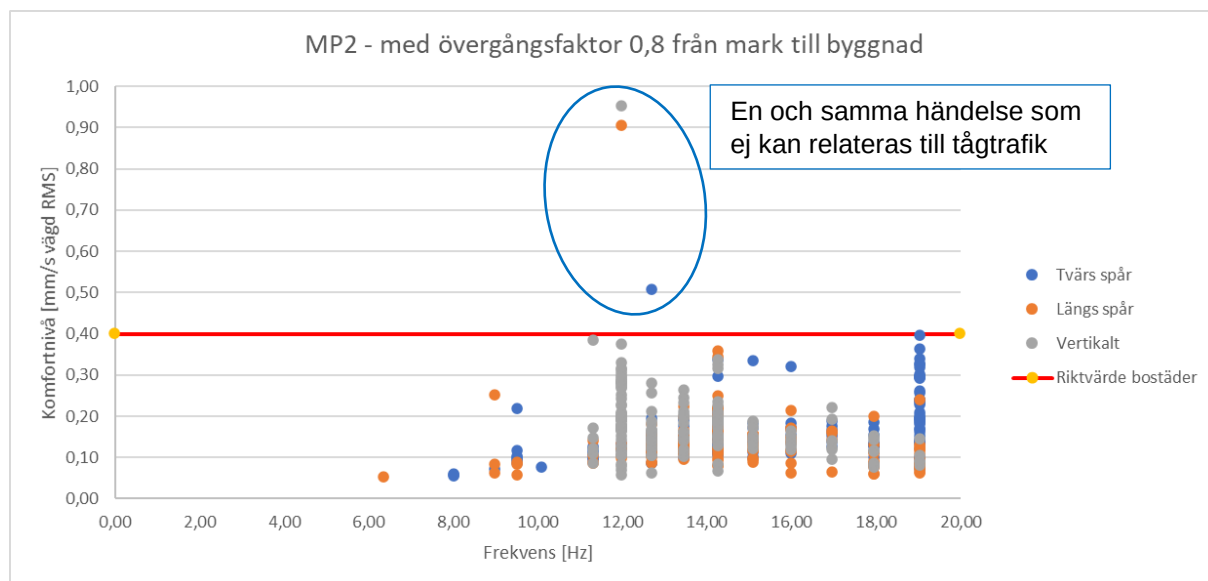
För MP 1 kan det urskiljas en serie med händelse som genererar högst respons vid 10,7 Hz, tvärs spårriktning. Maximalt ger responsspektraberäkningar en amplitud på 0,9 mm/s vägd RMS. Stickprovskontroll av de händelse med högst amplitud visar att de sannolikt uppstår från fordonstrafik, tider för händelserna matchar inte heller tågföring som erhållits över mätperiod.

För MP2 som är närmast belägen aktuella spår är det endast för en händelse som responsspektraberäkningar genererar en amplitud över 0,4 mm/s vägd RMS. Denna händelse medför alltså 0,95 mm/s vägd RMS i vertikal riktning (0,9 mm/s vägd RMS längs spårriktning och 0,51 mm/s vägd RMS tvärs spårriktning) och genom att studera denna händelse ytterligare uppstår sannolikt denna händelse från fordonstrafik. Tiden för registrerad händelse matchar inte heller den tågföring som erhållits över mätperioden, vilket dock samtliga övriga registreringar i denna mätpunkt gör.

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.



Figur 5.3 Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar ($Q=10$) och vid vilken frekvens den uppträder för registreringar där tröskelvärde i mark överskridits, mät punkt 1. Uppmätt data har lågpasfilterats till 20 Hz innan analys.



Figur 5.4 Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar ($Q=10$) och vid vilken frekvens den uppträder för registreringar där tröskelvärde i mark överskridits, mät punkt 2. Uppmätt data har lågpasfilterats till 20 Hz innan analys.

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 uppmätta vibrationsnivåer i mark för respektive mätpunkt (vertikal riktning) har använts som ingångsdata. För övergång från mark till byggnad har en faktor 0,8 används. Schablonvärdena ovan har sedan använts för att beräkna vibrationsnivåer för ett flervåningshus med betong- respektive träbjälklag, resultaten presenteras i **tabell 5.1**.

Tabell 5.1 Beräknade maximala komfortvärden för byggnad med betong- respektive träbjälklag baserade på maximalt uppmätta vibrationsnivåer i vertikal riktning enligt tabell 5.2. Beräkningar utförda enligt Nordtest metod NT ACOU 082.

Registrering	NT ACOU 082 Horisontellt (vägd RMS [mm/s]) Betong / Trä	NT ACOU 082 Vertikalt (vägd RMS [mm/s]) Betong / Trä
MP1 (Fordonstrafik)	0,10 / 0,88	0,22 / 0,88
MP2 (Fordonstrafik)	0,13 / 1,2	0,30 / 1,2
MP1 (Tågtrafik)*	-	-
MP2 (Tågtrafik)	0,25 / 2,2	0,56 / 2,2

*Tågtrafik för MP 1 har inte kunnat fastställas då vibrationer från väg genererat kraftigare amplituder.

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 5.2** och **tabell 5.3**, för vertikal respektive horisontell riktning. Båda metoderna har använt en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad, vilket enligt Nordtest metod NT ACOU 082 motsvarar husgrund utan källare. Dvs beroende på grundläggning kan denna övergång från mark till byggnad möjligen reduceras ytterligare. För responsspektraberäkningar har data lågpasfilterats (20 Hz) innan beräkningar utförts.

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 5.2 Sammanställda resultat med högsta nivåer i vertikal riktning från uppmätt komfortnivå i mark och utvärderingar med de båda responsmetoderna är korrigerade med avseende på övergång från mark till byggnad.

Mätpunkt	Komfortnivå i mark Vertikalt vägd RMS [mm/s]	Responsspektra Vertikalt vägd RMS [mm/s]	NT ACOU 082 Vertikalt vägd RMS [mm/s] (Betong / Trä)
MP1 (Fordonstrafik)	0,11 (5,8 Hz)	0,5 (19 Hz)	0,22 / 0,88
MP2 (Fordonstrafik)	0,15 (11,6 Hz)	0,95 (12 Hz)	0,30 / 1,2
MP1 (Tågtrafik)*	-	-	-
MP2 (Tågtrafik)	0,28 (68 Hz)	0,39 (11,3 Hz)	0,56 / 2,2

*Tågtrafik för MP 1 har inte kunnat fastställas då vibrationer från väg genererat kraftigare amplituder.

Tabell 5.3 Sammanställda resultat med högsta nivåer i horisontell riktning från uppmätt komfortnivå i mark och utvärderingar med de båda responsmetoderna är korrigerade med avseende på övergång från mark till byggnad.

Mätpunkt	Komfortnivå i mark Horisontellt vägd RMS [mm/s]	Responsspektra Horisontellt vägd RMS [mm/s]	NT ACOU 082 Horisontellt vägd RMS [mm/s] (Betong / Trä)
MP1 (Fordonstrafik)	0,15 (10 Hz)	0,9 (10,7 Hz)	0,10 / 0,88
MP2 (Fordonstrafik)	0,15 (11,6 Hz)	0,9 (12 Hz)	0,13 / 1,2
MP1 (Tågtrafik)*	-	-	-
MP2 (Tågtrafik)	0,32 (57 Hz)	0,4 (19 Hz)	0,25 / 2,2

*Tågtrafik för MP 1 har inte kunnat fastställas då vibrationer från väg genererat kraftigare amplituder.

6 Resultat – Stomljud

6.1 Mätresultat

För stomljudsmätningarna har 7 stycken passager av pendeltåg som passerar Jordbro station i fart valts ut för de båda mätpunkterna, dvs tågen har ej stannat vid station då det medför cirka 10 dB lägre stomljuds nivåer. Genom att beräkna rullande RMS med en integrationstid enligt "Fast" har sedan maximal nivå för respektive passage plockats ut. Vibrationsdata har även A-viktats och presenteras i decibel relativt 50 nm/s, resultaten över uppmätta nivåer i vertikal riktning presenteras i **tabell 6.1**.

Tabell 6.1 Uppmätta vibrationsnivåer i stomme för mätpunkt A och B, presenterade som L_{vAFmax} .

Sammanställning, RST passage i fart, L_{vAFmax} (dB rel 50 nm/s)		
	MP A	MP B
Passage	Vertikalt	Vertikalt
#1	17	9
#2	11	3
#3	17	7
#4	12	3
#5	13	7
#6	21	6
#7	10	11
MV	16	7

För mätpunkt A kunde stomljuds nivåer från tågpassage tydligt höras vid mättillfället som lågfrekvent buller, detta beror även på att utrymme för mätningar (cykelförråd) innehöll mycket liten dämpning med hårda betongytor för golv, väggar och tak. För mätpunkt B kunde ej tågpassage höras på plats.

6.2 Beräknade stomljuds nivåer

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.

På grund av resonanser i konstruktionen (väggar och bjälklag) kan stomljuds nivåerna pga dessa konstruktioner förstärkas med **0 – 10 dB**.

