

Vibrationsutredning

Utby 3:25 m.fl.

2015-04-13

Vibrationsutredning

Utby 3:25 m.fl.

2015-04-13

Beställare: ALE KOMMUN
Ledetvägen 6
449 80 ALAFORS

Beställarens [representant](#): Charlotte Lundberg

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare
Handläggare Andreas Sigfridsson
Andreas Sigfridsson

Uppdragsnr: 104 04 50

Filnamn och sökväg: n:\104\04\1040450\5 arbetsmaterial\01
dokument\ak\1040450a.doc

Kvalitetsgranskad av: Gunnar Widén

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

Vibrationsutredning – Utby 3:25 m.fl.....	4
Sammanfattning	4
Riktvärden	5
Svensk standard.....	5
Förutsättningar	5
Resultat	7
Slutsats.....	10
Bilaga 1, 437-15043.M1_Inkl bilagor_Änggatan Älvängen20150401.pdf	

Vibrationsutredning – Utby 3:25 m.fl.

Sammanfattning

De uppmätta vibrationsnivåerna ligger över 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 på omkring 1,5 – 2,9 mm/s vägd RMS skulle kunna uppstå i vertikal riktning och 0,8 – 2,5 mm/s vägd RMS i horisontell riktning beroende på mätpunkt. Vibrationsnivåerna hamnar då klart över det riktvärde som finns för ”måttlig störning” på 0,4 mm/s vägd RMS samt de flesta mätpunkter hamnar även över det riktvärde som finns för ”sannolik störning” på 1,0 mm/s vägd RMS.

Vår bedömning är att stor risk för att vibrationsstörningar över 0,4 mm/s vägd RMS föreligger för planerade byggnader inom fastighetsbeteckningarna. Vår bedömning är också att det är tekniskt möjligt att bebygga aktuella fastigheter med bostäder som ej blir utsatta för vibrationsstörningar (komfortvärde > 0,4 mm/s). Detta kräver dock noggrannare vibrationsanalys för slutlig byggnad där hänsyn till vald byggnationsstomme, bjälklag och eventuell pålning med mera genomförs.

Som ett exempel har det presenterats att en källare till planerad byggnad kan medföra en halvering av vibrationsnivåerna enligt schablonberäkningar i NT ACOU 082.

Riktvärden

Trafikverkets riktlinjer

Enligt Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2011:460) är riktvärdet för vibrationer (avser järnväg): ”0,4 mm/s vägd RMS i utrymmen där människor stadigvarande vistas”.

Detta riktvärde tar ingen hänsyn till när på dygnet eller hur ofta vibrationerna förekommer.

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.

Förutsättningar

För beräkningar har förutsatts att husen närmast järnväg enligt bild 1 planeras till 4 våningar och att det hus som ligger vid MP4 planeras till 2 våningar med inredd vind.

Genomförande

Vibrationsmätningar har utförts i 4 punkter, samtliga punkterna placerade i mark på planerade tomter enligt figur 1 nedan. För mer information kring mätningen se bilaga 1.



Bild 1. Mätpunkterna MP1 – MP4 utplacerade enligt markering ovan.

Mätningen utfördes i 3 riktningar (vertikalt, längs spår och tvärs spår) och ägde rum under 7 dygn från 2015-03-09 till 2015-03-16, se bilaga 1 för mer information. Analys har utförts i Matlab med hjälp av Abravibe samt egna skript.

Från bilaga 1 har även noterats att banan passerar på ett avstånd av cirka 125 meter från planerat nybyggnadsområde. Från översiktlig geologisk karta bedöms spårrområde, E45 samt utredningsobjekt vara grundlagda på lera.

Enligt SGU's jorddjupskarta så gränsar jorddjupet för utredningsobjektet mellan 5-10 meters djup till 10-20 meters djup. Där MP1 hamnar på 5-10 meters djup och MP3 hamnar på 10-20 meters djup. MP2 och MP4 ligger just på gränsen mellan dessa. Enligt SGU's jordartskarta så är lera för samtliga mätpunkter av typen postglacial finlera.

Resultat

Från mätresultaten i bilaga 1 erhålls att högsta vibrationsnivåer inträffar i vertikal riktning för mätpunkt 3 vid passage av ett tåg på 88 meter och 206 ton. Denna passage loggades av radarn som ett tåg med 10 sekunders varaktighet och hastigheten 160 km/h. De uppmätta maximala komfortnivåerna för varje mätpunkt kan ses nedan i tabell 1.

Mätpunkt	Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, längs spår (vägd RMS [mm/s])	Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Tåglängd [m] / Vikt [t]
MP 1	0,29	0,11	0,13	626 / 713
MP 2	0,30	0,07	0,18	Uppgift saknas
MP 3	0,55	0,13	0,47	88 / 206
MP 4	0,36	0,09	0,13	74 / 154

Tabell 1. Uppmätta maximala komfortvärden för passage av tågtrafik (Se även bilaga 1).

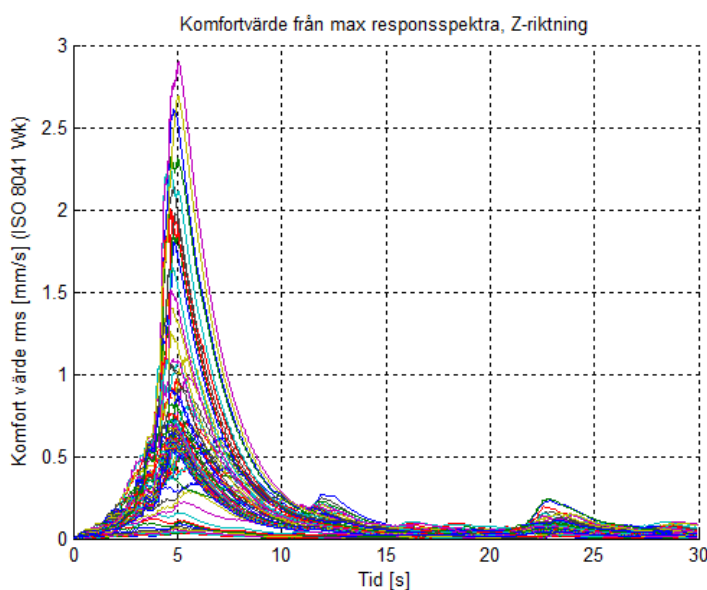
För ett flerplanshus skulle egenfrekvenser i byggnaden kunna ge upphov till högre komfortvärden om egenfrekvens och exciterande markvibrationens frekvens sammanfaller.

Genom att beräkna responsspektra med en antagen förstärkningsfaktor på $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser) skulle följande komfortvärden i tabell 2 och 3 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 och då framför allt den horisontella riktningen tvärs spår. För yttre störningar från t ex tunga fordon skulle även den horisontella längs spårriktningen vara intressant men efter att studerat resultaten i bilaga 1 ser vi tydligt att de högsta vibrationsnivåerna inträffar i tvärs spårriktning.

För dessa beräkningar har ingen hänsyn tagits till byggnadens konstruktion, pålning eller källare tagits, utan ska endast tolkas som ett värsta fall.

För att förtydliga de uppmätta och beräknade resultaten så har de delats upp i två tabeller. I tabell 2 redovisas samtliga mätpunkter för en och samma passage av en tågpassage för att visa vibrationskillnaden mellan mätpunkterna, just det här tåget var 626 meter långt och vägde 713 ton. Det passerade den 13:e mars 2015 klockan 14.34 och från radarloggen erhålls att tåget passerade med en hastighet av 101 km/h och hade en varaktighet på 28 sekunder.

Resultaten presenterar beräknade komfortvärden efter att responspektra ($Q=10$) beräknats på uppmätta vibrationsnivåer. Uppmätt varaktighet för de olika frekvenskomponenterna av vibrationsförloppet i MP3 kan ses nedan i figur 1.



Figur 1. Komfortvärde för de olika frekvenskomponenterna i MP3 (vertikal riktning) efter responspektraberäkningar med $Q=10$, frekvensområde 1-200 Hz. Uppmätt tågpassage som beräkningarna grundar sig på inträffade 150313 klockan 14.34.

Mätpunkt_kl	Beräknat $Q=10$. Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	Beräknat $Q=10$. Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Varaktighet radar [s] / Varaktighet mätning [s]	Tåglängd [m] / Vikt [t] / Hastighet [km/h]
MP 1_1434	1,50 (f=9,5 Hz)	0,79 (f=9,5 Hz)	28 / 5	626 / 713 / 101
MP 2_1434	1,23 (f=7,6 Hz)	0,66 (f=13,5 Hz)	28 / 10	626 / 713 / 101
MP 3_1434	2,90 (f=14,3 Hz)	2,42 (f=15,1 Hz)	28 / 7	626 / 713 / 101
MP 4_1434	1,67 (f=10,1 Hz)	0,69 (f=10,1 Hz)	28 / 5	626 / 713 / 101

Tabell 2. Beräknade maximala komfortvärden då egenfrekvenser i byggnaden sammanfaller med maximal uppmätt markvibration från med antagen förstärkningsfaktor av $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser). Tågpassage för samtliga mätpunkter inträffade 150313 klockan 14.34.

I tabell 3 har några ytterligare registreringar valts ut av olika karaktär, vissa registreringar går ej att koppla till passerande järnvägstrafik och kan då uppstått från vägtrafik då t ex tung trafik som lastbilar eller bussar passerar ett farthinder eller annan ojämnheter i vägbana.

Presenterade maximala vibrationsnivå inträffar vid den frekvens som anges nedan, detta medför ej att det inte finns några störande vibrationer vid andra frekvenserområden.

Mät punkt	Beräknat Q=10. Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	Beräknat Q=10. Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Varaktighet radar [s] / Varaktighet mätning [s]	Tåglängd [m] / Vikt [t] / Hastighet V_0 (V_{max}) [km/h]
MP 1_1051	1,47 (f=10,1 Hz)	0,84 (f=10,1 Hz)	Uppg. saknas / 15	Uppgift saknas
MP 2_1406	1,54 (f=10,7 Hz)	0,95 (f=10,1 Hz)	Uppg. saknas / 10	Uppgift saknas
MP 2_1423	1,52 (f=11,3 Hz)	0,90 (f=11,3 Hz)	11 / 5	81 / 203 / 32 (95)
MP 3_1406	2,74 (f=14,3 Hz)	2,47 (f=14,3 Hz)	Uppg. saknas / 5	Uppgift saknas
MP 3_1425	2,77 (f=14,3 Hz)	2,50 (f=14,3 Hz)	10 / 8	88 / 206 / 160
MP 4_1028	2,16 (f=3,6 Hz)	0,77 (f=5,6 Hz)	13 / 15	74 / 154 / 28 (98)
MP 4_1406	2,24 (f=3,6 Hz)	0,91 (f=5,3 Hz)	Uppg. saknas / 15	Uppgift saknas

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).

