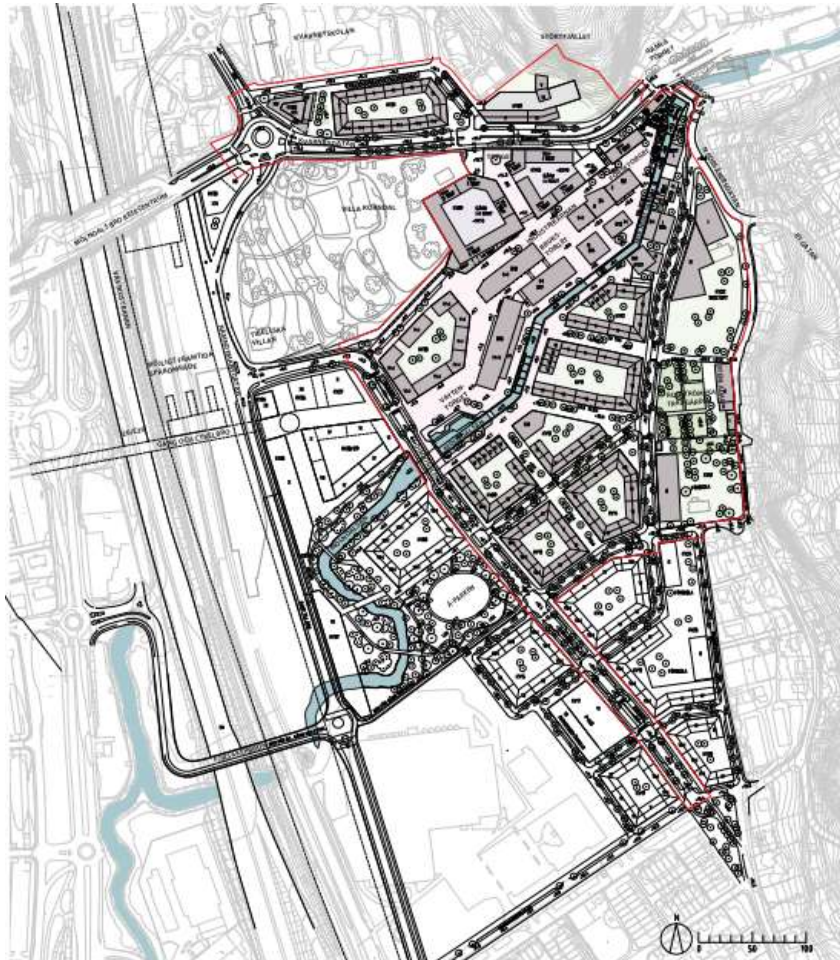


PM Vibrationsutredning Forsåker, Nordöstra delen Mölnåls stad



Göteborg 2021-05-04

Rev.3 2021-12-15

WSP Sverige AB

Olle Goffe

Granskad av Sofia Larsson

WSP Environmental Sverige
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

Om Forsåker

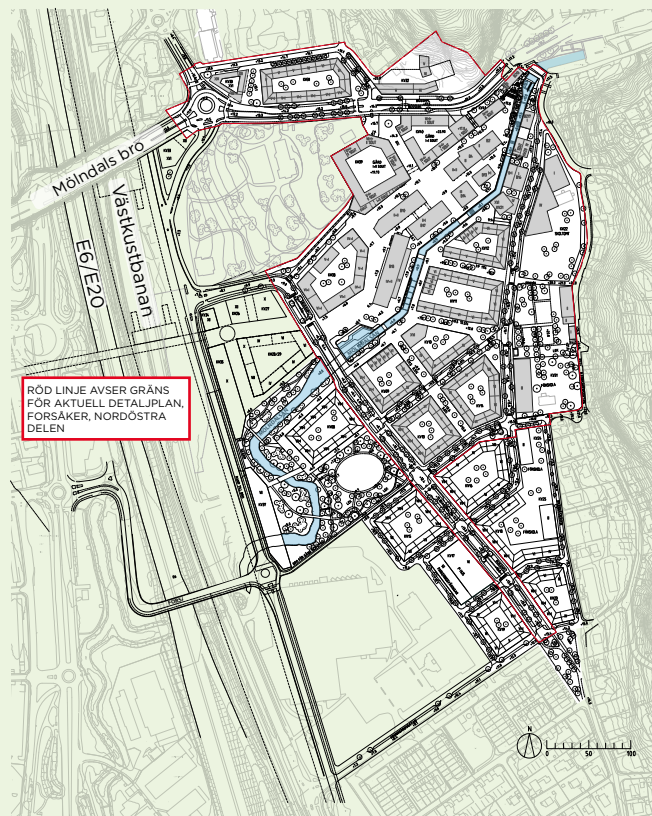
Forsåker har i ett par hundra år varit plats för tillverkningsindustri, framför allt för papper. Sedan tillverkningen upphörde 2006 har området stått tomt med undantag för några uthyrda delar. Platsen för det gamla bruket ska nu bli en ny del av Mölndals stadskärna, men med en egen och unik identitet. Identiteten utgår från de kontrastrika miljöerna utmed forsen där byggnader bevaras. Dessa byggnader kommer utgöra grunden för ett nytt, betydande besöksmål i Västsverige, i enlighet med Forsåkers vision.

Marken köptes 2009 av Mölndals Stad, senare övergick ägandet till det kommunala bolaget Mölndala Fastighets AB. Ett planprogram för hela Forsåkerområdet godkändes av kommunfullmäktige 2016-02-24. Området ska utvecklas etappvis och sommaren 2017 genomfördes samråd för detaljplanen Forsåker, Östra delen. Eftersom järnvägen genom Mölndal var under utredning utelämnades delar av programområdet närmast spåren i planförslaget. Sedan dess har Trafikverkets planering av järnvägslösningarna tagit ny fart och utrymmet som bedöms krävas för spåren har ökat. Studier pågår och i avvaktan på besked kring spårutrymme har staden valt att dela detaljplanen *Forsåker, Östra delen* och gå ut på granskning med ett beskuret planområde som inte riskerar komma i konflikt med framtida spår och som inte kräver en ny bro över motorvägen och järnvägen – se figur. Det beskurna planområdet som utgör den nu aktuella detaljplanen *Forsåker, Nordöstra delen*, omfattar ca 15,5 hektar av planprogrammets total på ca 26 hektar. Resterande delar av området hanteras i kommande detaljplan/planer.