Stomljuds nivåer avser markplan och för högre våningsplan kan stomljudet beräknas avta med 0,9 dB per våningsplan (Förutsatt betongkonstruktion för väggar och bjälklag). För trä- eller betongbjälklag på stål stomme eller pelare kan större dämpning per våningsplan förväntas.

Beräkningsmässigt är skillnaden vid 125 Hz cirka 9 dB mellan mätpunkt A och mätpunkt B, vid 63 Hz något lägre (6 dB) och vid 250 Hz uppåt ökar dämpning i mark betydligt och skillnad beräknas till 16 dB.

Totalt ger detta en maximalt beräknad ljudnivå i ett typrum för byggnader enligt MP A på L_{pAFmax} **27-37 dB** för vertikal riktning. Då det är stor variation har medelvärde för dessa 7 utvalda passager beräknats, vilket istället medför en förväntad stomljuds nivå på L_{pAFmax} **22-32 dB**.

För MP B ger samma beräknad för maximalt uppmätta passage L_{pAFmax} **17-27 dB** (MV L_{pAFmax} **13-23 dB**).

7 Kommentarer till resultat

7.1 Komfortvibrationer

I samtliga responsspektraberäkningar har en faktor 0,8 använts för övergång från mark till byggnad.

7.1.1 Mätpunkt 1

Uppmätta nivåer är generellt låga underskrider gränsen 0,4 mm/s vägd RMS vilket betecknar gränsen för "Måttlig störning" enligt svensk standard. Maximalt uppgick komfortnivåer i mark till **0,15 mm/s vägd RMS**.

Beräkningar av responsspektra och ett "värsta fall" visar att maximalt skulle komfortnivåer kunna uppgå till **0,9 mm/s vägd RMS** med en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad. De maximala nivåerna uppstår framför allt tvärs spårriktning vid 10,7 Hz och kräver alltså att egenfrekvens för grund och byggnad i horisontell riktning matchar denna störfrekvens.

För vertikal riktning uppgår responsspektraberäkningar istället till **0,5 mm/s vägd RMS** och inträffar vid 19 Hz, i vertikal riktning är det egenfrekvens i bjälklag som är av intresse och normalt förekommer lägsta egenfrekvens för bjälklag vid 5 -10 Hz.

Analys av de kraftigaste registreringarna visar att dessa händelser sannolikt ej uppstår från tågtrafik utan istället från fordonstrafik längs väg och de kan ej heller matchas mot erhållen tågföring för sträckan.

För uppmätta vibrationsnivåer 70 meter från spår bedöms mycket liten risk för komfortstörningar över 0,4 mm/s vägd RMS och därmed föreslås inga åtgärder med avseende på tågtrafik.

För fordonstrafik sker ofta vibrationsstörningar som en punktkälla via ojämnheter i vägbana som ett farthinder, potthål, brunnstock eller liknande. Erfarenhetsmässigt är ofta överföringsfunktion från mark till byggnad sämre för denna typ av störning, dvs lägre än nu använd faktor 0,8, framför allt om byggnad uppförs som flerbostadshus med tung betongstomme. Om dessa vibrationer skulle orsaka störningar anses det mer ekonomiskt fördelaktigt att se över själva orsak till störning dvs så att åtgärd utförs i själva vägbanan.

7.1.2 Mätpunkt 2

Maximalt uppgick komfortnivåer i mark till **0,3 mm/s vägd RMS** i både vertikal och horisontell riktning och bedöms erhållas från spårtrafik.

För ett värsta fall visar responsspektraberäkningar att komfortnivåer skulle kunna uppgå till 0,95 mm/s vägd RMS i vertikal riktning med en faktor 0,8 i övergång från mark till byggnad. Analys av denna händelse visar att den sannolikt uppstår från fordonstrafik. Tiden för registrerad händelse matchar inte heller den tågföring som erhållits över mätperioden. För denna mätpunkt som är närmast belägen aktuella spår är det endast denna händelse från fordonstrafik som responsspektraberäkningar (<20 Hz) genererar en amplitud över 0,4 mm/s vägd RMS.

Då de flesta registreringar medför maximala komfortnivåer med dominant energi över 30 Hz är det svårare att bedöma relevant övergångsfaktor från mark till byggnad samt vilken förstärkning som kan komma att erhållas vid högre modformer för byggnadsstommen. Mätningar i befintlig byggnad (ca 60 meter från spår) visar dock på betydligt lägre komfortnivåer än vad som erhålls i mark. För detta frekvensområde bedöms övergång mellan mark och byggnad vara mer gynnsam.

För uppmätta vibrationsnivåer på 30 meter bedöms liten risk för komfortstörningar över 0,4 mm/s vägd RMS men komfortnivåer med dominant energi över 30 Hz bör beaktas med avseende på tågtrafik.

7.2 Stomljud

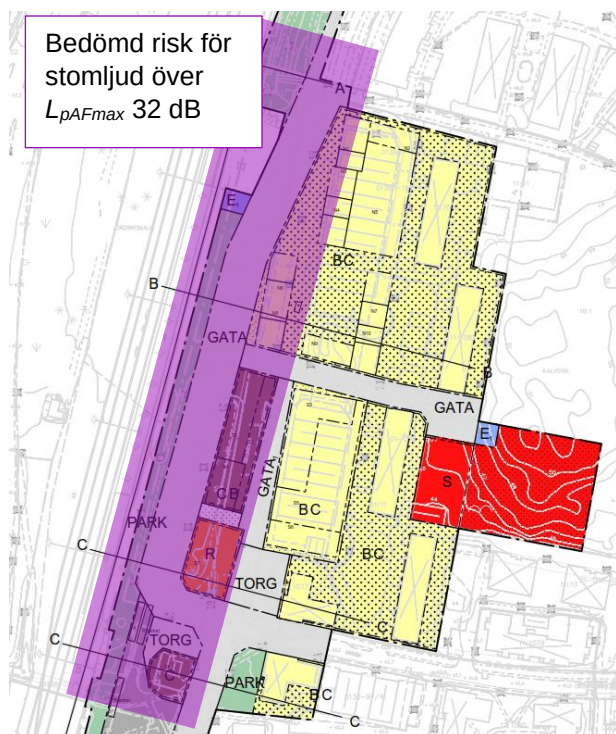
Från vibrationsmätningar i MP A och MP B beräknas medelvärde för de 7 stycken utvalda passerande tågen (Pendeltåg) medföra en stomljudsnivå till L_{pAFmax} **22-32 dB** respektive L_{pAFmax} **13-23 dB**. Resultaten visar alltså på risk för att stomljudsnivåer kan tangera Trafikverkets riktlinjer om maximal förstärkning i stomme sker. Enstaka passager kan medföra något högre stomljudsnivåer och skulle då vid maximal förstärkning i stomme kunna medföra överskridande, men detta bedöms då dels inträffa vid enstaka tillfällen. Sannolikt uppnås inte maximal förstärkning och tidigare beräkning att riktärde kan tangeras är mer rimlig att anta även för dessa passager.

En avståndsdämpning mellan MP A och MP B skulle förväntat ge en reducering på cirka 5-9 dB beroende på dominerande frekvenskomponent. Mätningar och beräkningar av medelvärde över 7 passager visar en skillnad på just 9 dB.

Om vi antar samma förhållande för de planerade bostäderna närmast spår (30 meter från spår) så skulle beräkningsmässigt istället 6-9 dB högre stomljudsnivåer kunna förväntas, i förhållande till mätpunkt A. I förhållande till mätpunkt B skulle det innebära 11 – 18 dB högre stomljudsnivåer. Baserat på de största avståndsdämpningen medför det en estimerad stomljudsnivå på 30 meter enligt:

- Från MPA till 30 meter: L_{pAFmax} 31 – 41 dB
- Från MPB till 30 meter: L_{pAFmax} 31 – 41 dB

Beräkningsresultaten innebär alltså att viss risk för att riktvärden kan överskridas och samtliga resultat medför att vi bedömer att risk för stomljud överskrider riktvärdet för bostäder inom 50 meter från spår. Se markerat området i figur 7.1 där risk för stomljud i bostäder beräknas överskrida riktlinjer.



Figur 7.1. Föreslagen plankarta över aktuellt planområde.

För de byggnader där risk för att stomljuds nivåer överskrider riktvärden föreslås stomljuds isolerande åtgärder mellan mark och byggnad för att minimera risk för överskridande av Trafikverkets riktlinjer. Det totala åtgärdsbehovet beräknas till cirka 9 dB i förhållande till aktuell byggnad enligt mät punkt A.

För byggnader med kontor och centrumverksamhet i nedre våningsplan tillkommer en stomljudsreducering per våningsplan. Beroende på slutligt val av byggnadsstomme kan den bedömmas uppgå till cirka 1 – 5 dB per våningsplan.

Från vibrationsmätningar i befintliga byggnader bedöms risk för stomljudstörningar inom planområdet föreligga för bostäder inom 50 meter från spår. Genom att beakta förutsättningar enligt denna handling bedöms det möjligt att bebygga aktuellt planområde enligt planförslag.

NORCONSULT AB

2021-01-07

Haninge Kalvsvik 16:1 m.fl.