Varaktigheten är oftast kortare en registrerad varaktighet i radarlogg, detta beror på hur man tolkar varaktigheten i mätning. I tabell 3 ovan har en ungefärlig tid plockats ut för när vibrationerna från responspektraberäkningarna är över 0,3 mm/s vägd RMS. Hastigheten för passagerarna är också presenterade, inom parantes är maximal hastighet noterad då de skiljer sig från V_0 vid t ex inbromsning eller acceleration av tåget.

Då husen närmast järnvägen är planerade till 4-våningshus så kan följande vibrationsnivåer predikteras enligt Nordtest metod NT ACOU 082 för MP3 och maximalt uppmätta passage enligt tabell 1. I detta fall har det antagits att byggnaderna uppförs i betong, för trähus och träbjälklag predikteras högre vibrationsnivåer uppstå.

Mätpunkt	NT ACOU 082 Vertikalt (vägd RMS [mm/s])	NT ACOU 082. Horisontellt, tvärs spår (vägd RMS [mm/s])	Tåglängd [m] / Vikt [t]
MP 3, Grund	0,43	0,49	88 / 206
MP 3, bjälklag	1,23	0,49	88 / 206
MP 3, Grund (Med källare)	0,22	0,25	88 / 206
MP 3, bjälklag (Med källare)	0,62	0,25	88 / 206

Tabell 4. Beräknad maximala komfortvärden för ett betonghusmed och utan källare baserade på maximalt uppmätta vibrationsnivåer i MP3 enligt tabell 1. Beräkningar utförda enligt Nordtest metod NT ACOU 082.

Från tabell 4 kan det urskiljas att vibrationsnivåerna i stort sett halveras då en källare läggs till för byggnaden.

Slutsats

De högsta uppmätta komfortnivåerna fanns i vertikal riktning för MP 3 och där uppmättes det 0,55 mm/s vägd RMS, vilket ligger över riktvärdet 0,4 mm/s som betecknar gränsen för ”måttlig störning”. För horisontell riktning (tvärs spår) uppmättes maximalt komfortvärde till 0,47 mm/s vägd RMS i MP 3, vilket också är över riktvärdet 0,4 mm/s.

Vertikal riktning

I ett fribärande bjälklag kan vibrationerna i vertikal riktning förstärkas p.g.a. egensvängningar i bjälklaget. Beräknade responsspektra visar hur de högsta uppmätta markvibrationerna i mätpunkt 3, skulle förstärkas vid egensvängning i ett fribärande bjälklag. Beräknad komfortvärde uppgår maximalt till ca 2,90 mm/s (vid 14,3 Hz) vägd RMS i mätpunkt 3, vid en förstärkningsfaktor $Q=10$ (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser). Lägsta egenfrekvens för fribärande bjälklag ligger normalt i intervallet 5-10 Hz.

Horisontell riktning

För horisontell riktning (tvärs spår) kan vibrationerna i huset förstärkas p.g.a. grund och byggnadens egenfrekvens. Beräknade responsspektra visar hur de högsta uppmätta markvibrationerna i de olika mätpunkterna skulle förstärkas vid en egensvängning av själva huset. Beräknad komfortvärde uppgår maximalt till ca 2,50 mm/s (14,3 Hz) vägd RMS i mätpunkt 3, vid en förstärkningsfaktor 10 (normal förstärkningsfaktor vid låga frekvenser).

För MP 4 uppgår de beräknade maximala nivåerna till 0,91 mm/s vägd RMS och inträffar istället vid 5,3 Hz.

Lägsta egenfrekvenser för grund och byggnad i denna riktning ligger normalt för de olika våningshöjderna i intervallet enligt nedan och i detta intervall kan byggnadens respons på markvibrationerna bli förstärkt (Även första överton till grundresonans kan behöva beaktas). Dock är denna egenfrekvens starkt beroende av hur byggnadsstommen är utförd.

- En 14 meter hög byggnad ger normalt en lägsta egenfrekvens i intervallet 3,0 - 3,5 Hz

Summering - vertikal och horisontell riktning

Vår bedömning är att stor risk för att vibrationsstörningar över 0,4 mm/s vägd RMS föreligger för planerade byggnader inom fastighetsbeteckningarna. Vår bedömning är också att det är tekniskt möjligt att bebygga aktuella fastigheter med bostäder som ej blir utsatta för vibrationsstörningar (komfortvärde > 0,4 mm/s). Detta kräver dock noggrannare vibrationsanalys för slutlig byggnad där hänsyn till vald byggnadsstomme, bjälklag och eventuell pålning med mera genomförs.

Som ett exempel har det presenterats att en källare till planerad byggnad kan medföra en halvering av vibrationsnivåerna enligt schablonberäkningar i NT ACOU 082.

Norconsult AB
Akustikon
ett team i Norconsult AB



Andreas Sigfridsson
andreas.sigfridsson@norconsult.com



Gunnar Widén
gunnar.widen@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

NORCONSULT AB

2015-04-01

Änggatan Älvängen, Ale kommun

Vibrationsmätning inför planerad nybyggnation av bostadshus inom fastigheterna Utby 3:81, 3:25, 3:47 och 3:62, Ale kommun



Metron Miljökonsult AB

Göteborg
Mölnsdalsvägen 24, 412 63 Göteborg
Tel 031-80 04 20

Falun
Kompanivägen 13, 791 40 Falun
Tel 023-221 50

Sundsvall
Fredsgatan 5, 852 36 Sundsvall
Tel 060-15 74 60

info@metron.se www.metron.se

PROJEKTINFORMATON

Beställare

Norconsult AB
FE 127, BGC-id NHG 1001
105 69 Stockholm

Beställarens representant

Andreas Sigfridsson

Konsult

Metron Miljökonsult AB
Möndalsvägen 24
412 63 Göteborg

Handläggare

Peter Falk

Granskare

P-O Bjelkström

Referensnr
437-15043.M1
Dokument
Antal sidor 7
Antal bilagor 2

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. UPPDRAG	4
2. BAKGRUND	4
3. OBJEKT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	4
3.1 Norge/Vänerbanan	4
4. VAL AV MÄTPUNKTER	4
5. ANVÄND MÄTUTRUSTNING	5
5.1 Fred 04 och INFRA Master	5
5.2 Portabel Radar – mätning av tåghastigheter	5
6. MÄTUTFÖRANDE	5
7. MÄTRESULTAT	5
8. SAMMANSTÄLLNING	7
8.1 Mätpunkt 1, mark (Utby 3:81)	7
8.2 Mätpunkt 2, mark (Utby 3:25, sydväst)	7
8.3 Mätpunkt 3, mark (Utby 3:25, nordost)	7
8.4 Mätpunkt 4, mark (Utby 3:47)	7

BILAGOR

1. Översiktskarta (1 sida)
2. Vibrationsprotokoll (18 sidor)

1. UPPDRAG

Metron Miljökonsult AB har som underkonsult till Norconsult AB, utfört en vibrationsmätning inom nybyggnadsområde inom fastigheterna Utby 3:81, 3:25, 3:47 och 3:62, Ale kommun. Mätningen är utförd med anledning av planerad nybyggnation av bostäder. Mätningar och framtagen information avseende tågtrafik och mätpunkter skall ligga till grund för vidare analys avseende risk för byggnadsskador samt komfortstörningar från tågtrafik på Norge/ Vänerbanan och fordonstrafik på närliggande lokalvägar.

Syftet är att klarlägga vibrationspåverkan inom nybyggnadsområdet för att kunna innehålla Trafikverkets krav avseende vibrationer.

2. BAKGRUND

Inom rubricerade fastigheter planeras nybyggnation av tre bostadsbyggnader. Inför fastställande av detaljplanen kräver Trafikverket att en utredning avseende markvibrationspåverkan från förbipasserande tågtrafik på Norge/ Vänerbanan och fordonstrafik på närliggande vägar tas fram.

Norge/ Vänerbanan passerar på ett avstånd av ca 125 meter och fordonstrafik på E45 passerar på ett avstånd av ca 80 meter från planerat nybyggnadsområde. Vidare finns ett flertal lokalvägar i direkt anslutning till utredningsområdet. Översiktlig illustration av fastigheterna som planeras för nybyggnation, se bilaga 1.

3. OBJEKT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

Området är beläget sydost om Norge/ Vänerbanan samt E45. Med ledning av översiktlig geologisk karta bedöms spårområde, E45 samt utredningsobjekt vara grundlagda lera.

3.1 Norge/Vänerbanan

Järnvägen passerar nybyggnadsområdet på ett avstånd av ca 125 meter från närmsta räl. Spårområdet på sträckan utgörs av två spår.

Banan har betongslipers och helsvetsad räl. Spårområdet bedöms enligt översiktlig okulär bedömning vara i gott skick.

Under mätperioden 2015-03-09 – 2015-03-16 har tågen passerat med normal hastighet enligt information från driftledningscentralen i Göteborg.

4. VAL AV MÄTPUNKTER

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

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

5. ANVÄND MÄTUTRUSTNING

5.1 Fred 04 och INFRA Master

Registrering av vibrationsdata har utförts med de helautomatiska systemeten FRED 04 och INFRA Master. Instrumenten registrerar och beräknar peak particle velocity (ppv). Som mätagivare har använts geofoner typ SM 6 och V12, signalanpassade till 1-1000 Hz respektive 2-315 Hz.

Systemen uppfyller kraven enligt kontrollprogrammet dvs. Svensk Standard SS 460 48 61, SS 460 48 66 och Trafikverkets riktlinjer Dnr. S02-4235/SA60.

5.2 Portabel Radar – mätning av tåghastigheter

Radarns primära uppgift är att automatiskt logga och lagra ett objekts hastighet, riktning och tidpunkt.

Radarn monteras i anslutning till spårområdet. Utrustningen har 2 st oberoende radar sensorer som registrerar hastighet och riktning i upp- och nedspår.

Mätområdet för hastighet är 25 - 175 km/h, upplösning ca 2 km/h.