I Forsåker ska en modern och tät stadsdel med klassisk kvartersstruktur samt flera torg och parker växa fram. Området ska innehålla många olika funktioner för att bli en levande stadsdel; bostäder, kontor, närservice, skola, förskolor och kultur. Hela Forsåker kan komma att rymma upp till ca 3 000 bostäder och ca 5 000 arbetsplatser när det är fullt utbyggt. Den nu aktuella detaljplanen *Forsåker, Nordöstra delen*, rymmer ca 1 900 bostäder och ca 60 000 kvm bruttoarea (BTA) för verksamheter.

Ny bebyggelse varierar i form, höjd och gestaltning, och de bevarade kulturhistoriska byggnaderna bidrar till mixen när de restaureras och fylls med nya verksamheter. Målbilden för stadsdelens bebyggelsestruktur, karaktär och gestaltning beskrivs utförligt i ett separat kvalitetsprogram. Programmet syftar till att hålla ihop visionen och stadsbyggnadsidén då Forsåker kommer utvecklas under lång tid och delas upp i flera detaljplaner och utbyggnadsetapper.

I det aktuella planförslaget redovisas, sammanhängande gatunät. Huvudstråken utgörs av Kvarnbygatan, som knyter ihop Forsåker med Mölndals innerstad och kulturhistoriska Kvarnbyn,



Översiktskarta som visar Forsåker, Östra delen och vad som ingår i det nu aktuella planområdet, Forsåker, Nordöstra delen.

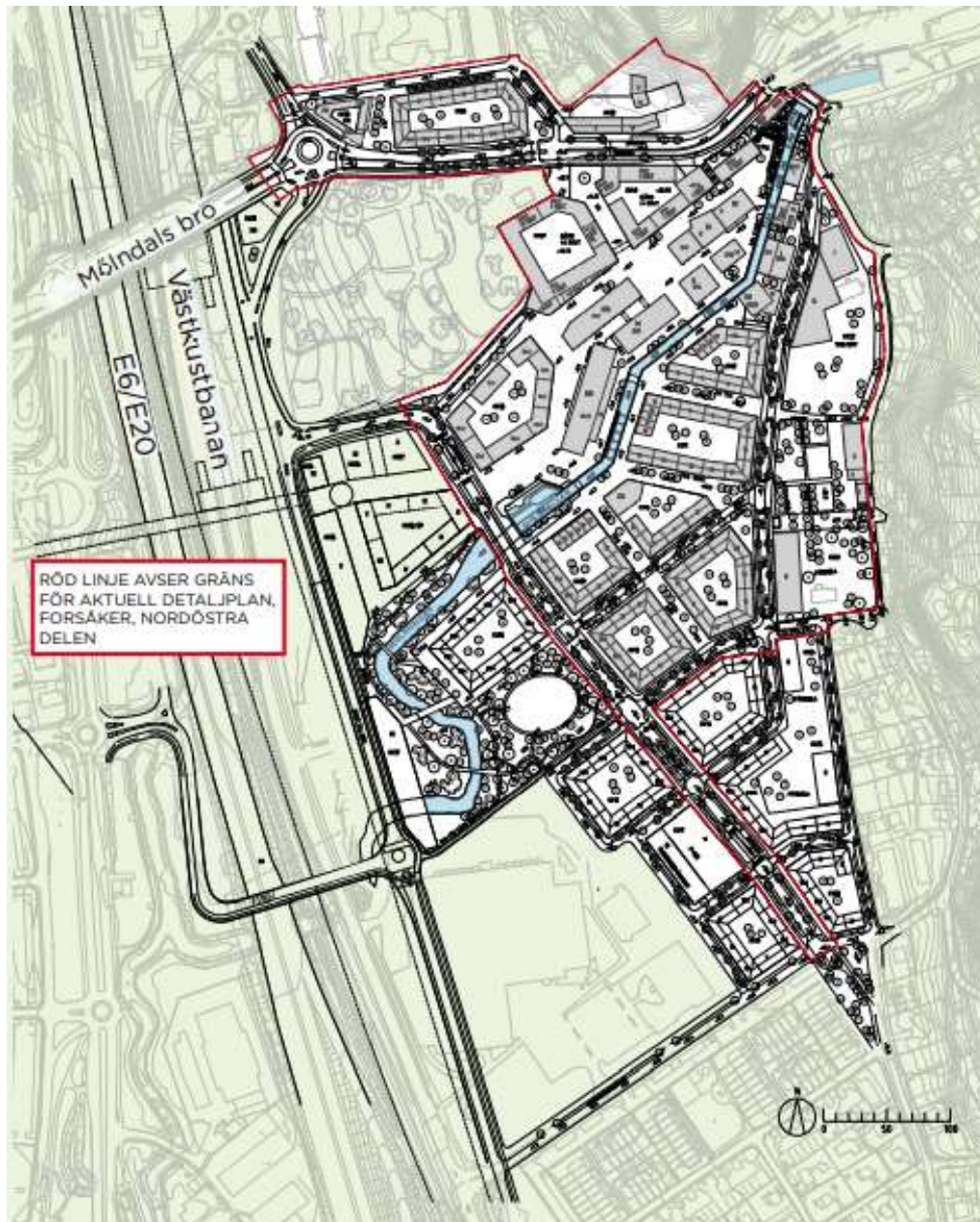
samt "Diagonalen" som kopplar Forsåker mot Kronogårdsgatan i söder och mot Nämndemansgatan i nordväst. De topografiska förutsättningarna är bitvis dramatiska med stora höjdskillnader. Mölndalsån rinner genom området i sydvästlig riktning och kommer lyftas upp ur dagens kulvertar för att göras tillgänglig för Mölndalsborna och besökare i den nya stadsdelen.

Forsåkers strategiska läge invid motorvägen och järnvägen innebär också exponering för buller och luftföroreningar. Närheten till dessa leder medför även risker kopplat till farligt gods och mekanisk skada vid urspärning. Dessa förutsättningar har satt sina spår i hur strukturen byggts upp.

Befintliga naturvärden finns främst kopplat till ån och dess strandvegetation, några alléer, en fruktträdgård samt "Industrikärnan" med sina befintliga industribyggnader. På grund av den tidigare industrin finns dock markföroreningar som kommer behöva hanteras. Likaså finns geotekniska förutsättningar som gör att Mölndalsåns slänter behövs stabiliseras genom avschaktningar. Ambitionen är att kompensera naturvärden som inte kan bevaras. Forsåker planeras med en grönstruktur som bl a bygger på trädplanterade gator och grön dagvattenhantering i så kallade gröna gränder som kopplar samman de två parkerna och Mölndalsån.