Vibrationsmätning av järnvägstrafik på Nynäsbanan, km 35+000, inför planerad nybyggnation inom rubricerat objekt.



Metron Miljökonsult AB

Göteborg

Mölndalsvägen 24, 412 63 Göteborg

Karlstad

Lantvärnsgatan 4, 652 21 Karlstad

Falun

Kompanivägen 13, 791 40 Falun

Sundsvall

Kolvägen 19, 852 29 Sundsvall

010-455 93 00 | info@metron.se | www.metron.se

PROJEKTINFORMATION

Beställare

Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Beställarens representant

Andreas Sigfridsson

Konsult

Metron Miljökonsult AB
Möndalsvägen 24
412 63 Göteborg

Handläggare

Erik Gustavsson

Biträdande handläggare

Christian Wessberg

Granskare

P-O Bjelkström

Referensnr

437-20460.M1

Dokument

Antal sidor 6

Antal bilagor 2

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. UPPDRAG	4
2. BAKGRUND	4
3. OBJEKT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	4
3.1 Nybyggnadsområde	4
3.2 Nynäsbanan, km 35+000	4
4. VAL AV MÄTPUNKTER	5
5. ANVÄND MÄTUTRUSTNING	5
6. MÄTUTFÖRANDE	5
7. MÄTRESULTAT	6

BILAGOR

1. Översiktskarta (1 sida)
2. Vibrationsprotokoll (16 sidor)

1. UPPDRAG

Metron Miljökonsult AB, har som underkonsult till Norconsult AB, utfört vibrationsmätning inom fastighet Haninge Kalvsvik 16:1 m.fl. Mätningen är utförd med anledning av planerad nybyggnation av bostäder, verksamheter och en skola inom området. Mätningar och framtagna information skall ligga till grund för vidare analys avseende risk för komfortstörningar från spårtrafik på Nynäsbanan, km 35+000.

Syftet är att klarlägga vibrationspåverkan i färdiga byggnader inom nybyggnadsområdet till följd av spårtrafik på Nynäsbanan, km 35+000.

2. BAKGRUND

Inom projektet planeras nybyggnation av bostäder, verksamheter samt en skola. Inför fastställande av detaljplanen krävs en utredning av påverkan av markvibrationer inom färdiga byggnader till följd av förbipasserande spårtrafik.

3. OBJEKT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 Nybyggnadsområde

Planområdet består idag av vegetation och ett parkeringsområde med tillhörande carportar och garage. Genom planerat nybyggnadsområde passerar idag Södra Jordbrovägen samt en intilliggande gång- och cykelväg.

Med ledning av översiktlig geologisk karta bedöms området för planerade bostäder vara grundlagt på isälvsediment och sand. Vid det område där skola planeras utgörs undergrunden av berg.

Planförslaget innebär byggnation av nya bostäder, verksamheter samt en skola. Syftet är att möjliggöra för fler bostäder, centrumverksamheter och har som mål att bidra till skapandet av ett tryggt och levande centrum.

För överskådlig redovisning av planområdet se bilaga 1.

3.2 Nynäsbanan, km 35+000

Spårområdet är en del av Jordbro station och utgörs i anslutning till nybyggnadsområdet av fyra spår. Samtliga spår har betongslipers med helsvetsad räil. Järnvägen bedöms enligt okulär besiktning totalt vara i gott skick. Spårområdet redovisas översiktligt i bild 1 och bild 2.



Bild 1. Vy över spårområde norrut.



Bild 2. Vy över spårområde söderut.

Maxhastigheten i höjd med nybyggnadsområdet är 130 km/h. Dagens trafik uppges till ca 255 st tåg per dygn, varav ca 2 st är godståg.

Järnvägen passerar planerade bostäder inom planområdet med ett närmsta avstånd på ca 30 meter.

Under mätperioden 2020-12-09 – 2020-12-16 har tågtrafiken passerad med normal hastighet, enligt information från Trafikledningscentralen.

Med ledning av översiktlig geologisk karta bedöms spårområdet vara grundlagda på isälvssediment och sand.

4. VAL AV MÄTPUNKTER

Studien syftar till att ge underlag för vidare bedömning av vibrationernas störande effekt inom de planerade byggnaderna.

Med hänsyn till byggnadernas placering och de markförhållanden som råder gjordes bedömningen att två mätpunkter ger fullgod vibrationsöversikt inom nybyggnadsområdet. Mätplatser tilldelades av Norconsult, Andreas Sigfridsson. Läge i plan, se bilaga 1.

5. ANVÄND MÄTUTRUSTNING

Registrering av vibrationsdata har utförts med ett helautomatiskt system FRED 06. Instrumentet registrerar och beräknar ppv. Som mätgivare har använts geofoner typ SM 6, signalanpassade till 1-1000 Hz.

Systemet uppfyller kraven enligt Svensk Standard SS 460 48 61.

6. MÄTUTFÖRANDE

Mätningen har utförts i två mätpunkter i mark inom planerat nybyggnadsområde. Mätningen utfördes i tre riktningar x, y och z-riktning per mätpunkt under sju dygn. Mätning har utförts som kontinuerlig mätning med redovisning av toppvärde per 300 s. Vid nivåer över 0,2 mm/s registreras analyserbar data i 35 sekunder.



Bild 3. Givarplacering mät punkt 1.



Bild 4. Givarplacering mät punkt 2.

7. MÄTRESULTAT

Fältnätningar har utförts under perioden 2020-12-09 – 2020-12-16. Erhållna mätresultat redovisas i vibrationsprotokoll, bilaga 2.

I nedanstående tabell 1-2 redovisas översiktligt maxnivåer från utförda vibrationsmätningar.

Tabell 1: Högsta uppmätta mätvärde dagtid kl. 06-22.

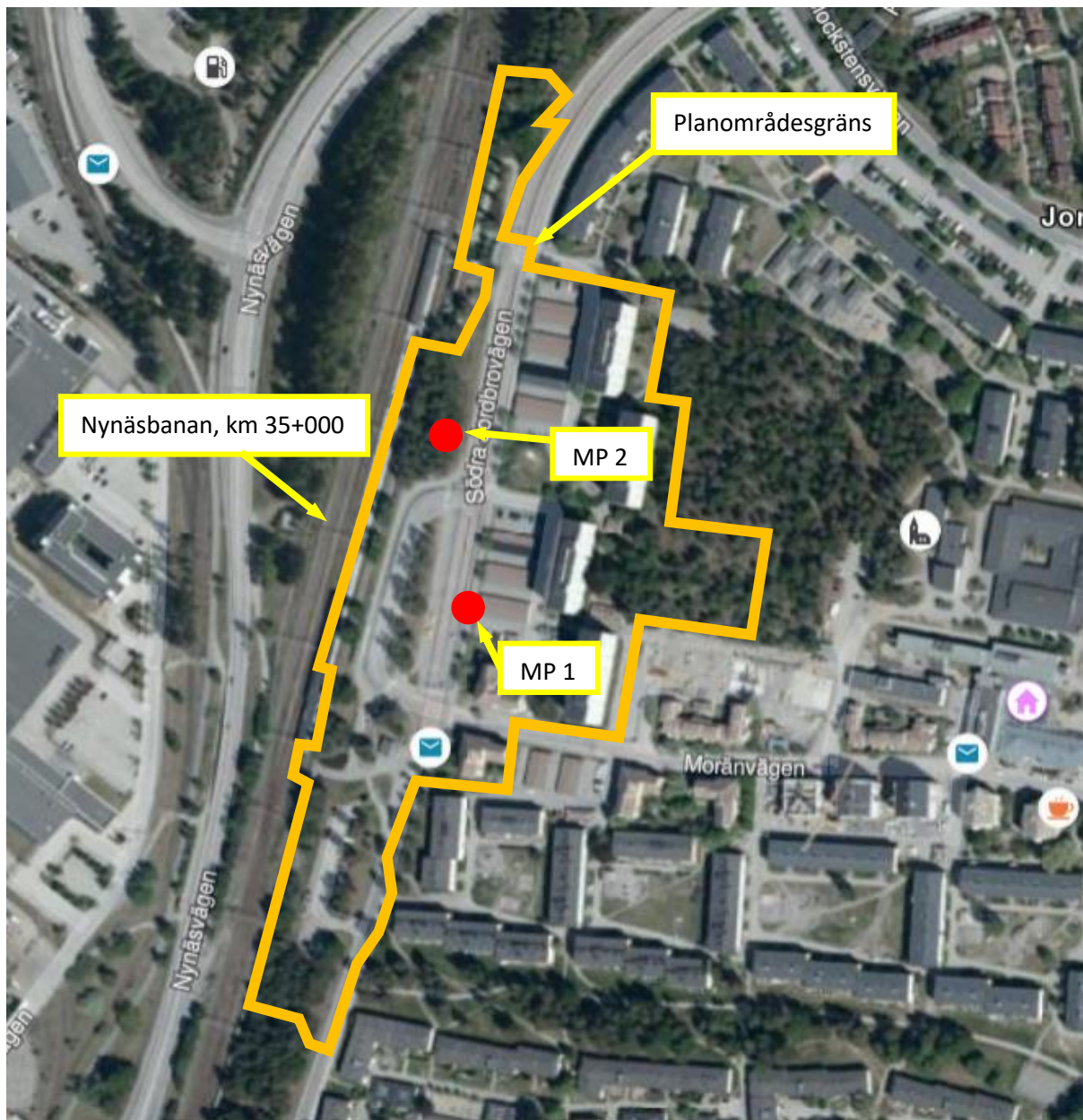
Mät punkt	Högsta uppmätta vibrationsnivå	Störkälla
1	0,15 mm/s vägd RMS, horisontellt tvärs spår	Fordonstrafik
2	0,33 mm/s vägd RMS, vertikalt	Tågtrafik

Tabell 2: Högsta uppmätta mätvärde nattetid kl. 22-06.