6. MÄTUTFÖRANDE

Mätningen har utförts i fyra mätpunkter i mark inom planerat nybyggnadsområde. Mätningen utfördes i tre riktningar per mätpunkt (x, y och z-riktning) under ca 7 dygn. Mätssystemet har mätt med analyserbar kurvdata vid trigg.

Varje givare har grävts ner i marken. Vid vibrationsnivåer överstigande 0,3 mm/s registrerades analyserbar mätdata. Mättiden för de analyserbara mätningarna valdes till 30 sek/ tågpassage vilket är ett minimikrav enligt Trafikverkets riktlinjer dnr. S02-4235/SA60.

Inom mätpunkt 1, Utby 3:81, har mätning förutom då vibrationsnivån överstigit trignivån 0,3 mm/s även startats via signal från portabel radar då ett tågset passerat densamma.

7. MÄTRESULTAT

Fältnätningar har utförts under perioden 2015-03-09 – 2015-03-16. Erhållna mätresultat redovisas i protokollform i bilaga 2.

I nedanstående tabell 1 redovisas översiktligt maxnivåer från utförda vibrationsmätningar.

Tabell 1: Högsta uppmätta Peak-värden under perioden 2015-03-09 – 2015-03-16

Mätpunkt	Datum Tid	Riktning	Frekvens (Hz)	Högsta uppmätta mätvärde (mm/s)
1	2015-03-13 14:34:32	Horisontellt tvärs jvg och E45	10	0,5
		Horisontellt längs jvg och E45	10	0,4
		Vertikalt	4	1,3
2	2015-03-11 14:23:53	Horisontellt tvärs jvg och E45	11	0,6
		Horisontellt längs jvg och E45	11	0,3
		Vertikalt	11	1,2
3	2015-03-10 14:06:57	Horisontellt tvärs jvg och E45	17	2,7
		Horisontellt längs jvg och E45	5	0,6
		Vertikalt	6	2,8
4	2015-03-11 10:28:47	Horisontellt tvärs jvg och E45	4	0,5
		Horisontellt längs jvg och E45	4	0,4
		Vertikalt	4	1,3

I nedanstående tabell 2 redovisas översiktligt maxnivåer avseende komfortvibrationer.

Tabell 2: Högsta beräknade komfortnivåer under perioden 2015-03-09 – 2015-03-16

Mätpunkt	Datum Tid	Riktning	Frekvens (Hz)	Högsta uppmätta komfortvärde (mm/s vägd RMS)
1	2015-03-13 14:34:32	Horisontellt tvärs jvg och E45	10	0,13
		Horisontellt längs jvg och E45	10	0,11
		Vertikalt	4	0,29
2	2015-03-10 14:06:52	Horisontellt tvärs jvg och E45	8	0,18
		Horisontellt längs jvg och E45	9	0,07
		Vertikalt	10	0,30
3	2015-03-13 14:25:06	Horisontellt tvärs jvg och E45	19	0,47
		Horisontellt längs jvg och E45	5	0,13
		Vertikalt	6	0,55
4	2015-03-11 10:28:47	Horisontellt tvärs jvg och E45	4	0,13
		Horisontellt längs jvg och E45	4	0,09
		Vertikalt	4	0,36

8. SAMMANSTÄLLNING

De förutsättningar som förekommit avseende trafik under mätperioden bedöms spegla den under året normala trafikintensiteten. Enligt uppgift från operativ chef på driftledningscentralen har inga störningar på bandelen förekommit under mätperioden vilket legitimerar utförda mätningar.

8.1 Mätpunkt 1, mark (Utby 3:81)

Visar vibrationsnivåer från trafik på storleksordningen 1,3 mm/s vertikalt och 0,6 mm/s horisontellt. Beräkning av komfortvibrationer ger ett högsta mätvärde på 0,29 mm/s vägd RMS vertikalt och 0,13 mm/s vägd RMS horisontellt.

8.2 Mätpunkt 2, mark (Utby 3:25, sydväst)

Visar vibrationsnivåer från trafik på storleksordningen 1,2 mm/s vertikalt och 0,8 mm/s horisontellt. Beräkning av komfortvibrationer ger ett högsta mätvärde på 0,30 mm/s vägd RMS vertikalt och 0,19 mm/s vägd RMS horisontellt.

8.3 Mätpunkt 3, mark (Utby 3:25, nordost)

Visar vibrationsnivåer från trafik på storleksordningen 2,8 mm/s vertikalt och 2,7 mm/s horisontellt. Beräkning av komfortvibrationer ger ett högsta mätvärde på 0,55 mm/s vägd RMS vertikalt och 0,50 mm/s vägd RMS horisontellt.


8.4 Mätpunkt 4, mark (Utby 3:47)

Visar vibrationsnivåer från trafik på storleksordningen 1,3 mm/s vertikalt och 0,7 mm/s horisontellt. Beräkning av komfortvibrationer ger ett högsta mätvärde på 0,36 mm/s vägd RMS vertikalt och 0,16 mm/s vägd RMS horisontellt.

Under perioden 2015-03-09 17:38:00 – 2015-03-10 15:14:00 var givare 2, horisontellt längs, delvis varit ur funktion. Av denna anledning har denna riktning endast sporadiskt registrerat vibrationsförlopp under denna period.

ÖVERSIKTSKARTA



 Ungefärligt läge planerad bebyggelse

Uppdragsgivare: Norconsult AB
Kontaktperson: Andreas Sigfridsson

Projekt: Utredning av vibrationer inom nybyggnadsområde Änggatan, Ale kommun

Objekt: MP 1: Utby 3:81, Ale kommun

Instrument/ givare: Fred 04 nr 480/ Met 3-Riktningsgivare Nr. 22
Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16
Mätning utförd av: P-O Bjelkström

Insamlad mätdata: 11044
Mätdata i rapporten: 21 (Utsnitt $\geq 0,16$ mm/s vägd RMS samt yttre störningar bortredigerade)

Mätplats givare 1: Mark/ horisontellt, tvärs spår
Mätplats givare 2: Mark/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 3: Mark/ vertikalt

Triggnivå givare 1-3: 0,2 mm/s samtrigg samt fjärrtrigg från radar för tåg >25 km/h
Pretrigg: 5%
Mättid: 30,0 s

Tabell 1: Sammanställning

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
Högsta uppmätta grundläggningsnivå					
1	2015-03-13 14:34:32	0,5	10	0,13	626/713
2	2015-03-13 14:34:32	0,4	10	0,11	
3	2015-03-13 14:34:32	1,3	4	0,29	
Högsta uppmätta komfort, dagtid, kl 06 – 22					
1	2015-03-13 14:34:32	0,5	10	0,13	626/713
2	2015-03-13 14:34:32	0,4	10	0,11	
3	2015-03-13 14:34:32	1,3	4	0,29	
Högsta uppmätta komfort, nattetid, kl 22 – 06					
1	2015-03-09 22:05:10	0,3	3	0,070	468/1602
2	2015-03-09 22:05:10	0,5	3	0,090	
3	2015-03-09 22:05:10	0,6	4	0,15	

Kurvförlopp och frekvensspektrum för de högsta uppmätta mätvärde avseende grundläggningsnivå och komfort mark se bild 1-2, sida 3.

Tyngsta tåg under mätperioden passerade Utby 3:25, 2015-03-13 ca kl 03:13. Tåget mätte 444 meter och vägde 2684 ton. Denna passage gav en markvibration på 0,45 mm/s 4 Hz samt ett vägt komfort värde på 0,10 mm/s.

Mätdata redovisas utsnitt $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS samfiltrerat i tid/ värde diagram, sida 4-5.

Tabell 2: Mätdata

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
1	2015-03-09 10:51:13	0,6	4	0,13	Uppgift saknas
2	2015-03-09 10:51:13	0,4	12	0,10	
3	2015-03-09 10:51:13	1,1	5	0,24	
1	2015-03-09 13:35:08	0,3	5	0,070	Uppgift saknas
2	2015-03-09 13:35:08	0,3	4	0,060	
3	2015-03-09 13:35:08	0,7	3	0,17	
1	2015-03-10 14:22:53	0,3	8	0,070	81/203
2	2015-03-10 14:22:53	0,2	9	0,060	
3	2015-03-10 14:22:53	0,7	8	0,18	
1	2015-03-11 07:57:16	0,3	13	0,070	74/154
2	2015-03-11 07:57:16	0,3	13	0,070	
3	2015-03-11 07:57:16	0,8	2	0,18	
1	2015-03-12 11:50:40	0,4	16	0,10	Uppgift saknas
2	2015-03-12 11:50:40	0,3	6	0,080	
3	2015-03-12 11:50:40	1,3	4	0,21	
1	2015-03-12 11:56:48	0,4	11	0,11	74/154
2	2015-03-12 11:56:48	0,4	10	0,090	
3	2015-03-12 11:56:48	1,3	5	0,27	
1	2015-03-13 14:34:32	0,5	10	0,13	626/713
2	2015-03-13 14:34:32	0,4	10	0,11	
3	2015-03-13 14:34:32	1,3	4	0,29	

Mätdata analyserad av:
Peter Falk

Granskad av:
P-O Bjelkström

Kurvförlopp och frekvensspektrum

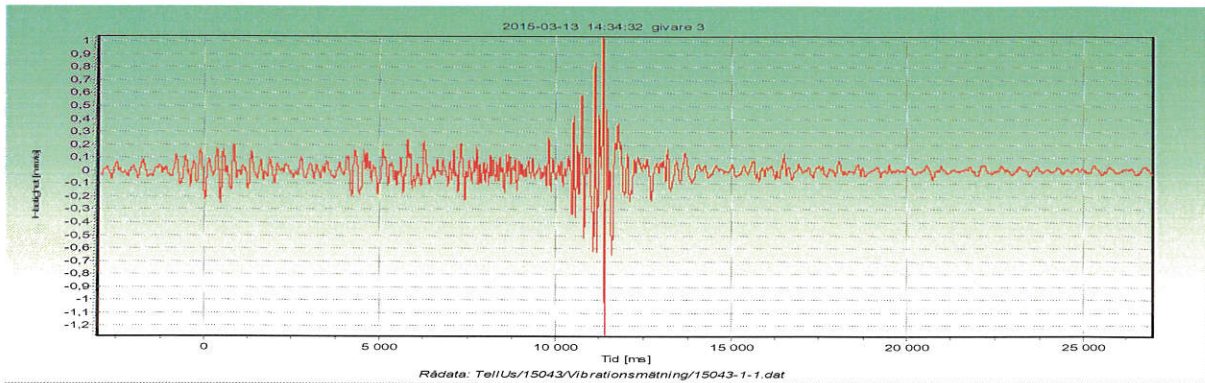


Bild 1. Kurvförlopp högsta uppmätta mätvärde grundläggningsnivå samt komfort, vertikalt (givare 3), 2015-03- 13 14:34:32