Bakgrund och syfte

I förslag till detaljplan för Forsåker, Nordöstra delen i Mölndals stad har WSP Environmental utfört vibrationsmätningar åt Mölndala Fastighets AB. Mätningarna redovisas i PM "FORSÅKER, vibrationsmätningar från tågtrafik utmed Västkustbanan i Mölndals Kommun" daterad 2013-11-18 reviderad 2013-11-28. Detta PM är ett underlag för det minskade planområdet för Forsåker Nordöstra delen vilket visas i planområdeskartan nedan.



Planområdeskarta. Översiktskarta som visar Forsåker, Östra delen och vad som ingår i det nu aktuella planområdet, Forsåker, Nordöstra delen.

I yttrande 2017-06-28 Diarienummer 402-14964-2017 anger Länsstyrelsen att ett scenario med en utbyggd Götalandsbana behöver belysas samt att förtydligande behöver göras rörande komfortvibrationer över 0,4 mm/s RMS. Vidare önskas redovisning av vibrationspåverkan från busstrafik och tung trafik.

Trafikverket anger i sitt yttrande gällande detaljplan för Forsåker, TRV 2017/45679 att kartläggning av vibrationsutbredningen saknas samt att analys av frekvenser och förstärkningsfaktorer utifrån föreslagen bebyggelse saknas i ovan nämnda PM. Vidare anger Trafikverket att Götalandsbanans framtida utbyggnad behöver beaktas. Trafikverket anser att vibrationsnivån 0,4 mm/s vägd RMS skall föras in som störningsskydd i plankartan. Syftet med denna utredning är att visa på hur nära störande infrastruktur bostadsbyggnader kan uppföras i det minskade planområdet för Forsåker, det aktuella exploateringsområdet. Denna utredning är ett tillägg, sammanfattning av tidigare vibrationsutredning PM "FORSÅKER, vibrationsmätningar från tågtrafik utmed Västkustbanan i Mölndals Kommun" vilken redovisas i bilaga 1 i detta PM.

Sammanfattning

Den nya strukturplanen för "Forsåker, Nordöstra delen" har minskats i omfattning mot tidigare förslag. Tidigare utbyggnadsförslag i söder och väster har exkluderats. Detta har gjorts för att Trafikverket spårutbredning för den kommande Götalandsbanan inte fastställs.

Mätresultaten och predikteringarna visar att tung vägtrafik på Kvarnbygatan och Nämndemansgatan inte kommer att ge komfortstörande vibrationer över 0,4 mm/s RMS om byggnaderna placeras på avstånd större än 15 m från vägbanan och grundläggning och bjälklagstyp väljs enligt tabell 3 under rubriken "Förväntad omgivningspåverkan" nedan. Vi bedömer att likartade förhållanden gäller för kommande väg "Diagonalen" som kommer att gå igenom exploateringsområdet. Detta förutsätter dock att inga fartdämpande gupp anläggs och att hastigheten inte överskrider 40 km/h.

Vad gäller tågtrafikens påverkan har närmsta bostadsfastighet i det nya planförslaget flyttats 100 m längre bort från befintlig järnväg i jämförelse med tidigare förslag. I konstruktionsskedet av kommande bebyggelse är det viktigt att välja rätt grundläggning och bjälklag för att undvika komfortstörningar i kommande byggnader. I tabell 5 under rubrik "Förväntad omgivningspåverkan" nedan ges exempel på olika grundläggningstyper och bjälklag. Avstånden gäller 90 graders vinkel ut från spårmittpunkt. Väg E6 är helt underordnad järnvägstrafiken ur vibrationsstörningssynpunkt och behandlas därför inte vidare i denna rapport.

Dominerande frekvenser för vibrationssignalerna varierar mellan 3,5 och 5,6 Hz varför konstruktionsdelar i kommande byggnader bör ha en resonansfrekvens som inte ligger i denna härad.

Utförande

För att förtydliga tidigare PM rörande vibrationer från tågtrafik utmed Västkustbanan har kompletterande mätningar utförts i syfte att bedöma hur förslag på Götalandsbanans utbyggnad påverkar exploateringsområdet samt vilka dominerande frekvenser som vibrationerna har vid dagens trafikering av Västkustbanan. Vidare har trafikvibrationer med tung trafik registrerats i en mät punkt vid Kvarnbygatan. Mätresultaten som redovisats i tidigare PM har kompletterats med nya mät punkter och sammanställts i denna kompletterande PM. Mätningen har utförts i tre mätriktningar där svängningshastighetens vertikala komponent samt dess horisontella komponenter mäts upp i mark inom exploateringsområdet. En mät punkt har placerats utanför exploateringsområdet i syfte att dokumentera markvibrationen 18 m från Västkustbanan.

Förutsättningar

Vi förutsätter att trafiksituationen (tåghastighet samt tågvikter) samt spårstandard och spårunderbyggnad för kommande Götalandsbanan kommer att vara likvärdig med den som vid mättillfället förekom på Västkustbanan. Då markvibrationen går över i en byggnads grund får vi en energiförlust. Kvarvarande vibration i byggnads grund får en något lägre amplitud än den i marken. Då vibrationen fortsätter från grunden upp i byggnaden och ut i byggnadskonstruktionen, t.ex ut i bjälklagen kan istället en förhöjd vibrationsnivå uppkomma, bl.a. beroende på resonanseffekter och bjälklagets egenfrekvens (vid dessa frekvenser/svängningar krävs liten energi för att få en kraftigt förhöjd vibrationsamplitud). Vi har tillämpat vanligt förekommande tumregler vad avser överföringsfaktorer mellan mark och husgrund samt förstärkningsfaktorer för olika bjälklagstyper. Det är av stor vikt att man vid kommande byggnation anpassar byggnaderna så att enskilda byggnadselement inte har en egensvängningsfrekvens som överensstämmer med den uppmätta dominerande frekvensen i signalerna från väg och tågtrafiken. Vidare har samtliga mätpunkter utom trafikmätpunkten på Kvarnbygatan sammanställts till en mätlinje 90 grader ut från Västkustbanan. För komfortvibrationens avklingning (dämpning) med ökande avstånd från järnvägen har en regressionsanalys (en slags medelvärdesbildning för att beskriva avklingningen med ökat avstånd från källan) utförts. I denna ingår den högsta svängningshastigheten som uppmätts i varje enskild mätpunkt. Detta har utförts för att undvika ev. variationer i infästningen i mark m.m. hos enskild givare i de olika mätpunkterna. På detta sätt säkerställs att en mer realistisk bild fås över vibrationsspridningen in i aktuellt exploateringsområde.