Mät punkt	Högsta uppmätta vibrationsnivå	Störkälla
1	0,15 mm/s vägd RMS, horisontellt tvärs spår	Fordonstrafik
2	0,23 mm/s vägd RMS, vertikalt	Tågtrafik

Vid utvärdering av inkomna mätvärden konstateras att vibrationer från fordonstrafik är dominerande inom mät punkt 1. Högsta inkomna mätvärde från tågtrafik inom mät punkt 1 uppgår till storleksordningen 0,08 mm/s vägd RMS.

ÖVERSIKTSKARTA



HANINGE KALVSVIK 11:11, MÄTPUNKT 1

Projekt:	Vibrationsmätning inför planerad nybyggnation inom fastighet Haninge Kalvsvik 16:1 m.fl.
Uppdragsgivare:	Norconsult AB
Kontaktperson:	Andreas Sigfridsson
Mätperiod:	2020-12-09 - 2020-12-16
Instrument:	Fred 06 nr 6343
Givare:	Met 3125
Mätning utförd av:	Christian Wessberg
Mätplats givare 2:	Mark, 70 m från närmsta räil/ horisontellt, tvärs spår
Mätplats givare 3:	Mark, 70 m från närmsta räil/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 4:	Mark, 70 m från närmsta räil/ vertikalt
Triggnivå givare 2-4:	Kontinuerlig mätning med redovisning av toppvärde per 300 s. Vid nivåer över 0,2 mm/s registreras analyserbar data i 35 s.
Pretrigg:	5%
Samplingshastighet:	3000 samplingar/s
Frekvensomfång:	1-80 Hz
Insamlad mätdata:	3351
Mätdata i tabell 5:	48 (Utsnitt $\geq 0,12$ mm/s vägd RMS samfiltererat givare 2-4)
Rådata:	TellUs/20460/Vibrationsmätning/20460-1-1.DAT
Utrustning:	Mätutrustningen uppfyller krav som ställs i Svensk Standard SS 460 48 61
Anmärkning:	Vibrationer från fordonstrafik är dominerande inom mätpunkt 1. Högsta Inkomna mätvärde från tågtrafik inom mätpunkt 1 uppgår till 0,08 mm/s vägd RMS.
Mätdata analyserad av:	Christian Wessberg
Granskad av:	P-O Bjelkström

Sammanställning

Tabell 1: Mätvärde för högsta komfort dagtid kl 06-22.

Givare	Datum Tid	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Anmärkning
2	2020-12-09 18:57:12	0,15	Fordonstrafik

Tabell 2: Mätvärde för högsta komfort nattetid kl 22-06.

Givare	Datum Tid	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Anmärkning
2	2020-12-12 00:54:27	0,15	Fordonstrafik

Tabell 3: Natthändelser (kl. 22 – 06) över 0,4 respektive 0,7 mm/s vägd RMS under mätperioden, per dygn.

Datum	Antal registreringar över 0,4 mm/s vägd RMS	Antal registreringar över 0,7 mm/s vägd RMS
2020-12-09 – 2020-12-10	0	0
2020-12-10 – 2020-12-11	0	0
2020-12-11 – 2020-12-12	0	0
2020-12-12 – 2020-12-13	0	0
2020-12-13 – 2020-12-14	0	0
2020-12-14 – 2020-12-15	0	0
2020-12-15 – 2020-12-16	0	0

Tabell 4: Totalt antal överskridande natthändelser (kl 22 – 06) under mätperioden.

Antal mätdygn	Antal registreringar över 0,4 mm/s vägd RMS	Antal registreringar över 0,7 mm/s vägd RMS
7	0	0

Kurvförlopp och frekvensspektrum för högsta uppmätta mätvärden från tågtrafik avseende komfortvärden dag- och nattetid se bild 1-4, sida 3.

Mätdata redovisas i sin helhet i tid-/ värdediagram, sid 6-8.

Kurvförlopp och frekvensspektrum

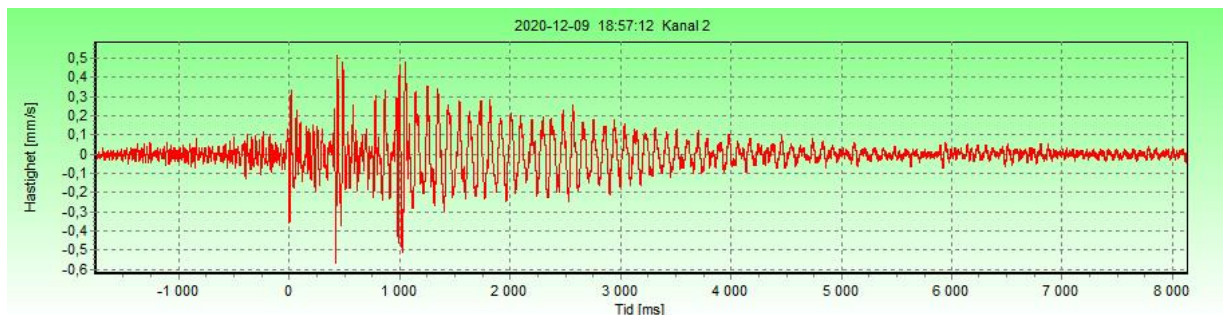


Bild 1 Kurvförlopp grundläggningsnivå horisontellt tvärs spår dagtid kl 06-22 (givare 2), 2020-12-09 18:57:12.

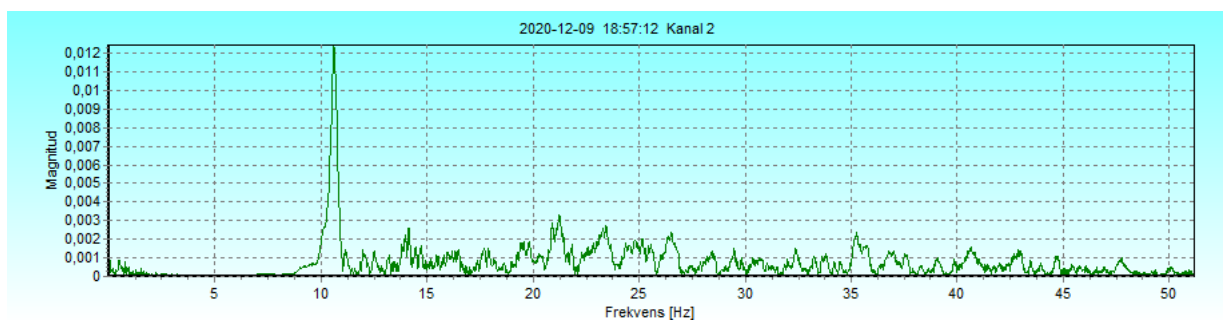


Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1.

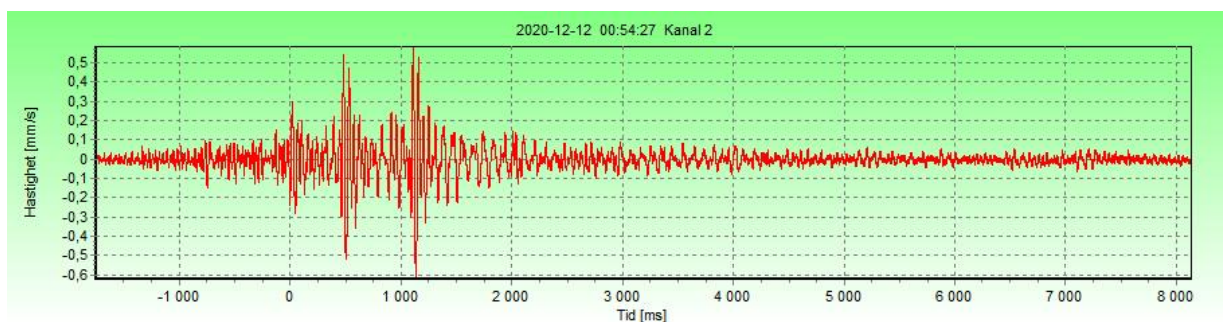


Bild 3. Kurvförlopp grundläggningsnivå horisontellt tvärs spår nattetid kl 22-06 (givare 2), 2020-12-12 00:54:27.