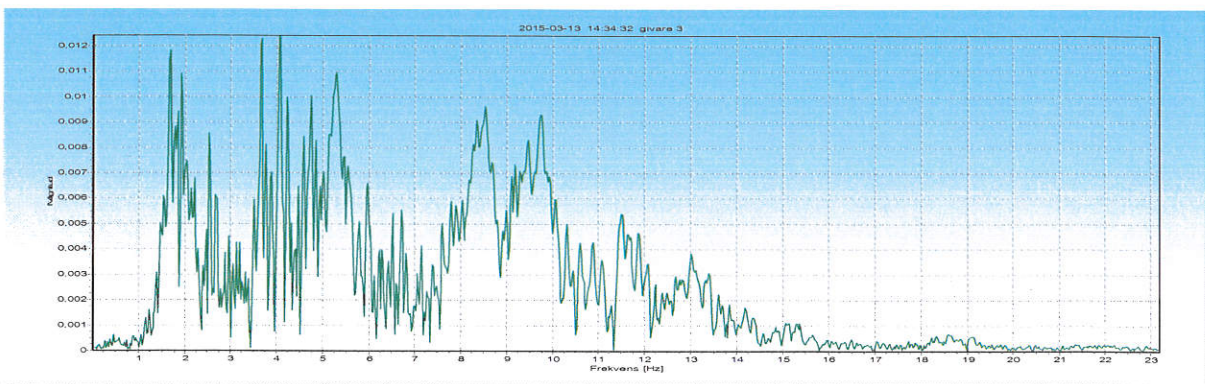
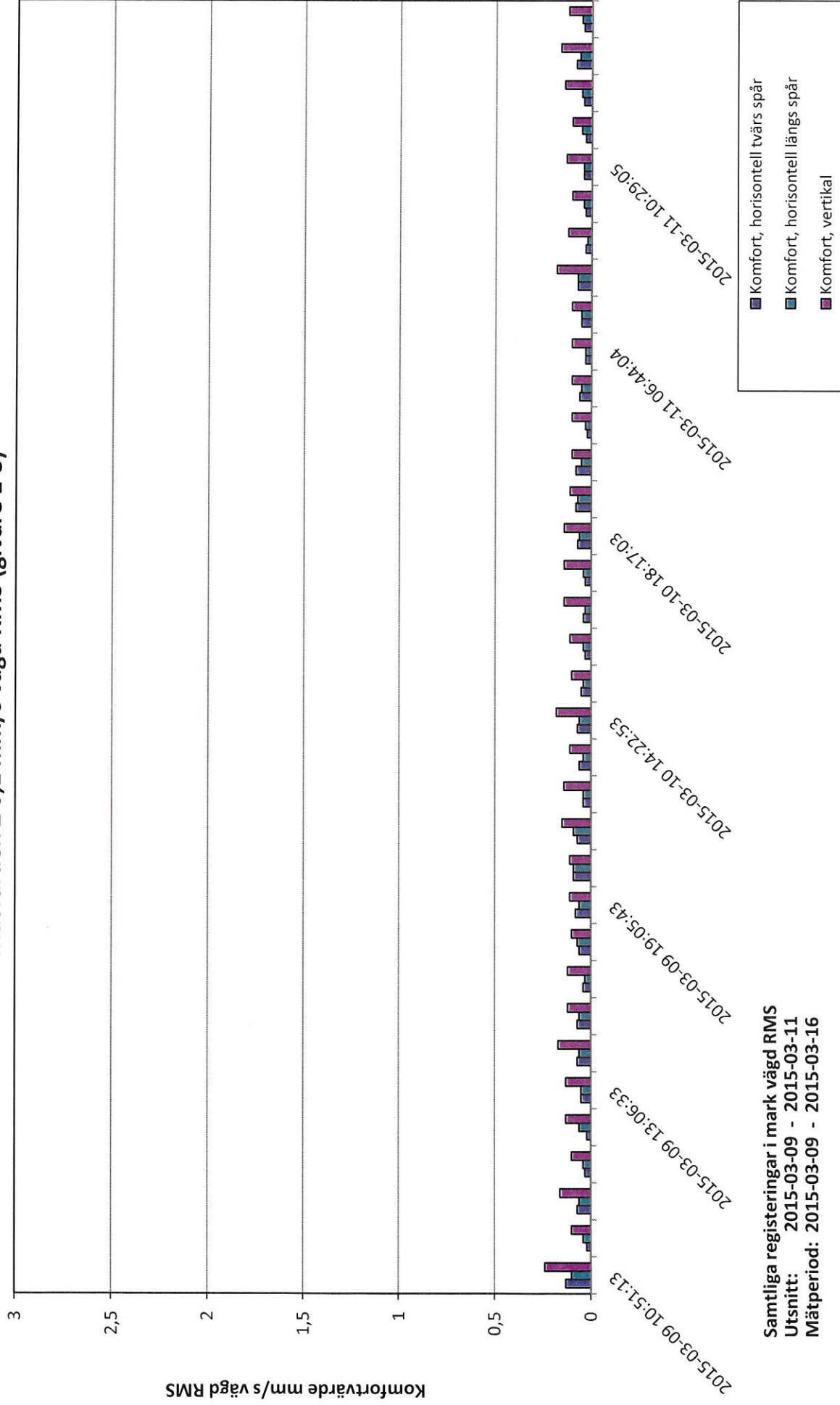


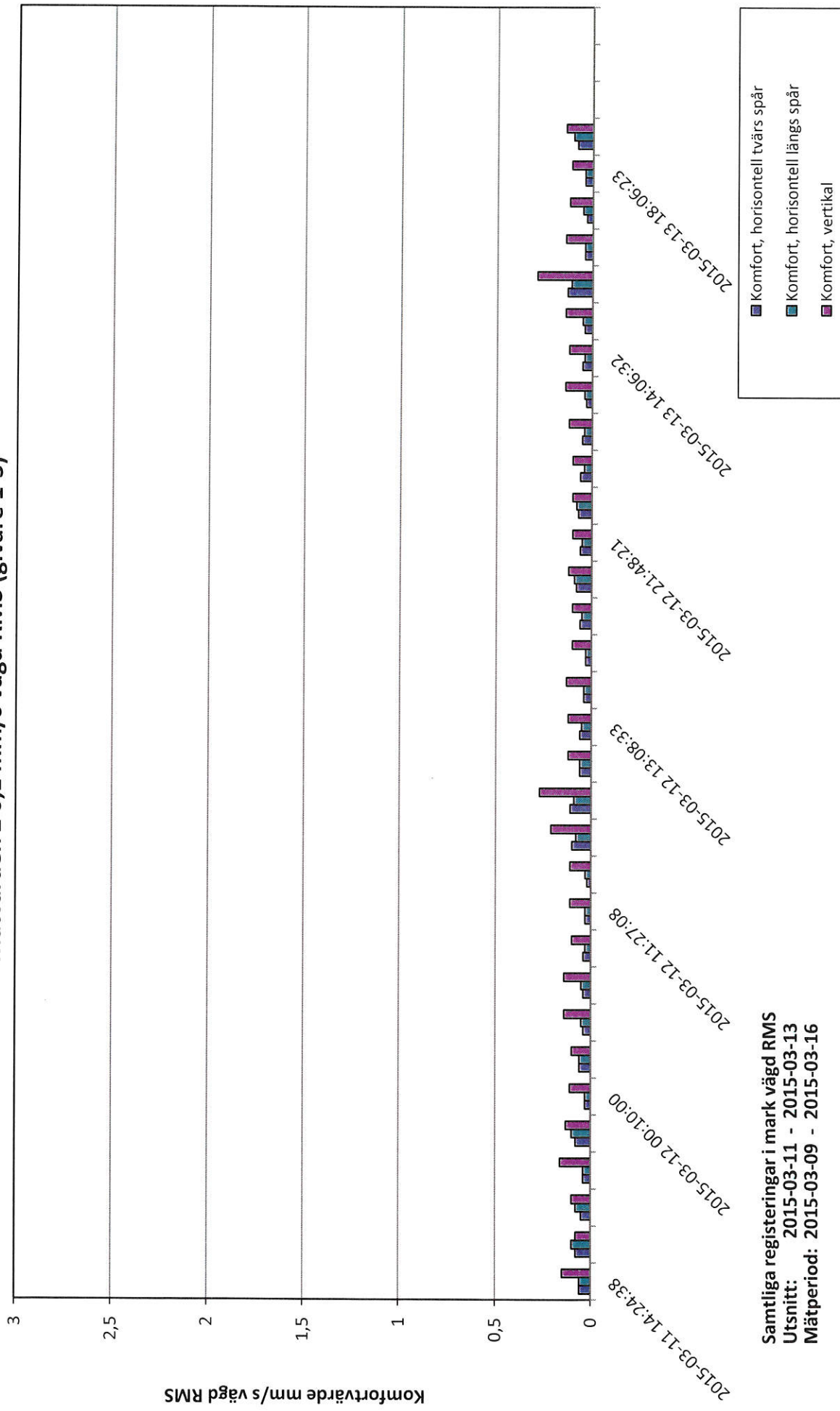
Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1

Mätvärden $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS (givare 1-3)



Samtliga registreringar i mark vägd RMS
 Utsnitt: 2015-03-09 - 2015-03-11
 Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16

Mätvärden $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS (givare 1-3)



Samtliga registreringar i mark vägd RMS
 Utsnitt: 2015-03-11 - 2015-03-13
 Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16

Uppdragsgivare: Norconsult AB
Kontaktperson: Andreas Sigfridsson

Projekt: Utredning av vibrationer inom nybyggnadsområde Änggatan, Ale kommun

Objekt: MP 2: Utby 3:25, Ale kommun

Instrument/ givare: Fred 04 nr 460/ Met 3-Riktningsgivare Nr.26
Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16
Mätning utförd av: Peter Falk

Insamlad mätdata: 741
Mätdata i tabell 2: 33 (Utsnitt $\geq 0,2$ mm/s vägd RMS)

Mätplats givare 1: Mark/ horisontellt, tvärs spår
Mätplats givare 2: Mark/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 3: Mark/ vertikalt

Triggnivå givare 1-3: 0,3 mm/s samtrigg
Pretrigg: 5%
Mättid: 30,0 s

Tabell 1: Sammanställning

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
Högsta uppmätta grundläggningsnivå					
1	2015-03-11 14:23:53	0,6	11	0,14	81/203
2	2015-03-11 14:23:53	0,3	11	0,070	
3	2015-03-11 14:23:53	1,2	11	0,25	
Högsta uppmätta komfort, dagtid, kl 06 – 22					
1	2015-03-10 14:06:52	0,8	8	0,18	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:06:52	0,3	9	0,070	
3	2015-03-10 14:06:52	1,1	10	0,30	
Högsta uppmätta komfort, nattetid, kl 22 – 06					
1	2015-03-16 04:34:57	0,3	3	0,070	612/1488
2	2015-03-16 04:34:57	0,3	4	0,050	
3	2015-03-16 04:34:57	0,6	3	0,11	

Kurvförlopp och frekvensspektrum för de högsta uppmätta mätvärde avseende grundläggningsnivå och komfort mark se bild 1-4, sida 3.