Mätresultat

Mätningen har kompletterats med 2 mätpunkter för att förtydliga och ge svar på de synpunkter som framkommit i yttranden från Länsstyrelsen och Trafikverket. Valet av mätpunkt 1 har gjorts så att vibrationsnivån från kommande Götalandsbanan har kunnat simuleras. Vidare har mätning av vägtrafikens påverkan utförts i mätpunkt 2 vid Kvarnbygatan.

Mätpunktslägen för tidigare utförd vibrationsmätning redovisas i PM "FORSÅKER, vibrationsmätningar från tågtrafik utmed Västkustbanan i Mölndals Kommun" daterad 2013-11-18 reviderad 2013-11-28, samt i utdrag ur samma rapport i bild 2 och 3 nedan.

Kompletterande mätpunkter redovisas i bild 1 och bild 4 nedan.

Vibrationer från vägtrafiken har registrerats 15 m från Kvarnbygatan, se bild 1 nedan



Bild 1. Trafikmätningpunkt 15 m från Kvarnbygatan. Röd cirkel fylld med blå färg motsvarar mätpunkt MP1 i vägtrafikmätningen

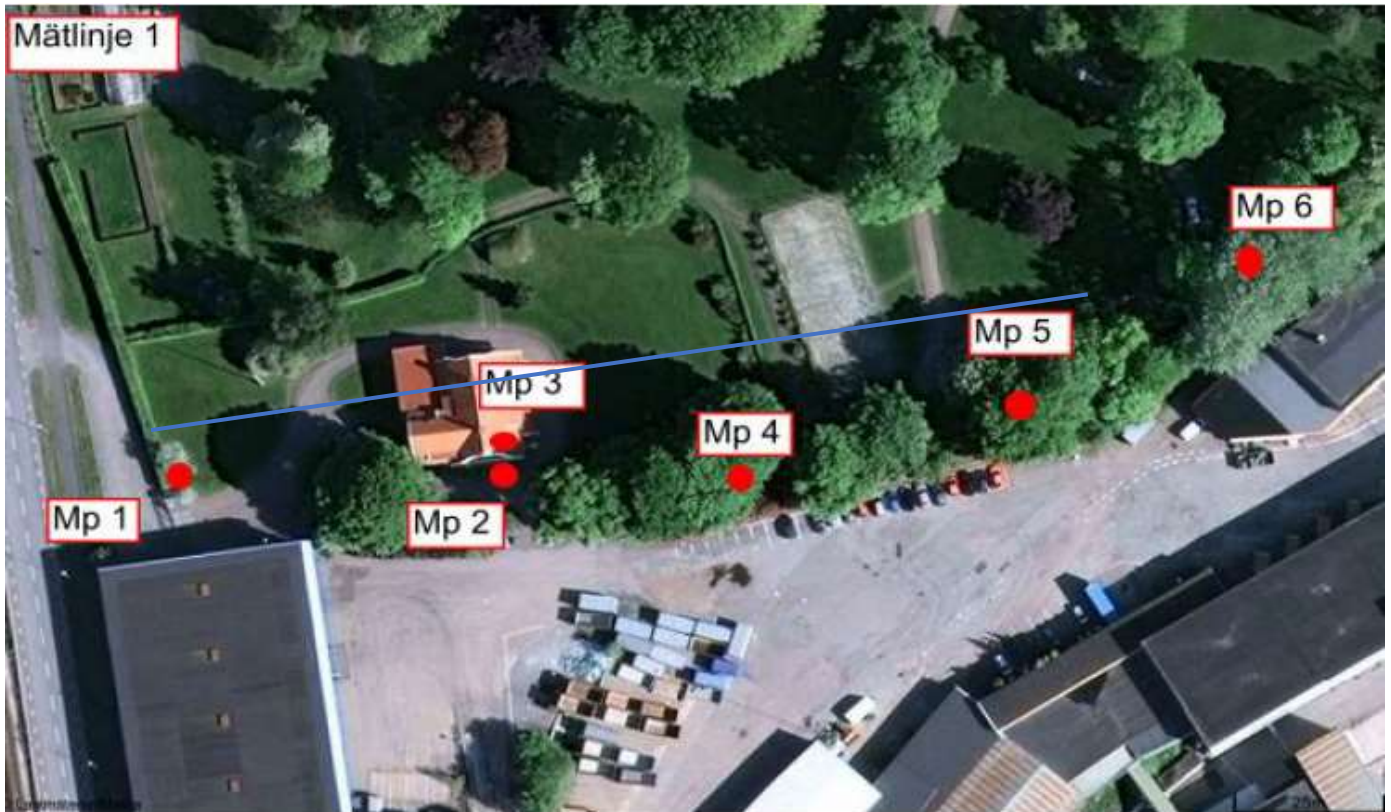


Bild 2. Mätlinje 1. Blå linje motsvarar fiktiv mätlinje 1 runt vilken mätpunkterna MP1 – MP6 finns orienterade