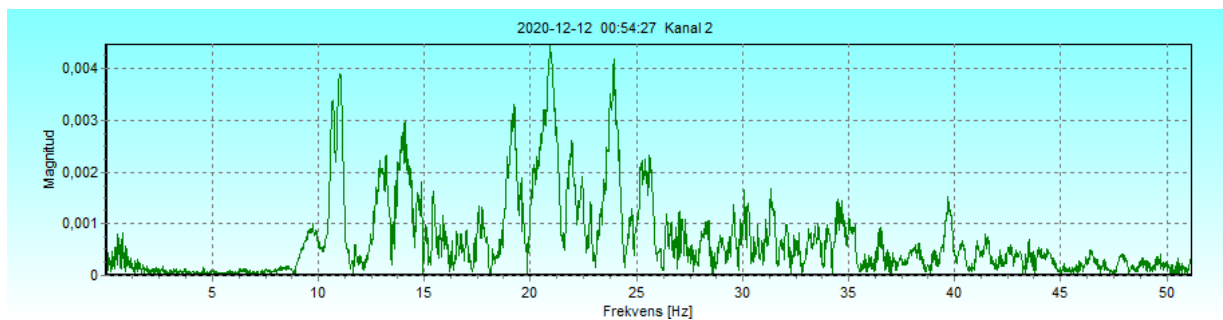


Bild 4. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 3.

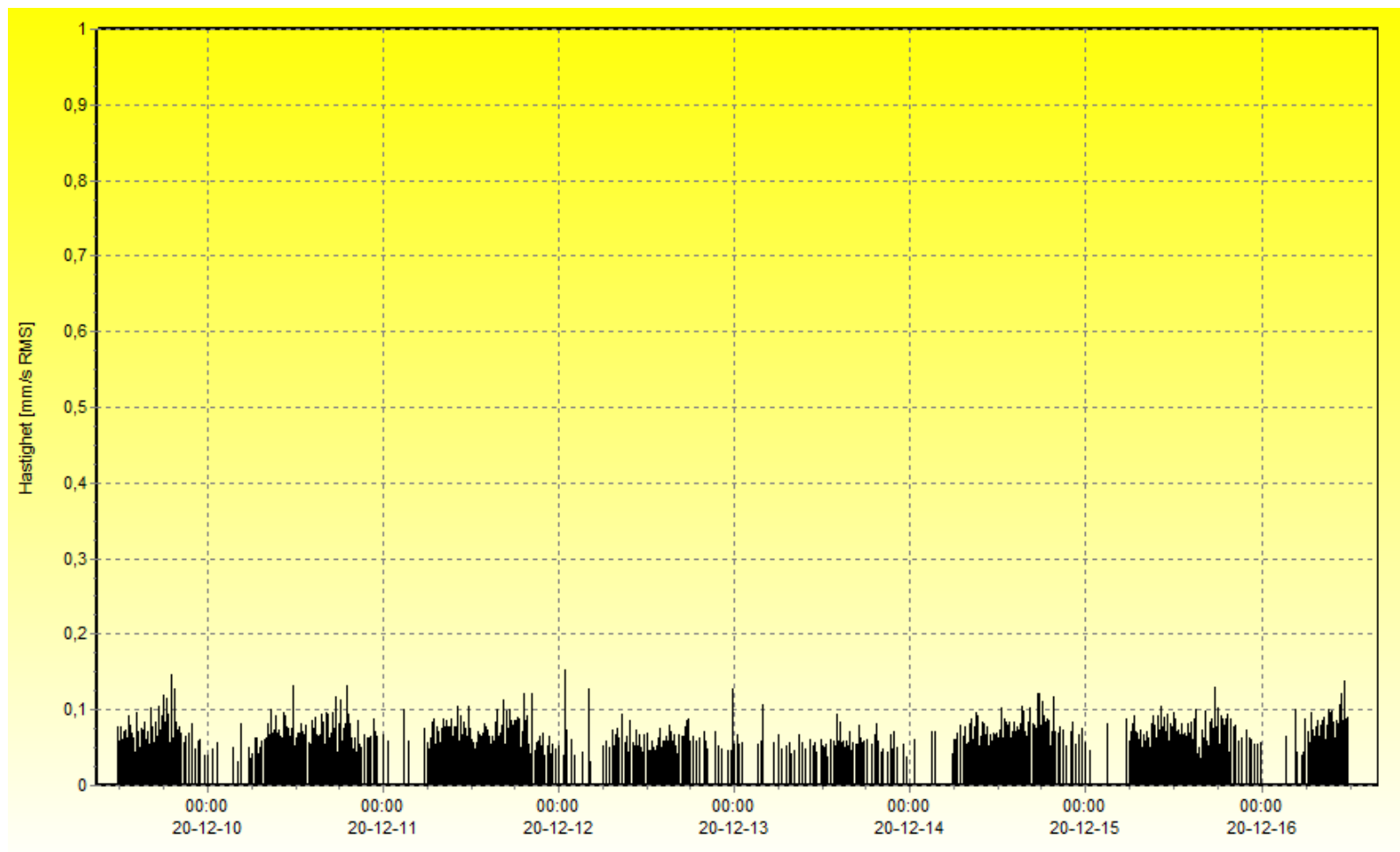
Mätdata

Tabell 5: Mätdata enligt utsnitt $\geq 0,12$ mm/s vägd RMS samfiltererat givare 2-4.

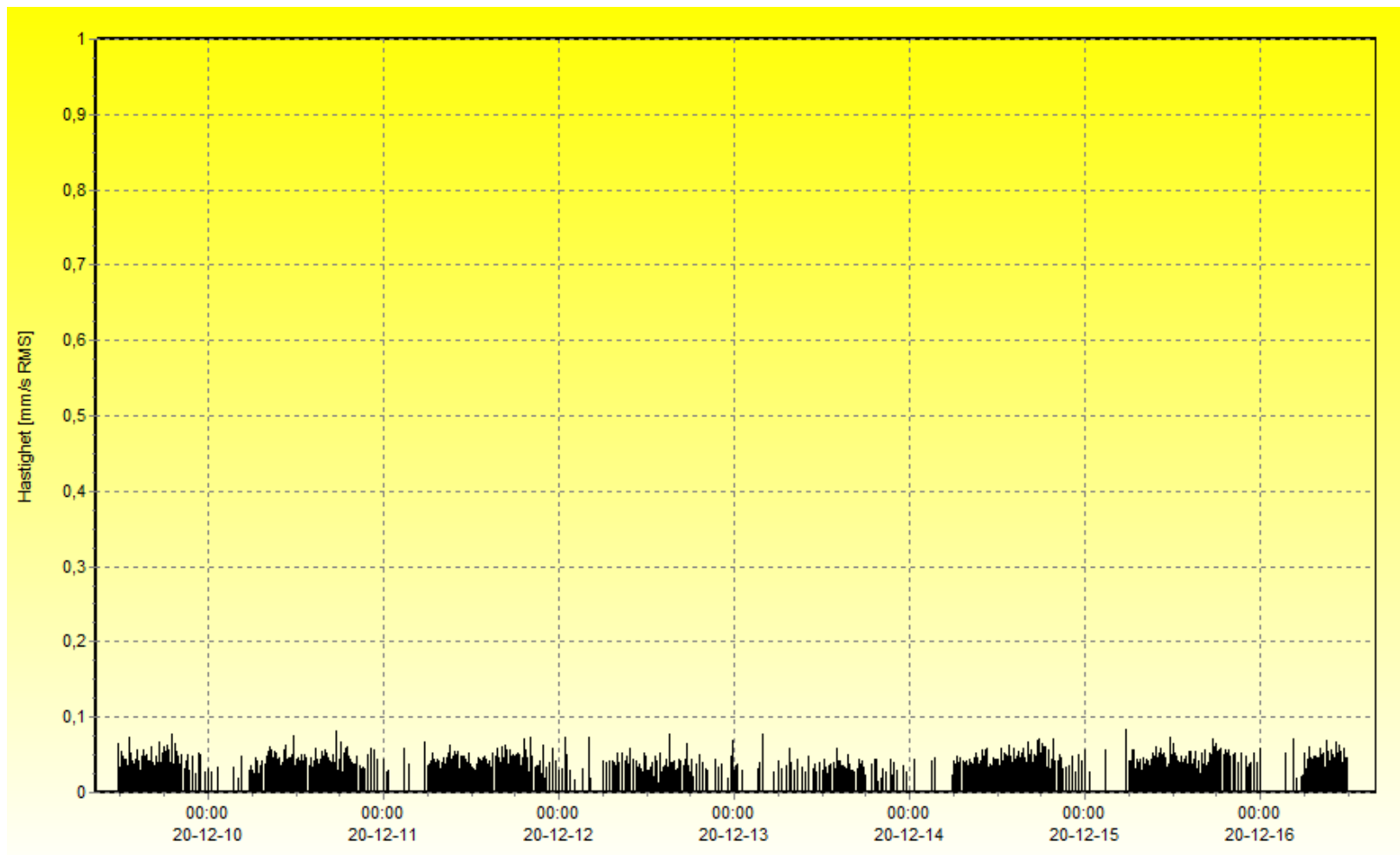
Kanal	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Anmärkning
2	2020-12-09 11:37:40	2,8	44	0,34	Test start
3	2020-12-09 11:37:40	3,5	7	0,39	"
4	2020-12-09 11:37:40	4,7	3	1,06	"
2	2020-12-09 18:57:12	0,6	29	0,15	Fordonstrafik
3	2020-12-09 18:57:12	0,4	17	0,08	"
4	2020-12-09 18:57:12	0,5	21	0,09	"
2	2020-12-09 19:26:56	0,6	21	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-09 19:26:56	0,3	17	0,07	"
4	2020-12-09 19:26:56	0,4	22	0,08	"
2	2020-12-10 11:37:19	0,5	12	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-10 11:37:19	0,3	21	0,08	"
4	2020-12-10 11:37:19	0,4	23	0,08	"
2	2020-12-10 18:53:22	0,5	21	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-10 18:53:22	0,3	15	0,06	"
4	2020-12-10 18:53:22	0,4	22	0,09	"
2	2020-12-11 19:11:43	0,6	20	0,12	Fordonstrafik
3	2020-12-11 19:11:43	0,3	19	0,07	"
4	2020-12-11 19:11:43	0,4	21	0,07	"
2	2020-12-11 20:09:55	0,5	20	0,12	Fordonstrafik
3	2020-12-11 20:09:55	0,3	20	0,07	"
4	2020-12-11 20:09:55	0,4	22	0,08	"
2	2020-12-12 00:54:27	0,6	21	0,15	Fordonstrafik
3	2020-12-12 00:54:27	0,3	20	0,07	"
4	2020-12-12 00:54:27	0,4	20	0,10	"
2	2020-12-12 04:08:09	0,5	31	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-12 04:08:09	0,4	21	0,07	"
4	2020-12-12 04:08:09	0,4	23	0,09	"
2	2020-12-12 23:47:12	0,6	26	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-12 23:47:12	0,3	21	0,07	"
4	2020-12-12 23:47:12	0,4	22	0,08	"
2	2020-12-14 17:29:44	0,5	20	0,12	Fordonstrafik
3	2020-12-14 17:29:44	0,3	17	0,07	"
4	2020-12-14 17:29:44	0,4	21	0,07	"
2	2020-12-14 17:36:29	0,6	21	0,12	Fordonstrafik
3	2020-12-14 17:36:29	0,4	11	0,07	"
4	2020-12-14 17:36:29	0,4	23	0,08	"