Tyngsta tåg under mätperioden passerade Utby 3:25, 2015-03-13 ca kl 03:13. Tåget mätte 444 meter och vägde 2684 ton. Denna passage gav en markvibration på 0,32 mm/s 15 Hz samt ett vägt komfort värde på 0,06 mm/s.

Mätdata redovisas utsnitt $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS samfiltrerat i tid/ värde diagram, sida 4-5.

Tabell 2: Mätdata

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
1	2015-03-10 14:06:52	0,8	8	0,18	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:06:52	0,3	9	0,070	
3	2015-03-10 14:06:52	1,1	10	0,30	
1	2015-03-10 14:20:19	0,7	9	0,19	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:20:19	0,3	11	0,070	
3	2015-03-10 14:20:19	1,0	8	0,27	
1	2015-03-11 08:48:15	0,2	4	0,040	Uppgift saknas
2	2015-03-11 08:48:15	0,1	8	0,030	
3	2015-03-11 08:48:15	0,9	4	0,20	
1	2015-03-11 11:04:21	0,1	5	0,020	Uppgift saknas
2	2015-03-11 11:04:21	0,1	5	0,020	
3	2015-03-11 11:04:21	0,9	3	0,25	
1	2015-03-11 14:13:34	0,5	11	0,14	Uppgift saknas
2	2015-03-11 14:13:34	0,3	10	0,060	
3	2015-03-11 14:13:34	1,2	6	0,25	
1	2015-03-11 14:23:53	0,6	11	0,14	81/203
2	2015-03-11 14:23:53	0,3	11	0,070	
3	2015-03-11 14:23:53	1,2	11	0,25	
1	2015-03-12 07:39:49	0,6	10	0,12	74/154
2	2015-03-12 07:39:49	0,3	10	0,050	
3	2015-03-12 07:39:49	0,9	10	0,21	
1	2015-03-12 11:51:05	0,3	11	0,12	88/206
2	2015-03-12 11:51:05	0,2	10	0,060	
3	2015-03-12 11:51:05	1,0	11	0,24	
1	2015-03-12 13:08:52	0,2	4	0,050	449/514
2	2015-03-12 13:08:52	0,1	4	0,030	
3	2015-03-12 13:08:52	0,9	3	0,20	
1	2015-03-13 14:24:53	0,6	12	0,13	88/206
2	2015-03-13 14:24:53	0,2	11	0,050	
3	2015-03-13 14:24:53	0,9	7	0,22	
1	2015-03-13 14:34:30	0,6	8	0,16	626/713
2	2015-03-13 14:34:30	0,2	7	0,070	
3	2015-03-13 14:34:30	1,1	7	0,28	

Mätdata analyserad av:
Peter Falk

Granskad av:
P-O Bjelkström

Kurvförlopp och frekvensspektrum

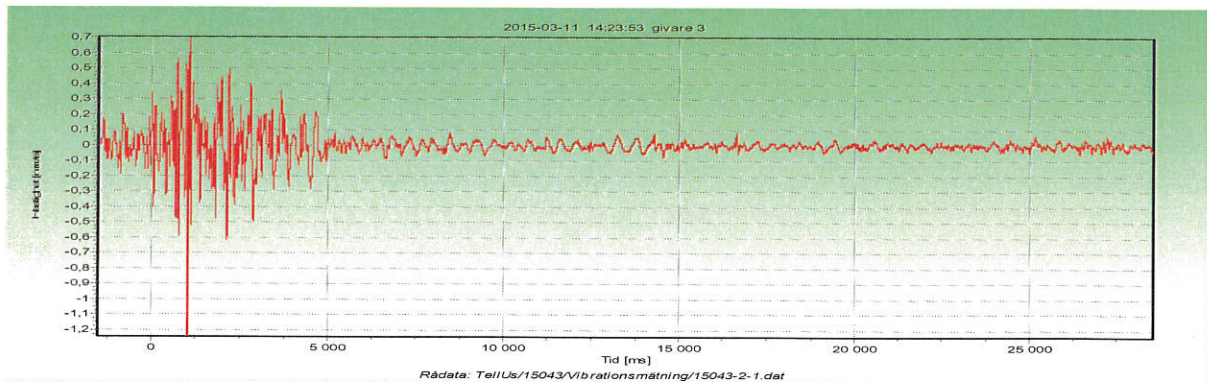


Bild 1. Kurvförlopp högsta mätvärde grundläggningsnivå, vertikalt (givare 3), 2015-03-11 14:23:53

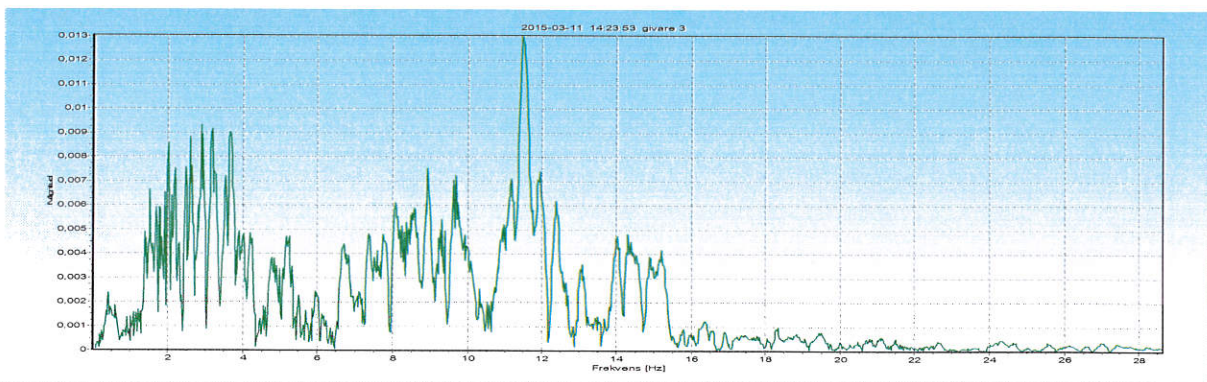


Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1

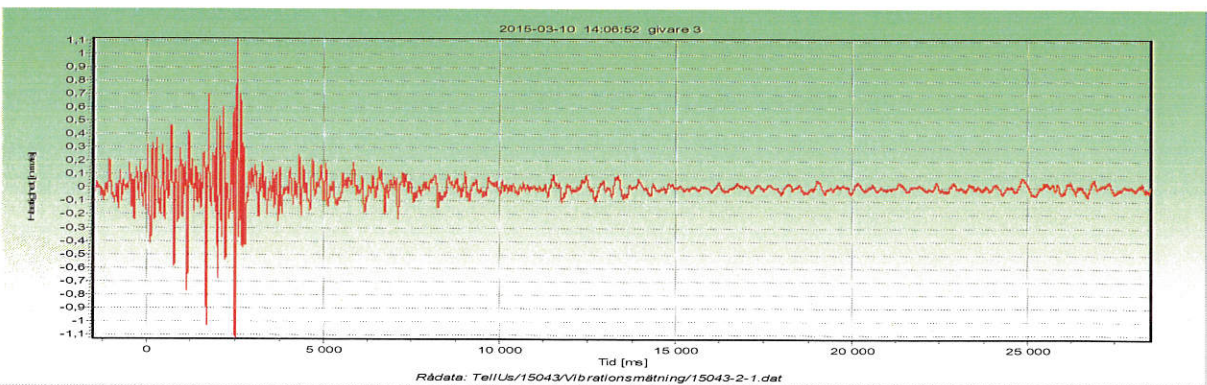


Bild 3. Kurvförlopp högsta uppmätta komfort, vertikalt (givare 3), 2015-03-10 14:06:52