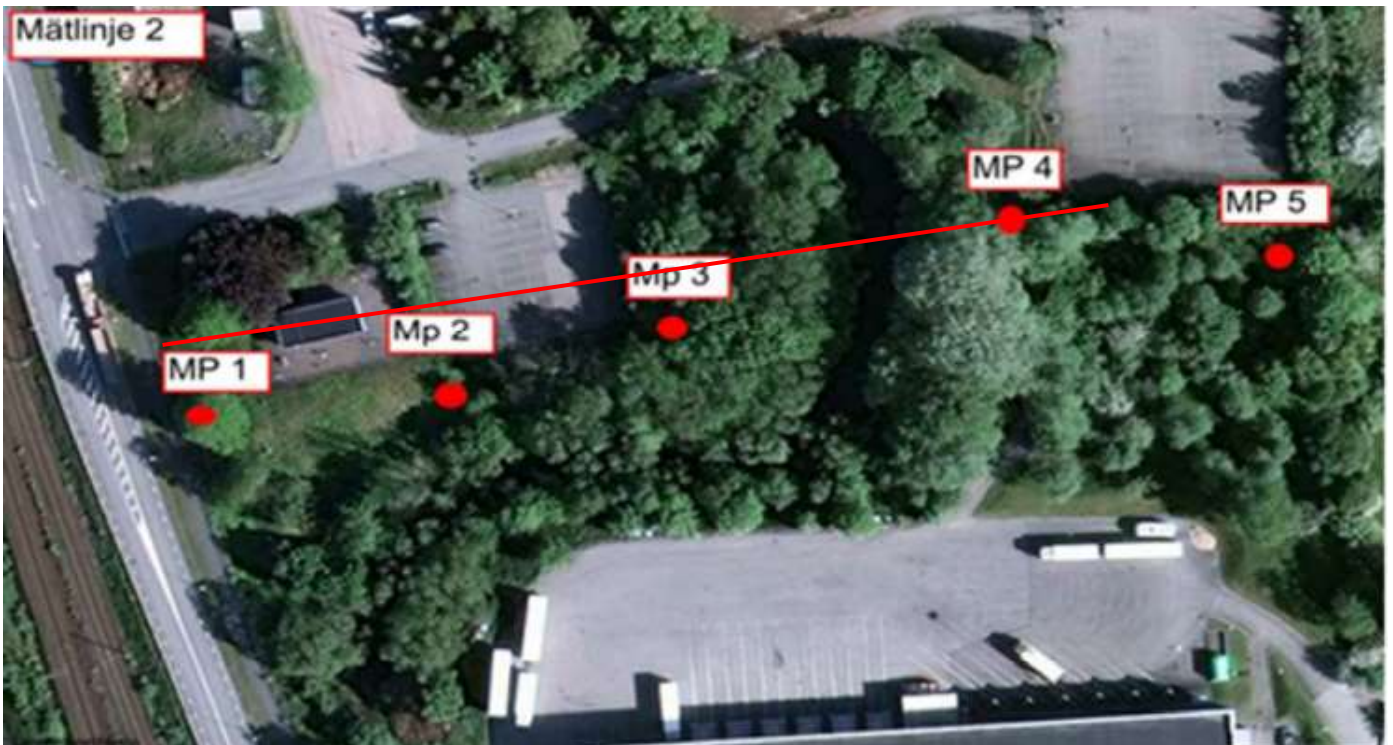


Bild 3. Mätlinje 2 Röd linje motsvarar fiktiv mätlinje 2 runt vilken mätpunkterna MP1 – MP5 finns orienterade



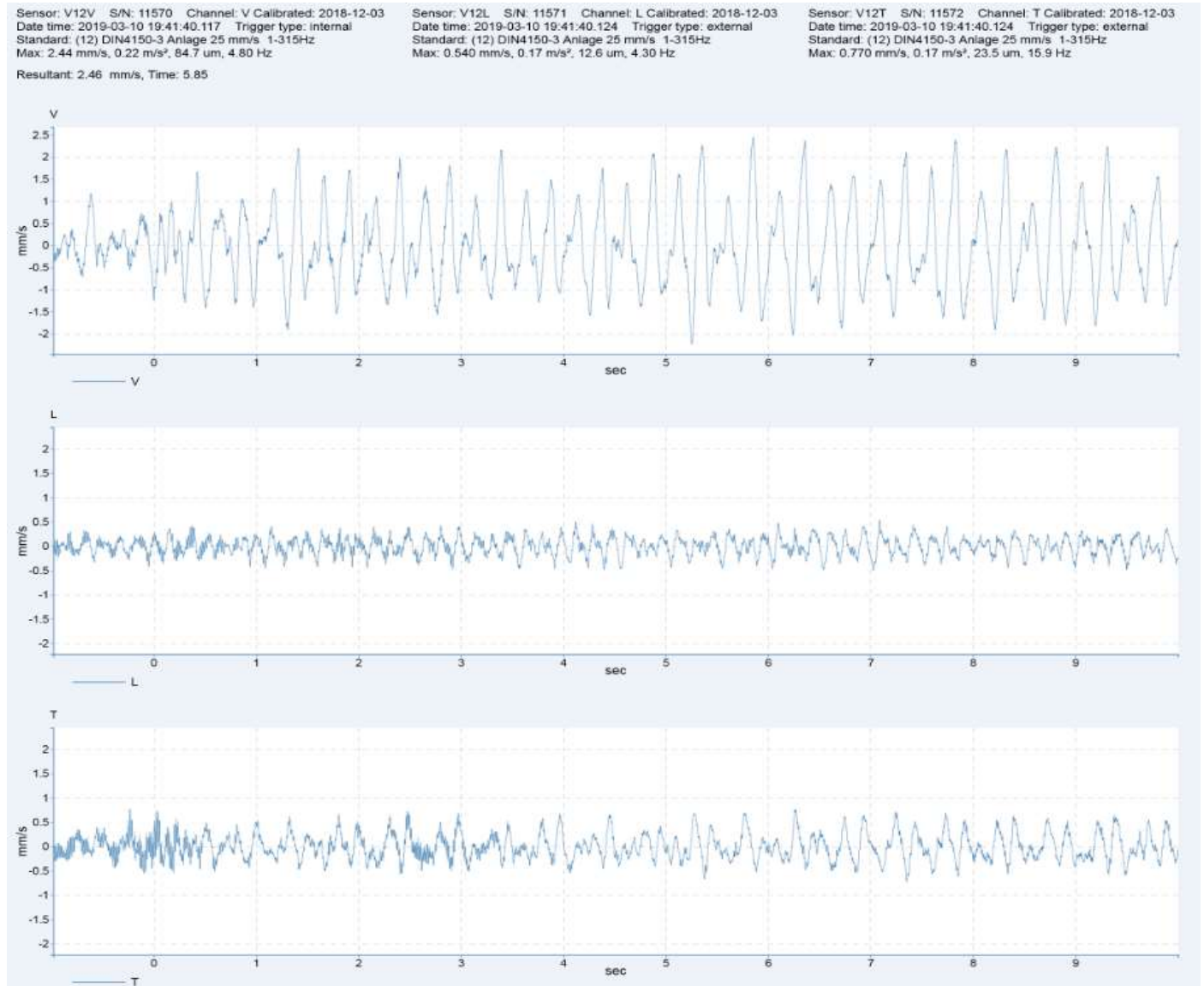
Bild 4. Mät punkt belägen ca 18 m från Väst kustbanans spår mitt.