Kanal	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Anmärkning
2	2020-12-15 17:31:24	0,6	11	0,13	Fordonstrafik
3	2020-12-15 17:31:24	0,3	21	0,07	"
4	2020-12-15 17:31:24	0,4	22	0,08	"
2	2020-12-16 10:51:03	0,8	22	0,12	Fordonstrafik
3	2020-12-16 10:51:03	0,3	20	0,05	"
4	2020-12-16 10:51:03	0,5	23	0,07	"
2	2020-12-16 11:17:03	0,5	14	0,14	Fordonstrafik
3	2020-12-16 11:17:03	0,3	36	0,06	"
4	2020-12-16 11:17:03	0,3	21	0,05	"
2	2020-12-16 11:49:32	1,1	5	0,15	Test avslut
3	2020-12-16 11:49:32	1,9	1	0,16	"
4	2020-12-16 11:49:32	3,0	6	0,51	"

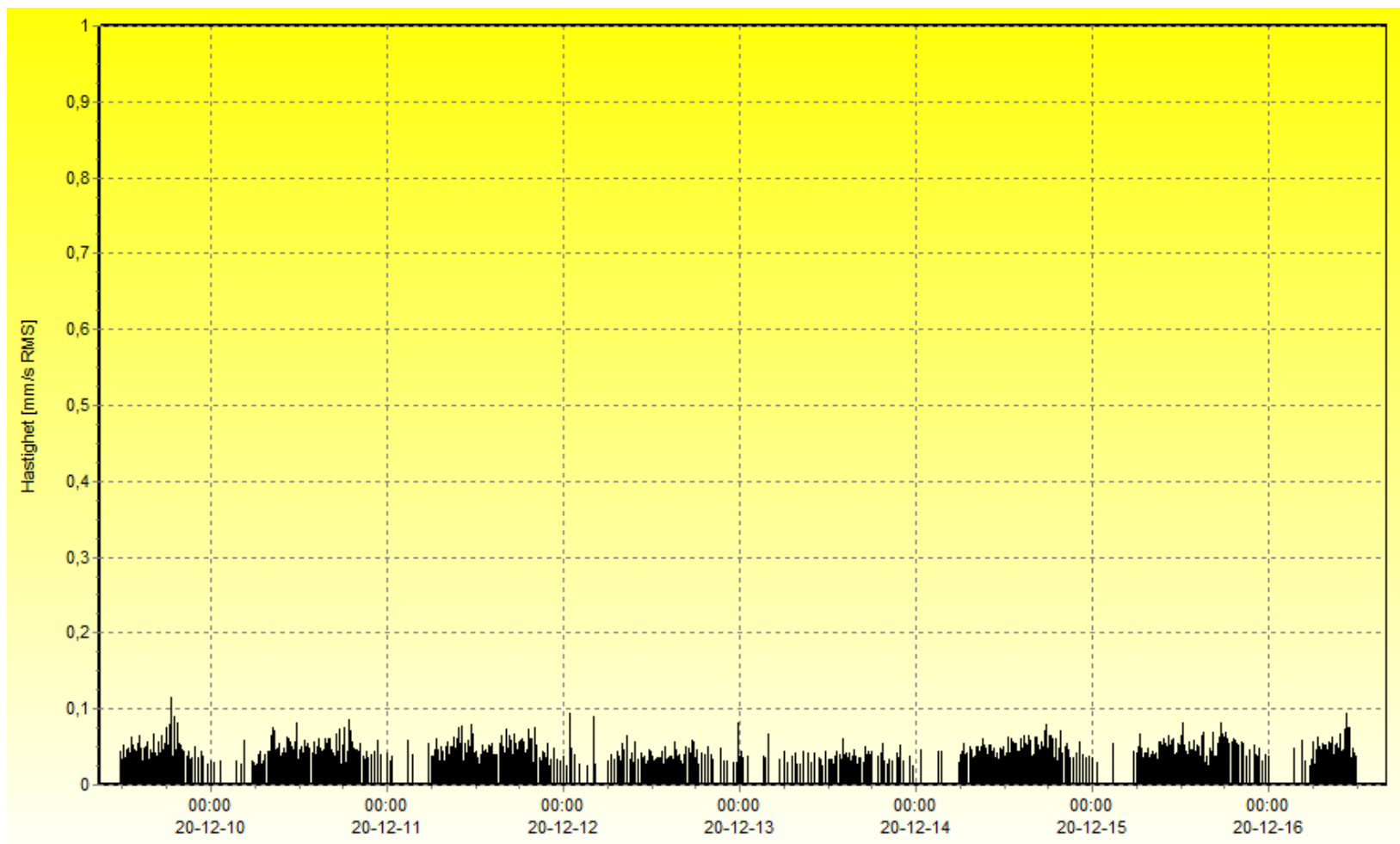
Relevanta mätdata i mark horisontellt, tvärs spår (givare 2)



Relevanta mätdata i mark horisontellt, längs spår (givare 3)



Relevanta mätdata i mark vertikalt (givare 4)



HANINGE KALVSVIK 16:1, MÄTPUNKT 2

Projekt:	Vibrationsmätning inför planerad nybyggnation inom fastighet Haninge Kalvsvik 16:1 m.fl.
Uppdragsgivare:	Norconsult AB
Kontaktperson:	Andreas Sigfridsson
Mätperiod:	2020-12-09 - 2020-12-16
Instrument:	Fred 06 nr 6749
Givare:	Met 3201
Mätning utförd av:	Christian Wessberg
Mätplats givare 2:	Mark, 30 m från närmsta räl/ horisontellt, tvärs spår
Mätplats givare 3:	Mark, 30 m från närmsta räl/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 4:	Mark, 30 m från närmsta räl/ vertikalt
Triggnivå givare 2-4:	Kontinuerlig mätning med redovisning av toppvärde per 300 s. Vid nivåer över 0,2 mm/s registreras analyserbar data i 35 s.
Pretrigg:	5%
Samplingshastighet:	3000 samplingar/s
Frekvensomfång:	1-80 Hz
Insamlad mätdata:	2673
Mätdata i tabell 5:	45 (Utsnitt $\geq 0,22$ mm/s vägd RMS samfiltrerat givare 2-4)
Rådata:	TellUs/20460/Vibrationsmätning/20460-2-1.DAT
Utrustning:	Mätutrustningen uppfyller krav som ställs i Svensk Standard SS 460 48 61
Mätdata analyserad av:	Christian Wessberg
Granskad av:	P-O Bjelkström

Sammanställning

Tabell 1: Mätvärde för högsta komfort dagtid kl 06-22.

Givare	Datum Tid	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Tågföring Längd/ Vikt (m)/(t)
2	2020-12-14 14:10:10	0,33	214/ 412

Tabell 2: Mätvärde för högsta komfort nattetid kl 22-06.