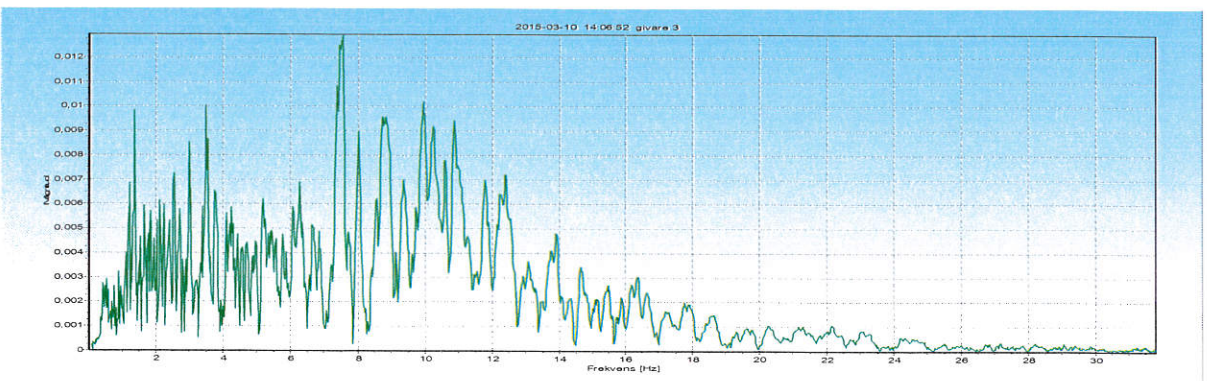
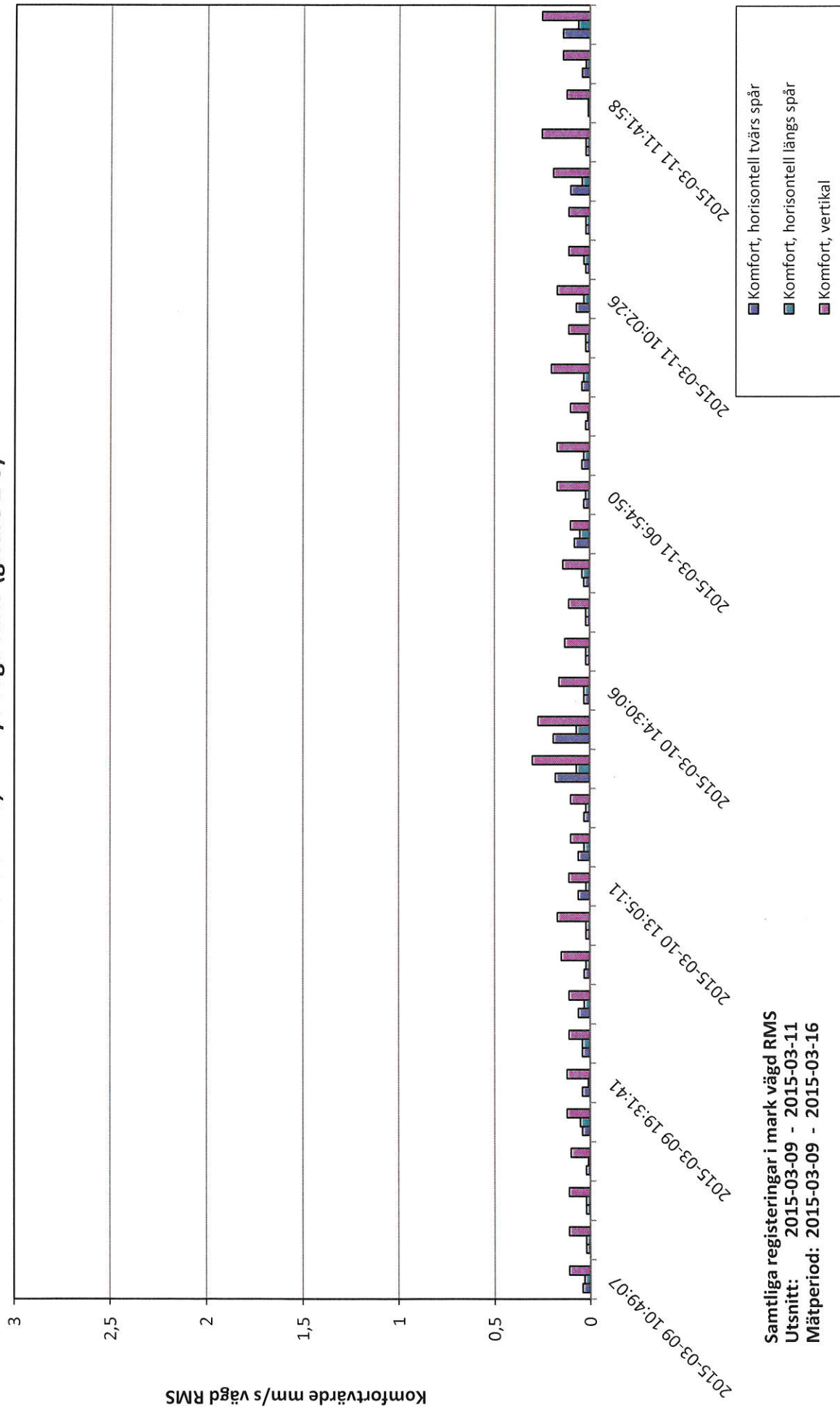


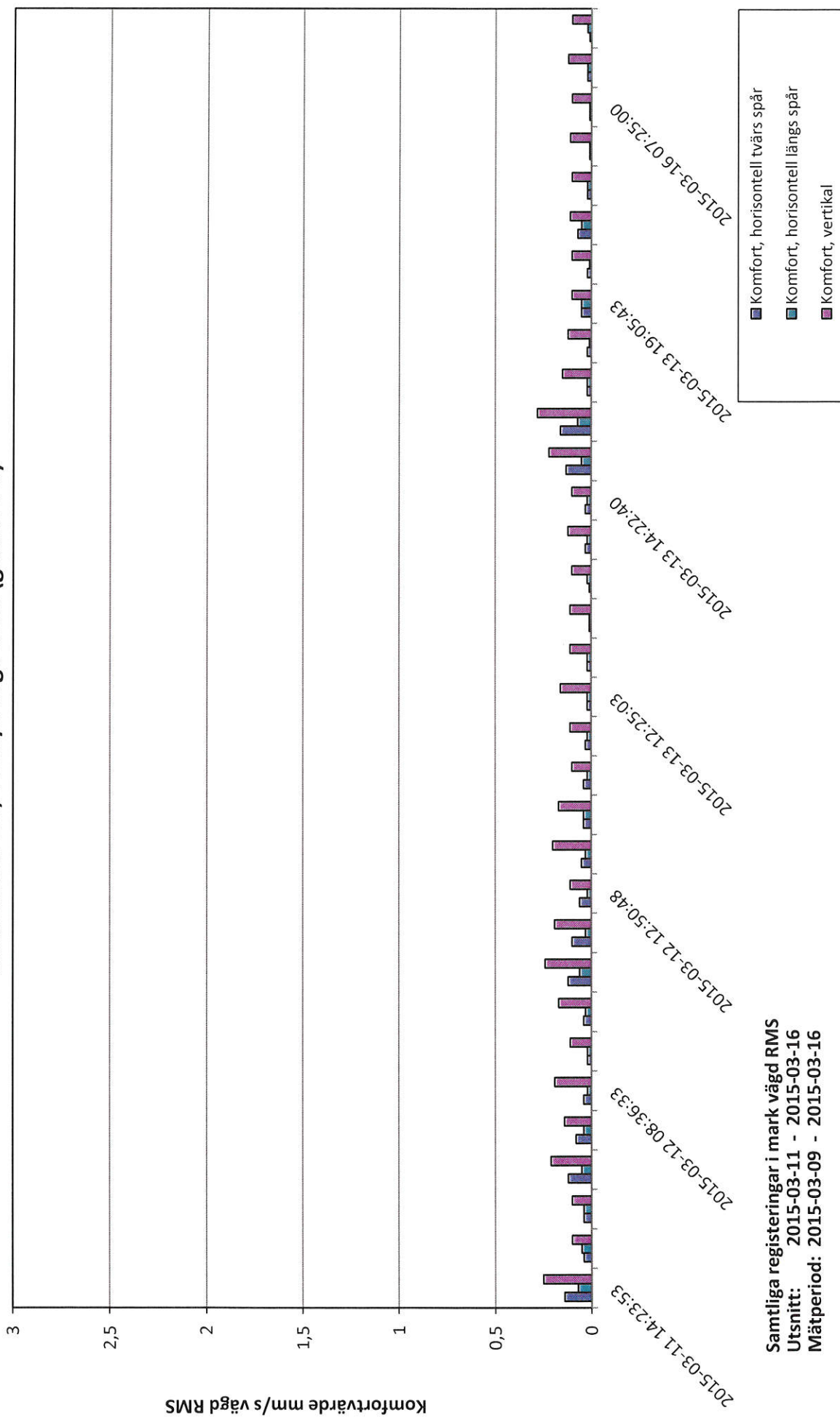
Bild 4. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 3

Mätvärden $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS (givare 1-3)



Samtliga registreringar i mark vägd RMS
 Utsnitt: 2015-03-09 - 2015-03-11
 Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16

Mätvärden $\geq 0,1$ mm/s vägd RMS (givare 1-3)



Uppdragsgivare: Norconsult AB
Kontaktperson: Andreas Sigfridsson

Projekt: Utredning av vibrationer inom nybyggnadsområde Änggatan, Ale kommun

Objekt: MP 3: Utby 3:25, Ale kommun

Instrument/ givare: Fred 04 nr 486/ Met 3-Riktningsgivare Nr.17
Mätperiod: 2015-03-09 - 2015-03-16
Mätning utförd av: P-O Bjelkström

Insamlad mätdata: 471
Mätdata i tabell 2: 33 (Utsnitt $\geq 0,25$ mm/s vägd RMS samt yttre störningar bortredigerade)

Mätplats givare 1: Mark/ horisontellt, tvärs spår
Mätplats givare 2: Mark/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 3: Mark/ vertikalt

Triggnivå givare 1-3: 0,3 mm/s samtrigg
Pretrigg: 5%
Mättid: 30,0 s

Tabell 1: Sammanställning

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
Högsta uppmätta grundläggningsnivå					
1	2015-03-10 14:06:57	2,7	17	0,50	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:06:57	0,6	5	0,18	
3	2015-03-10 14:06:57	2,8	6	0,54	
Högsta uppmätta komfort, dagtid, kl 06 – 22					
1	2015-03-13 14:25:06	2,0	18	0,47	88/206
2	2015-03-13 14:25:06	0,4	5	0,13	
3	2015-03-13 14:25:06	2,1	6	0,55	
Högsta uppmätta komfort, nattetid, kl 22 – 06					
1	2015-03-10 05:29:56	0,5	28	0,15	74/154
2	2015-03-10 05:29:56	0,2	30	0,060	
3	2015-03-10 05:29:56	0,2	15	0,050	

Kurvförlopp och frekvensspektrum för de högsta uppmätta mätvärde avseende grundläggningsnivå och komfort mark se bild 1-4, sida 3.

Tyngsta tåg under mätperioden passerade Utby 3:25, 2015-03-13 ca kl 03:13. Tåget mätte 444 meter och vägde 2684 ton. Denna passage gav en markvibration på 0,41 mm/s 5 Hz samt ett vägt komfort värde på 0,12 mm/s.

Mätdata redovisas utsnitt $\geq 0,15$ mm/s vägd RMS samfiltrerat i tid/ värde diagram, sida 4.