Analys av mätdata

I nedanstående diagram 1 redovisas en typisk godstågspassage. Svängningshastigheten uttryckt i mm/s "peak" för en ovägd tidssignal, MP1 18 m från Väst kustbanan, se bild 4. Tidssignalen redovisar svängningshastighetens amplitudvariationer per tidsenhet.

I diagram 1 nedan redovisas tidssignal för en tågpassage för de olika mätriktningarna vertikal, horisontell parallell Väst kustbanan respektive horisontell mätriktning tvärs Väst kustbanan. Den vertikala svängningsriktningen är helt dominant.

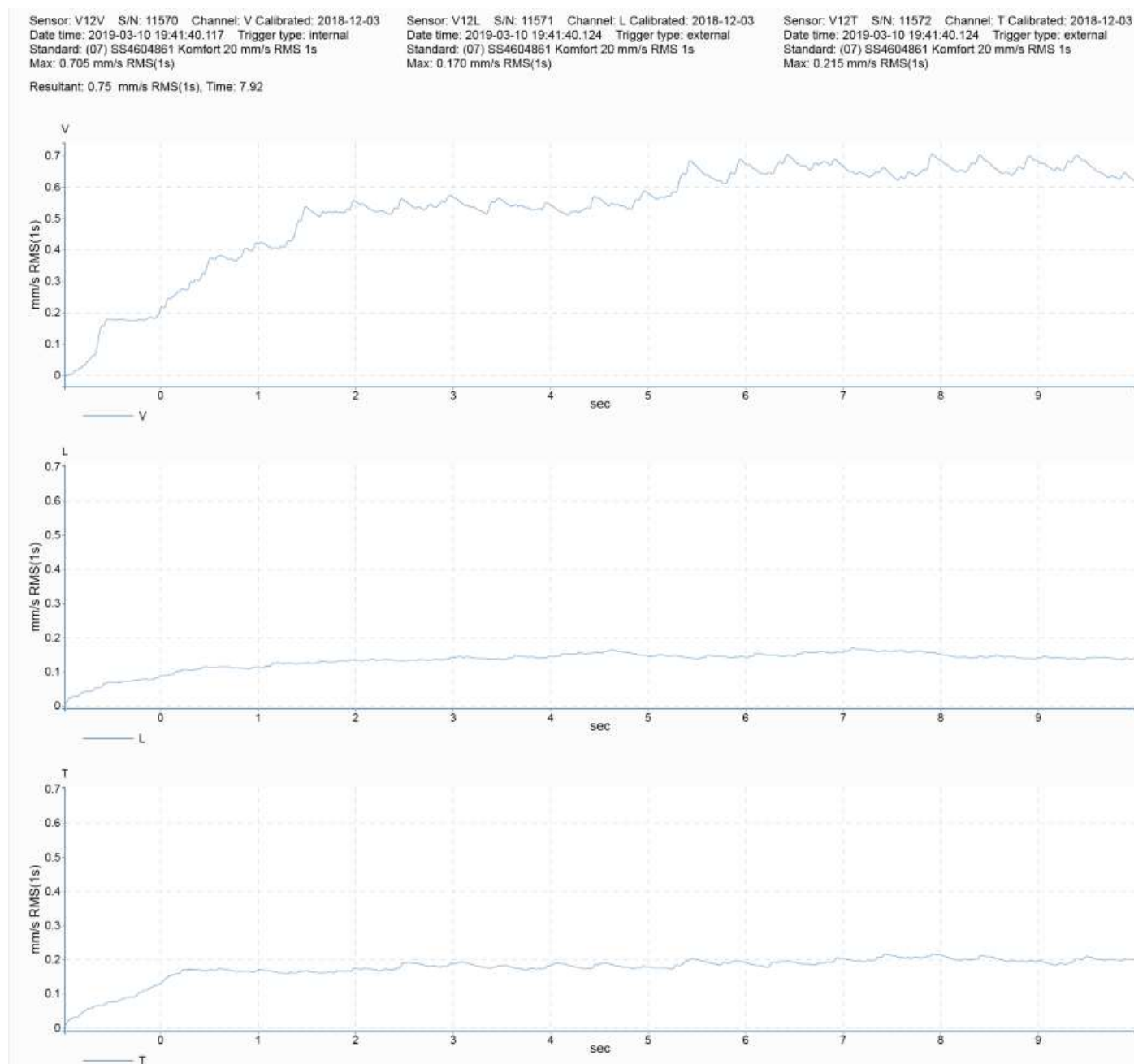
Diagram 1. Tidssignalen för svängningshastighet för en godstågspassage på Väst kustbanan i riktning mot Göteborg



V=vertikal mätriktning och L= horisontell mätriktning parallell Väst kustbanan och T = horisontell mätriktning tvärs Väst kustbanan

I nedanstående diagram 2 redovisas motsvarande tidssignal som komfortvägd svängningshastighet uttryckt i mm/s vägd RMS med integrationstid 1 s. Varaktigheten över 0,4 mm/s RMS är över 10,5 sekunder. Som framgår av diagrammet ligger maximalt uppmätt komfortvibrationsnivå på 0,7 mm/s RMS, vertikal mätriktning. Dominansen av den vertikala mätriktningen framträder tydligt.

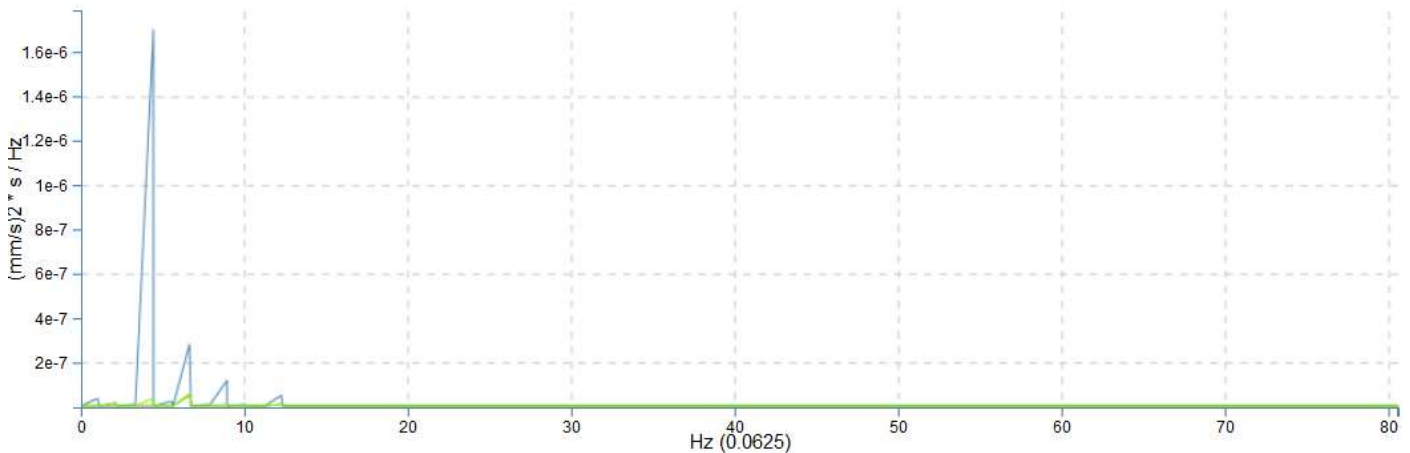
Diagram 2. Tidssignalen för komfortvibration för ovanstående tågpassage för respektive mätriktning