Givare	Datum Tid	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Tågföring Längd/ Vikt (m)/(t)
2	2020-12-10 05:34:18	0,23	214/ 412

Tabell 3: Natthändelser (kl. 22 – 06) över 0,4 respektive 0,7 mm/s vägd RMS under mätperioden, per dygn.

Datum	Antal registreringar över 0,4 mm/s vägd RMS	Antal registreringar över 0,7 mm/s vägd RMS
2020-12-09 – 2020-12-10	0	0
2020-12-10 – 2020-12-11	0	0
2020-12-11 – 2020-12-12	0	0
2020-12-12 – 2020-12-13	0	0
2020-12-13 – 2020-12-14	0	0
2020-12-14 – 2020-12-15	0	0
2020-12-15 – 2020-12-16	0	0

Tabell 4: Totalt antal överskridande natthändelser (kl 22 – 06) under mätperioden.

Antal mättygn	Antal registreringar över 0,4 mm/s vägd RMS	Antal registreringar över 0,7 mm/s vägd RMS
7	0	0

Kurvförlopp och frekvensspektrum för högsta uppmätta mätvärden från tågtrafik avseende komfortvärden dag- och nattetid se bild 1-4, sida 3.

Mätdata redovisas i sin helhet i tid-/ värdediagram, sid 6-8.

Kurvförlopp och frekvensspektrum

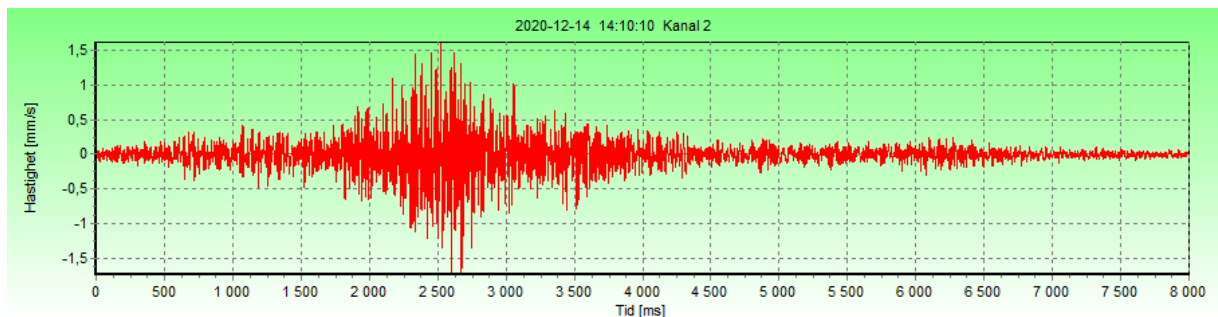


Bild 1. Kurvförlopp grundläggningsnivå horisontellt tvärs spår dagtid kl 06-22 (givare 2), 2020-12-14 14:10:10.

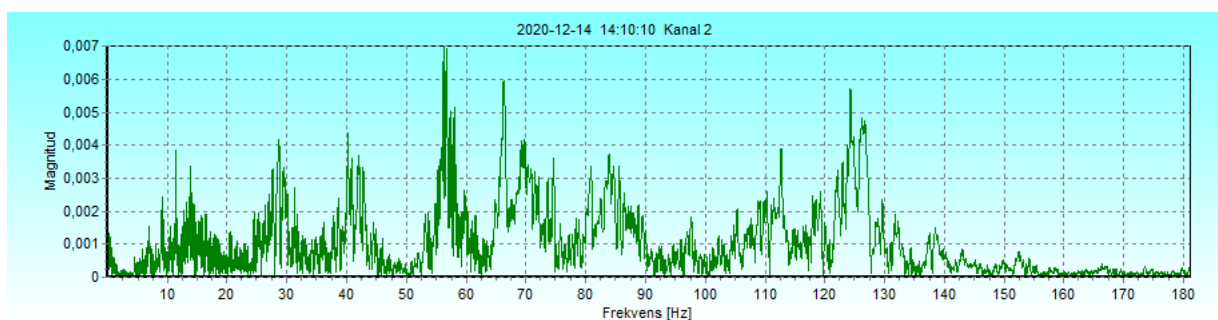


Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1.

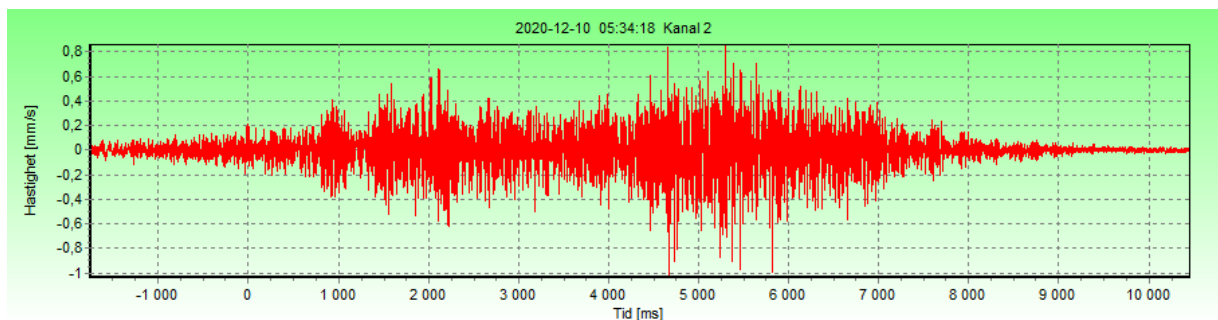


Bild 3. Kurvförlopp grundläggningsnivå horisontellt tvärs spår nattetid kl 22-06 (givare 2), 2020-12-10 05:34:18.

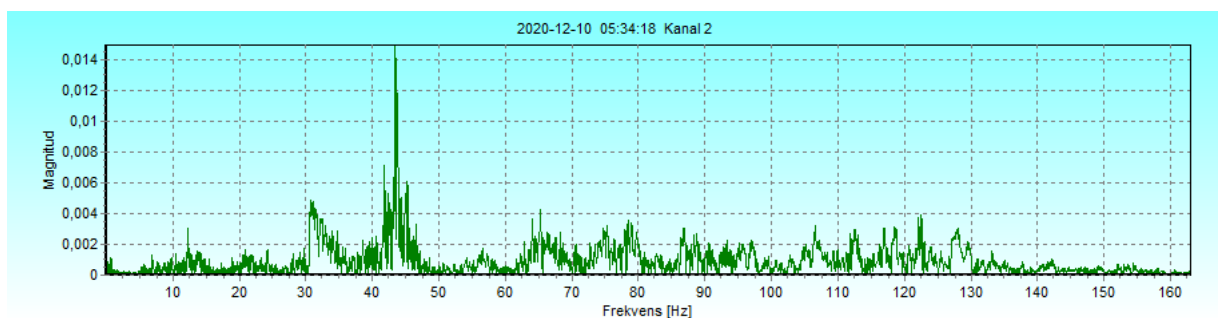


Bild 4. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 3.