Tabell 2: Mätdata

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
1	2015-03-10 14:06:57	2,7	17	0,50	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:06:57	0,6	5	0,18	
3	2015-03-10 14:06:57	2,8	6	0,54	
1	2015-03-10 14:19:57	1,7	16	0,34	Uppgift saknas
2	2015-03-10 14:19:57	0,3	6	0,090	
3	2015-03-10 14:19:57	2,0	17	0,39	
1	2015-03-11 10:48:40	1,8	11	0,30	Uppgift saknas
2	2015-03-11 10:48:40	0,3	27	0,10	
3	2015-03-11 10:48:40	2,1	7	0,37	
1	2015-03-11 14:23:44	1,5	15	0,34	81/203
2	2015-03-11 14:23:44	0,4	15	0,11	
3	2015-03-11 14:23:44	2,1	16	0,41	
1	2015-03-12 07:39:54	1,9	16	0,35	74/154
2	2015-03-12 07:39:54	0,4	12	0,11	
3	2015-03-12 07:39:54	2,3	7	0,44	
1	2015-03-12 07:49:10	0,7	26	0,16	81/203
2	2015-03-12 07:49:10	0,3	11	0,060	
3	2015-03-12 07:49:10	1,1	6	0,27	
1	2015-03-12 11:50:58	2,3	19	0,39	88/206
2	2015-03-12 11:50:58	0,5	15	0,13	
3	2015-03-12 11:50:58	2,6	5	0,44	
1	2015-03-12 11:56:37	0,7	16	0,17	74/154
2	2015-03-12 11:56:37	0,2	1	0,060	
3	2015-03-12 11:56:37	1,1	9	0,25	
1	2015-03-12 12:50:53	1,0	15	0,21	Uppgift saknas
2	2015-03-12 12:50:53	0,3	17	0,080	
3	2015-03-12 12:50:53	1,4	5	0,29	
1	2015-03-13 14:25:06	2,0	18	0,47	88/206
2	2015-03-13 14:25:06	0,4	5	0,13	
3	2015-03-13 14:25:06	2,1	6	0,55	
1	2015-03-13 14:34:22	2,1	18	0,49	626/713
2	2015-03-13 14:34:22	0,6	15	0,16	
3	2015-03-13 14:34:22	2,2	8	0,54	

Mätdata analyserad av:
Peter Falk

Granskad av:
P-O Bjelkström

Kurvförlopp och frekvensspektrum

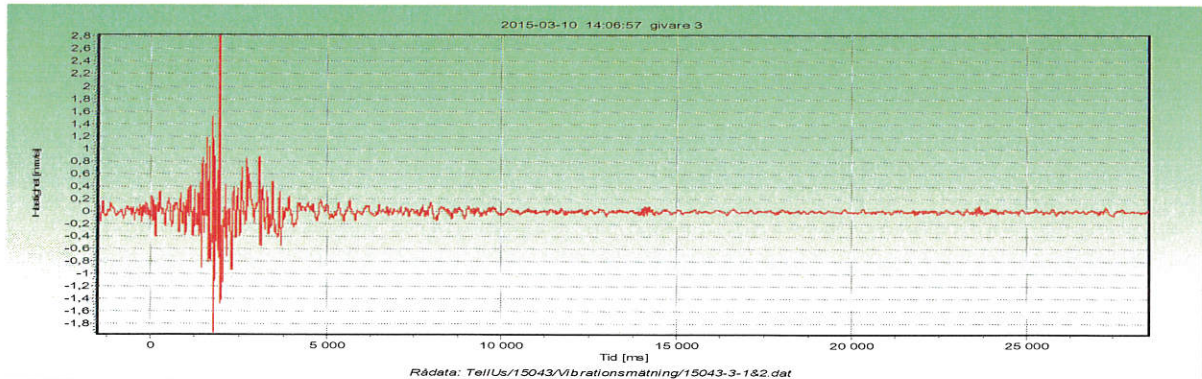


Bild 1. Kurvförlopp högsta mätvärde grundläggningsnivå, vertikalt (givare 3), 2015-03-10 14:06:57

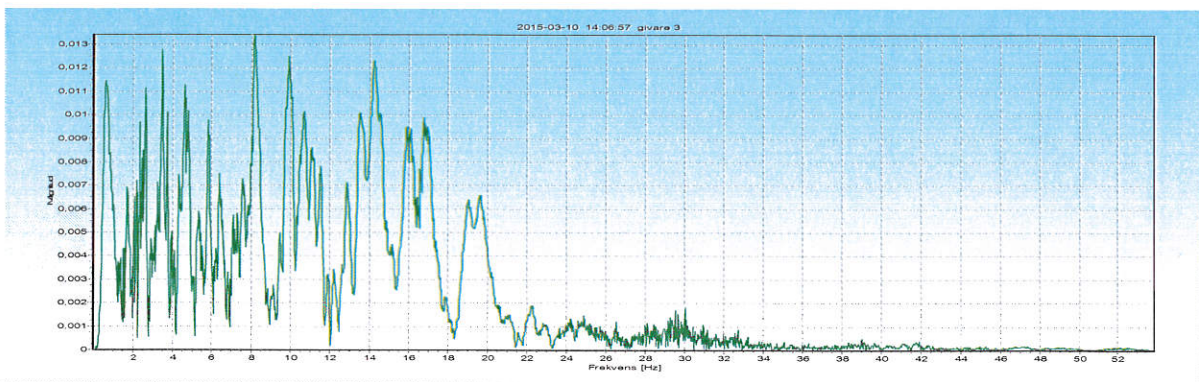


Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1

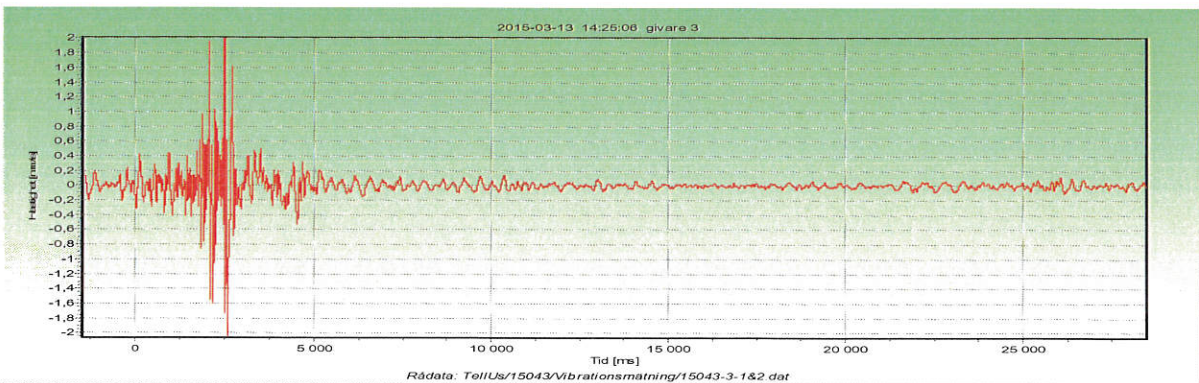


Bild 3. Kurvförlopp högsta uppmätta komfort, vertikalt (givare 3), 2015-03-13 14:25:06

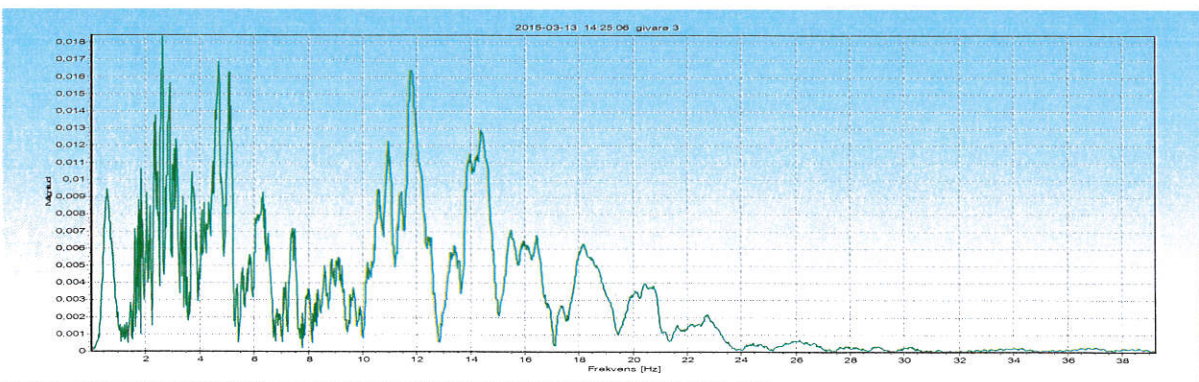
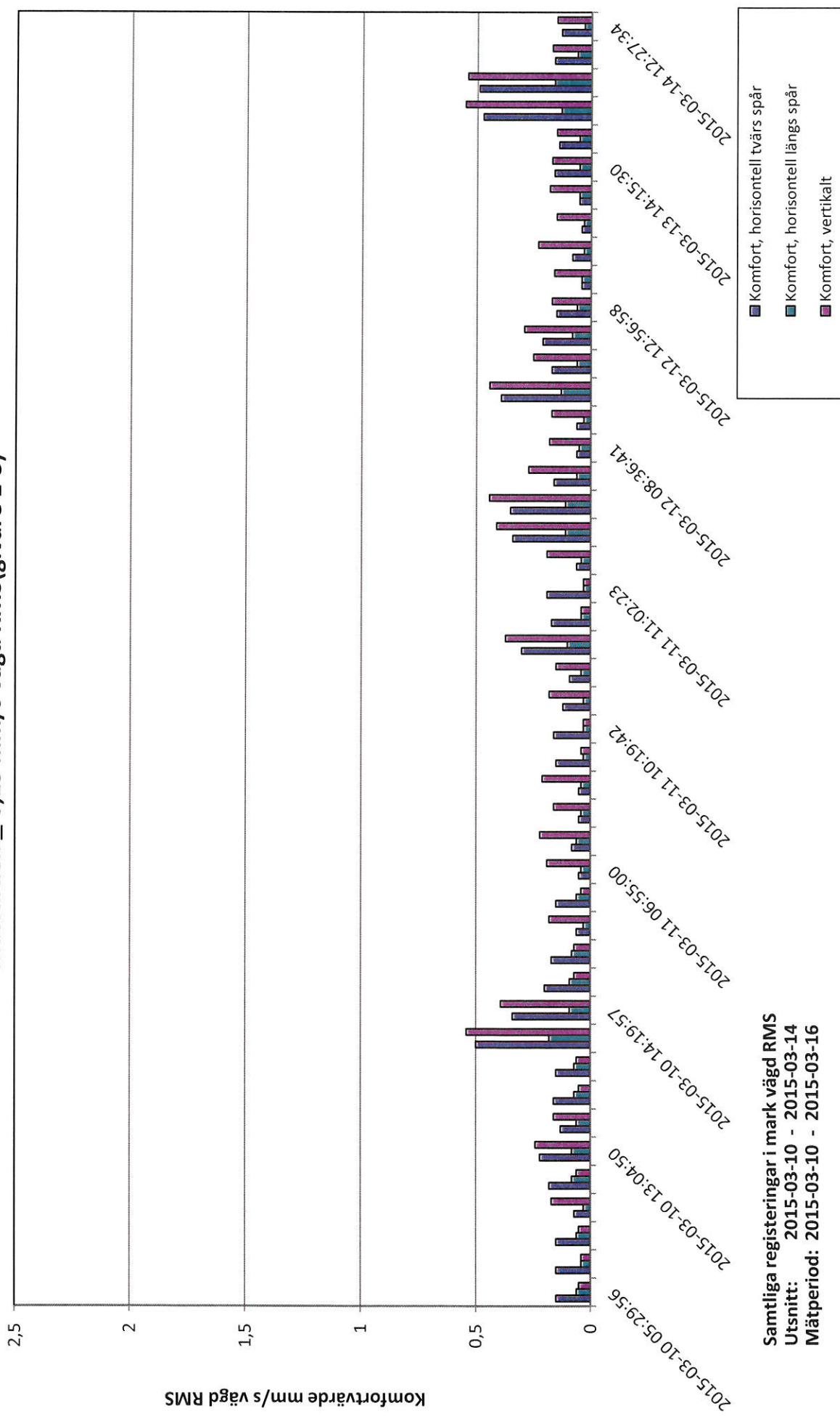