V=vertikal mätriktning och L= horisontell mätriktning parallell Västkostbanan och T = horisontell mätriktning tvärs Västkostbanan

Den dominerande frekvensen för den vertikala tidssignalen i diagram 1 redovisas i diagram 3 nedan. Som framgår av diagrammet ligger dominerande frekvens i vertikal mätriktning på 4,5 Hz. Variationer förekommer inom området 3,5 - 5,6 Hz för uppmätta tågpassager.

Diagram 3. Dominerande frekvenser för respektive mätriktning av tidssignalerna i diagram 1



Blå=vertikal mätriktning och grön = horisontell mätriktning parallell Väst kustbanan och orange = horisontell mätriktning tvärs Väst kustbanan

Diagram 3. Dominerande frekvenser för respektive mätriktning av tidssignalerna i diagram 1

Vägtrafikvibrationer

Vägtrafikvibrationer från tung trafik ger normalt lägre vibrationer än den från tyngre tågtrafik. Vibrationsresponsen från vägtrafik har uppmätts vid Kvarnbygatan, se mätpunkt "Trafikvibrationsmätpunkt" i bild 1 ovan.

På liknande sätt som för tågtrafiken beskrivs vibrationsresponsen för trafiken på Kvarnbygatan.

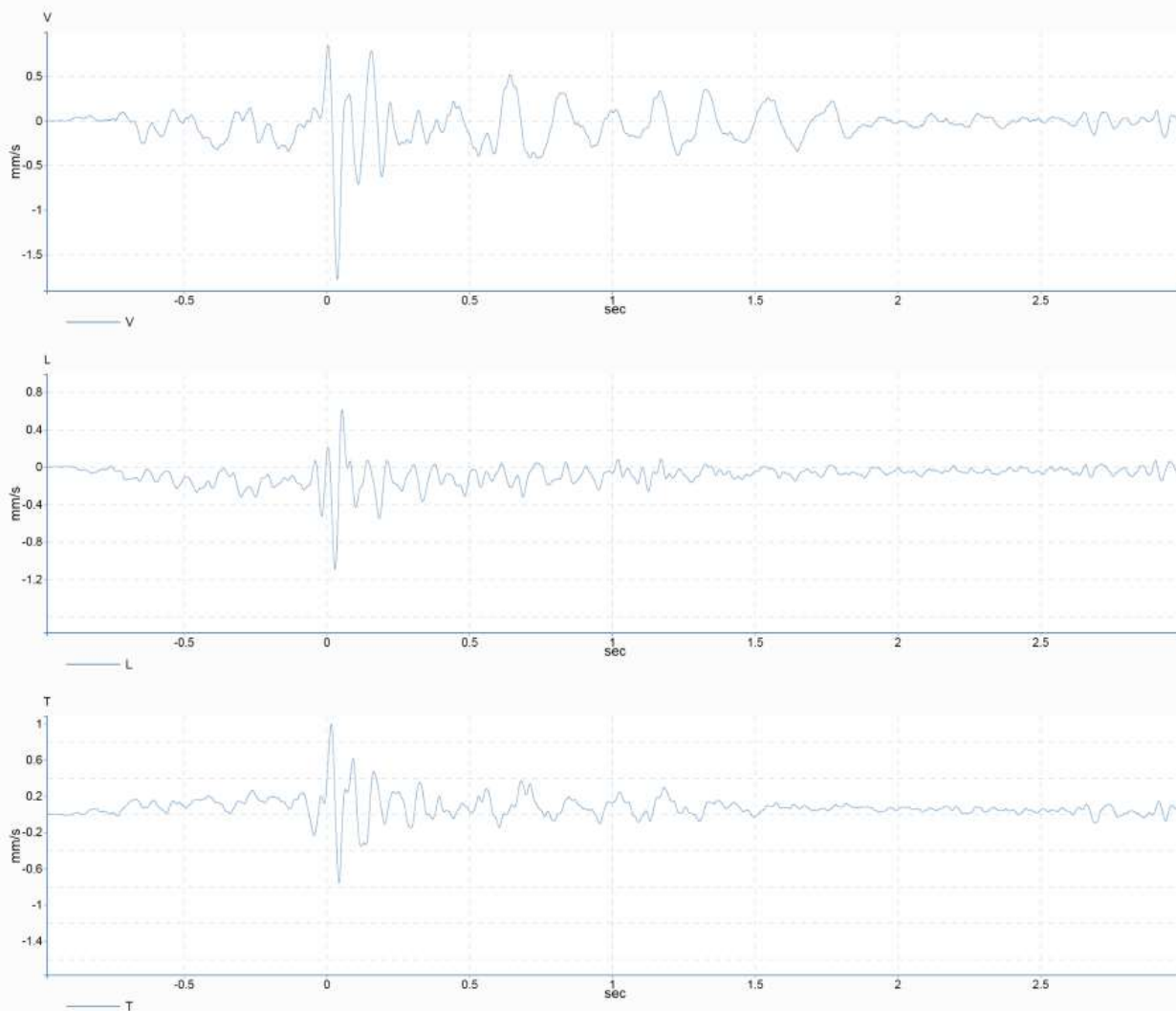
I diagram 4 nedan redovisas maximalt uppmätt svängningshastighet i MP1, bild 1 ovan, från vägtrafik. Diagrammet visar responsen i marken vid en lastbils passage på Kvarnbygatan i riktning från Mölndalsbron. I diagrammet visas ovägd tidssignal. Som framgår av diagrammet är även här svängningshastigheten för den vertikala mätriktningen dominant.