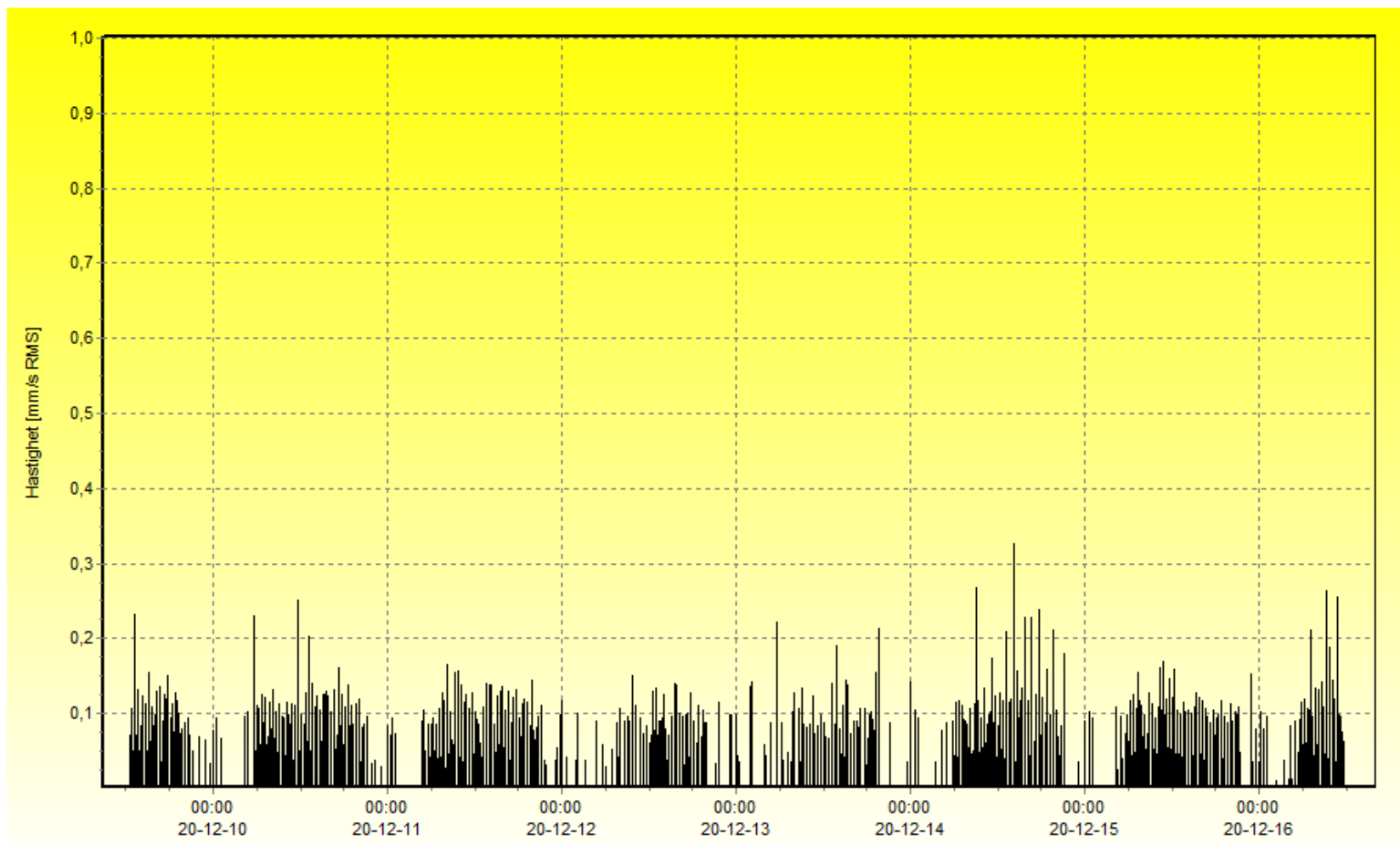
Mätdata

Tabell 5: Mätdata enligt utsnitt $\geq 0,22$ mm/s vägd RMS samfiltererat givare 2-4.

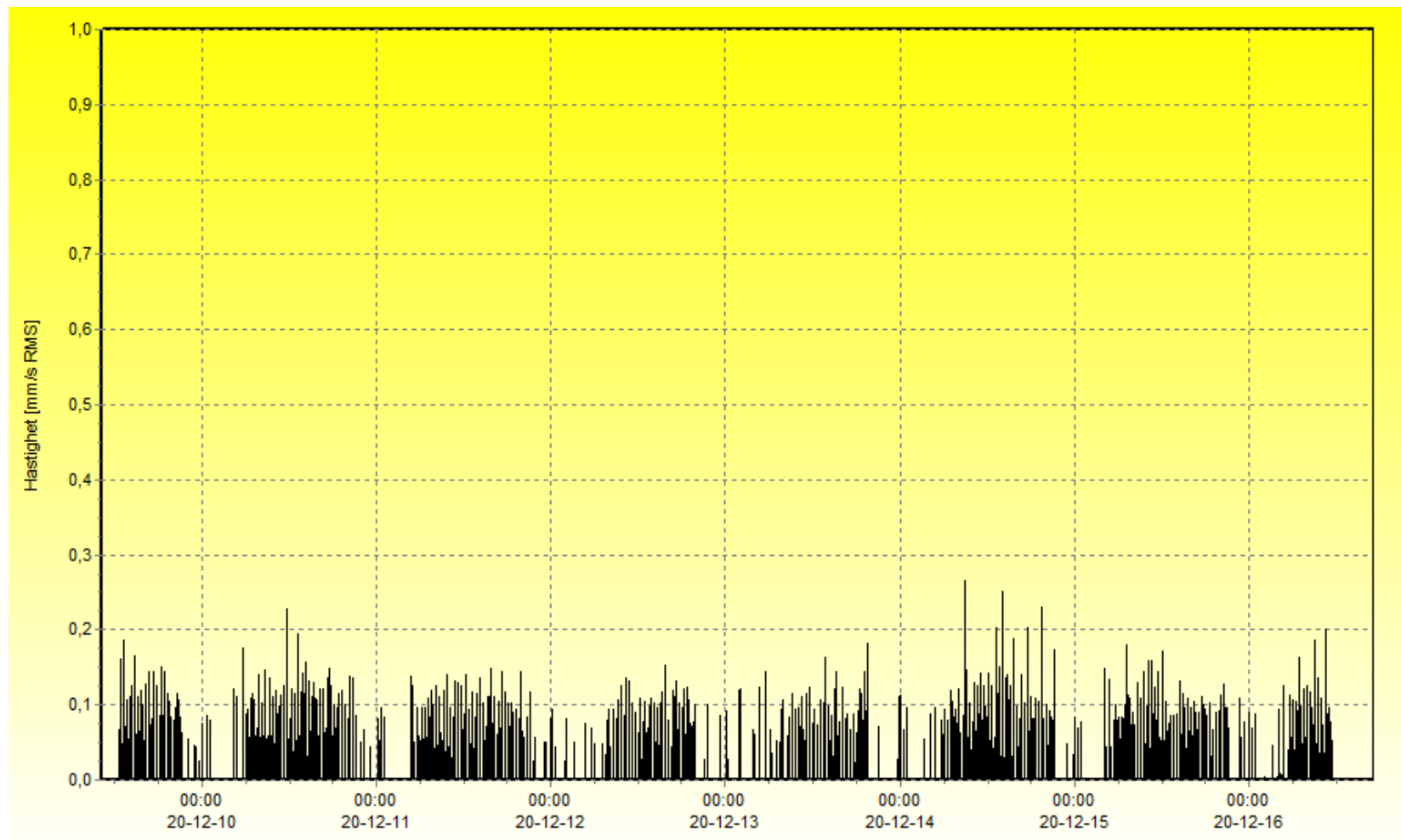
Kanal	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Tågföring Längd/ Vikt (m)/ (t)
2	2020-12-09 12:25:52	4,4	2	0,59	Test start
3	2020-12-09 12:25:52	4,5	2	0,42	"
4	2020-12-09 12:25:52	4,7	3	0,71	"
2	2020-12-09 13:05:36	0,9	62	0,23	214/ 412
3	2020-12-09 13:05:36	0,8	53	0,19	"
4	2020-12-09 13:05:36	0,9	73	0,23	"
2	2020-12-10 05:34:18	1,0	96	0,23	214/ 412
3	2020-12-10 05:34:18	0,7	88	0,18	"
4	2020-12-10 05:34:18	0,7	69	0,17	"
2	2020-12-10 11:40:18	1,1	52	0,25	214/ 412
3	2020-12-10 11:40:18	1,0	52	0,23	"
4	2020-12-10 11:40:18	1,0	71	0,26	"
2	2020-12-13 05:31:20	0,9	32	0,22	107/ 206
3	2020-12-13 05:31:20	0,7	90	0,14	"
4	2020-12-13 05:31:20	0,6	39	0,16	"
2	2020-12-14 08:55:24	0,9	32	0,27	214/ 412
3	2020-12-14 08:55:24	0,8	33	0,27	"
4	2020-12-14 08:55:24	0,6	36	0,21	"
2	2020-12-14 14:10:10	1,7	93	0,33	214/ 412
3	2020-12-14 14:10:10	1,1	88	0,25	"
4	2020-12-14 14:10:10	1,2	85	0,28	"
2	2020-12-14 15:35:17	0,8	68	0,23	214/ 412
3	2020-12-14 15:35:17	0,8	47	0,19	"
4	2020-12-14 15:35:17	0,7	58	0,20	"
2	2020-12-14 16:39:47	0,9	90	0,23	214/ 412
3	2020-12-14 16:39:47	0,6	66	0,14	"
4	2020-12-14 16:39:47	0,6	93	0,17	"
2	2020-12-14 17:41:03	1,1	103	0,24	214/ 412
3	2020-12-14 17:41:03	0,8	76	0,20	"
4	2020-12-14 17:41:03	1,1	96	0,20	"
2	2020-12-14 19:35:33	0,9	42	0,21	214/ 412
3	2020-12-14 19:35:33	0,9	53	0,23	"
4	2020-12-14 19:35:33	0,7	60	0,18	"

Kanal	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde (mm/s vägd RMS)	Tågföring Längd/ Vikt (m)/ (t)
2	2020-12-16 07:05:23	0,8	56	0,21	214/ 412
3	2020-12-16 07:05:23	0,6	63	0,16	"
4	2020-12-16 07:05:23	0,8	58	0,23	"
2	2020-12-16 09:09:33	1,3	99	0,26	214/ 412
3	2020-12-16 09:09:33	0,9	76	0,19	"
4	2020-12-16 09:09:33	1,3	61	0,23	"
2	2020-12-16 10:35:28	1,1	56	0,25	214/ 412
3	2020-12-16 10:35:28	0,7	60	0,20	"
4	2020-12-16 10:35:28	0,8	62	0,25	"
2	2020-12-16 11:37:12	5,8	21	0,73	Test avslut
3	2020-12-16 11:37:12	1,3	45	0,14	"
4	2020-12-16 11:37:12	14	3	1,27	"

Relevanta mätdata i mark horisontellt, tvärs spår (givare 2)



Relevanta mätdata i mark horisontellt, längs spår (givare 3)



Relevanta mätdata i mark vertikalt (givare 4)