Bild 4. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 3

Mätvärden $\geq 0,15$ mm/s vägd RMS(givare 1-3)



Uppdragsgivare:	Norconsult AB
Kontaktperson:	Andreas Sigfridsson
Projekt:	Utredning av vibrationer inom nybyggnadsområde Änggatan, Ale kommun
Objekt:	MP 4: Utby 3:47, Ale kommun
Instrument/ givare:	Infra Master 765/ V12-10020,10021,10022 & V12-12490,12491,12492
Mätperiod:	2015-03-06 - 2015-03-16
Mätning utförd av:	Peter Falk
Insamlad mätdata:	15973
Mätdata i tabell 2:	27 (Utsnitt $\geq 0,27$ mm/s vägd RMS samt yttre störningar bortredigerade)
Mätplats givare 1:	Mark/ vertikalt
Mätplats givare 2:	Mark/ horisontellt, längs spår
Mätplats givare 3:	Mark/ horisontellt, tvärs spår
Triggnivå givare 1-3:	0,6 mm/s samtrigg
Pretrigg:	1,0 s
Mättid:	30,0 s

Tabell 1: Sammanställning

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
Högsta uppmätta grundläggningsnivå					
1	2015-03-11 10:28:47	1,3 mm/s	4	0,36	74/154
2	2015-03-11 10:28:47	0,4 mm/s	4	0,090	
3	2015-03-11 10:28:47	0,5 mm/s	4	0,13	
Högsta uppmätta komfort, dagtid, kl 06 – 22					
1	2015-03-11 10:28:47	1,3 mm/s	4	0,36	74/154
2	2015-03-11 10:28:47	0,4 mm/s	4	0,090	
3	2015-03-11 10:28:47	0,5 mm/s	4	0,13	
Högsta uppmätta komfort, nattetid, kl 22 – 06					
1	2015-03-10 22:33:32	0,62 mm/s	8	0,17	Uppgift saknas
2	2015-03-10 22:33:32	0,34 mm/s	9	0,11	
3	2015-03-10 22:33:32	0,36 mm/s	8	0,11	

Kurvförlopp och frekvensspektrum för de högsta uppmätta mätvärde avseende grundläggningsnivå och komfort mark se bild 1-2, sida 3.

Tyngsta tåg under mätperioden passerade Utby 3:25, 2015-03-13 ca kl 03:13. Tåget mätte 444 meter och vägde 2684 ton. Denna passage gav en markvibration på 0,28 mm/s registrerat som peakvärde.

Mätdata redovisas utsnitt $\geq 0,17$ mm/s vägd RMS samfiltrerat i tid/ värde diagram, sida 4.

Tabell 2: Mätdata

Givare	Datum Tid	Mätvärde (mm/s)	Frekvens (Hz)	Komfortvärde vägd RMS (mm/s)	Tåglängd/Vikt (m)/(t)
1	2015-03-10 18:17:06	1,0 mm/s	11	0,28	100/233
2	2015-03-10 18:17:06	0,6 mm/s	11	0,16	
3	2015-03-10 18:17:06	0,5 mm/s	12	0,14	
1	2015-03-11 08:47:44	1,3 mm/s	5	0,30	Uppgift saknas
2	2015-03-11 08:47:44	0,3 mm/s	4	0,080	Tjänstetåg
3	2015-03-11 08:47:44	0,5 mm/s	4	0,12	
1	2015-03-11 10:28:47	1,3 mm/s	4	0,36	74/154
2	2015-03-11 10:28:47	0,4 mm/s	4	0,090	
3	2015-03-11 10:28:47	0,5 mm/s	4	0,13	
1	2015-03-12 08:35:42	1,1 mm/s	4	0,28	Uppgift saknas
2	2015-03-12 08:35:42	0,3 mm/s	4	0,070	
3	2015-03-12 08:35:42	0,4 mm/s	5	0,11	
1	2015-03-12 11:56:29	1,3 mm/s	8	0,30	74/154
2	2015-03-12 11:56:29	0,7 mm/s	12	0,16	
3	2015-03-12 11:56:29	0,4 mm/s	12	0,10	
1	2015-03-12 13:08:19	1,2 mm/s	4	0,31	449/514
2	2015-03-12 13:08:19	0,3 mm/s	4	0,10	
3	2015-03-12 13:08:19	0,5 mm/s	5	0,12	
1	2015-03-13 14:06:00	1,2 mm/s	5	0,34	Uppgift saknas
2	2015-03-13 14:06:00	0,2 mm/s	5	0,070	
3	2015-03-13 14:06:00	0,5 mm/s	5	0,14	
1	2015-03-13 14:21:58	0,9 mm/s	5	0,27	81/203
2	2015-03-13 14:21:58	0,3 mm/s	5	0,060	
3	2015-03-13 14:21:58	0,4 mm/s	5	0,11	
1	2015-03-13 14:34:12	1,1 mm/s	8	0,28	626/713
2	2015-03-13 14:34:12	0,6 mm/s	9	0,14	
3	2015-03-13 14:34:12	0,4 mm/s	9	0,11	

Anm. Under perioden 2015-03-09 17:38:00 – 2015-03-10 15:14:00 var givare 2 delvis ur funktion.

Mätdata analyserad av:
Peter Falk

Granskad av:
P-O Bjelkström

Kurvförlopp och frekvensspektrum

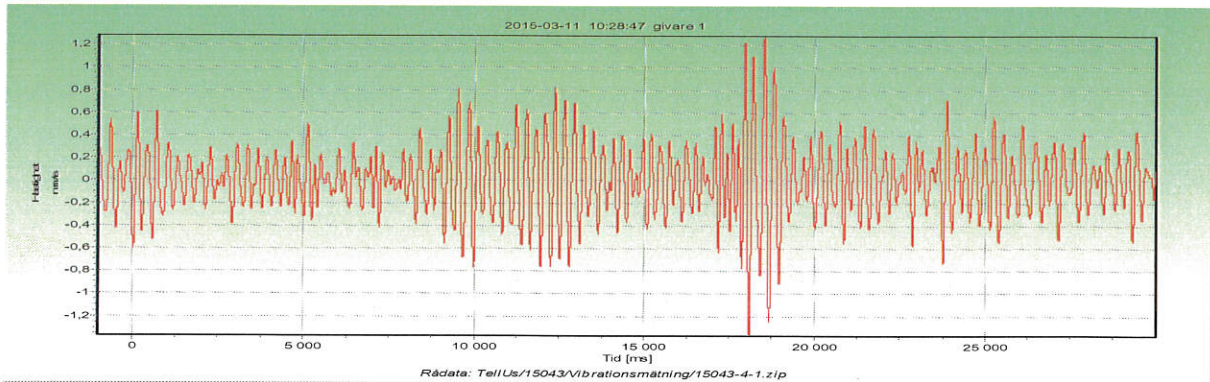


Bild 1. Kurvförlopp högsta uppmätta komfort samt på grundläggningsnivå, vertikalt (givare 1), 2015-03-11 10:28:47

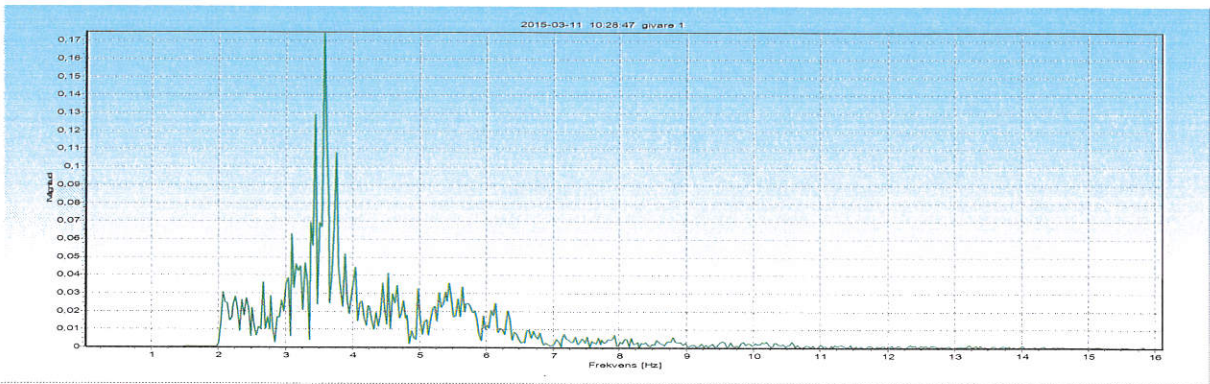


Bild 2. Frekvensspektrum för kurvförlopp bild 1

Mätvärden $\geq 0,17$ mm/s vägd RMS (givare 1-3)