Sensor: V12V S/N: 11550 Channel: V Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.932 Trigger type: internal
Standard: (12) DIN4150-3 Anlag 25 mm/s 1-315Hz
Max: 1.77 mm/s, 0.13 m/s², 35.9 µm, 12.7 Hz

Sensor: V12L S/N: 11551 Channel: L Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.939 Trigger type: external
Standard: (12) DIN4150-3 Anlag 25 mm/s 1-315Hz
Max: 1.09 mm/s, 0.11 m/s², 45.2 µm, 15.5 Hz

Sensor: V12T S/N: 11552 Channel: T Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.939 Trigger type: external
Standard: (12) DIN4150-3 Anlag 25 mm/s 1-315Hz
Max: 0.995 mm/s, 0.10 m/s², 37.5 µm, 8.17 Hz

Resultant: 1.99 mm/s, Time: 0.037



V=vertikal mätriktning och L= horisontell mätriktning parallell Kvarnbygatan och T = horisontell mätriktning tvärs Kvarnbygatan

Diagram 4, MP1 tidssignal från lastbilspassage på kvarnbygatan

I signalen i diagram 4 kan man tydligt se en distinkt förhöjning av amplituden till ett max som sedan klingar av efter ca 1,7 sekunder. Anledningen torde vara den ojämnhet i vägbeläggningen, ett hål i asfalten, som var belägen i det södra körfältet.

I diagram 5 redovisas den komfortvägda tidssignalen för motsvarande lastbilspassage i mm/s RMS med integrationstiden 1 s.

Sensor: V12V S/N: 11550 Channel: V Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.932 Trigger type: internal
Standard: (07) SS4604861 Komfort 20 mm/s RMS 1s
Max: 0.260 mm/s RMS(1s)

Sensor: V12L S/N: 11551 Channel: L Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.939 Trigger type: external
Standard: (07) SS4604861 Komfort 20 mm/s RMS 1s
Max: 0.150 mm/s RMS(1s)

Sensor: V12T S/N: 11552 Channel: T Calibrated: 2018-09-18
Date time: 2019-03-11 13:18:41.939 Trigger type: external
Standard: (07) SS4604861 Komfort 20 mm/s RMS 1s
Max: 0.170 mm/s RMS(1s)

Resultat: 0.34 mm/s RMS(1s), Time: 0.21

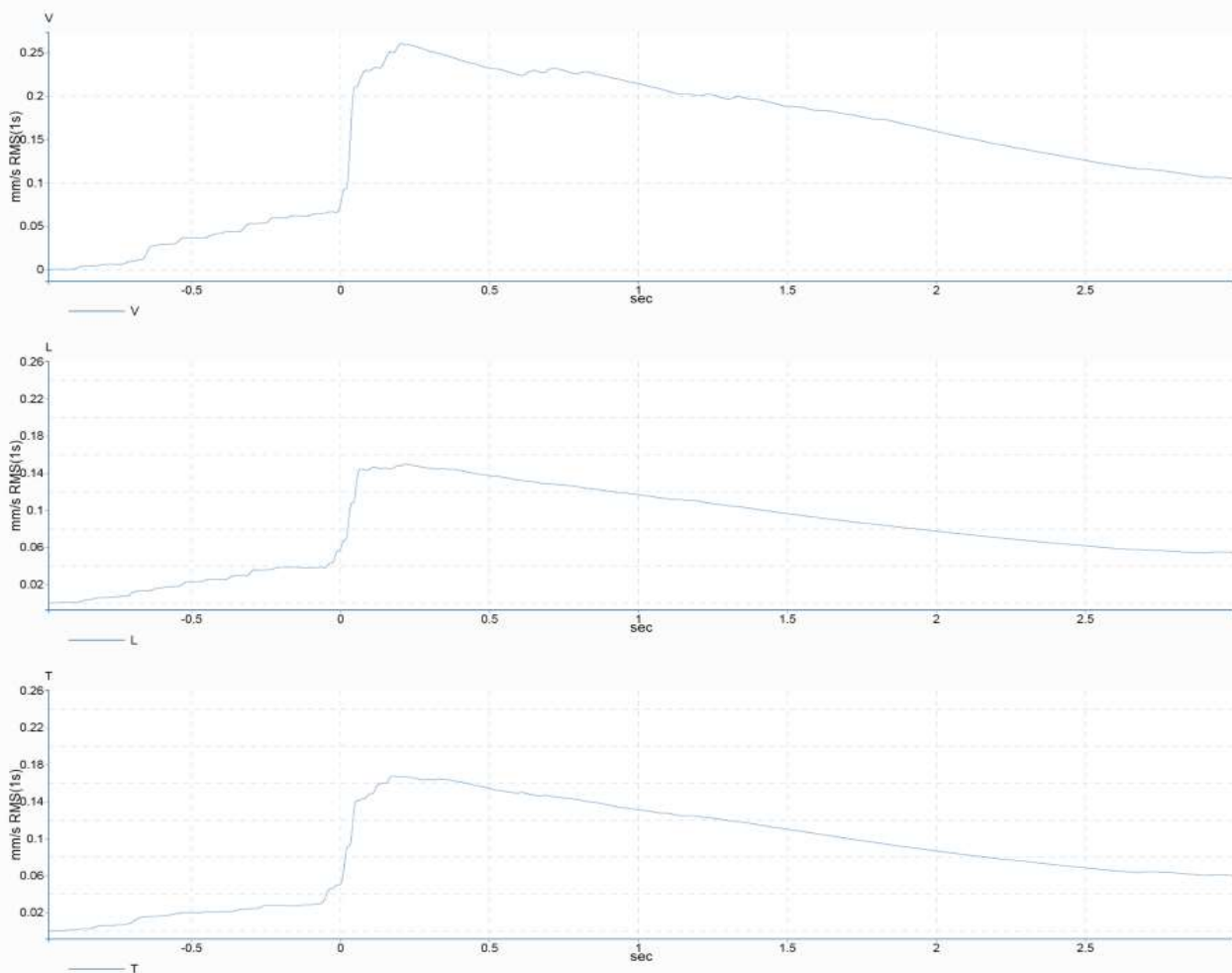


Diagram 5. Komfortvägning av ovanstående tidssignaler från lastbilspassage på Kvarnbygatan

Maximalt uppmätt svängningshastighet under mätperioden var 0,26 mm/s rms.

Dominerande frekvens för lastbilspassagen redovisas i diagram 6 nedan.

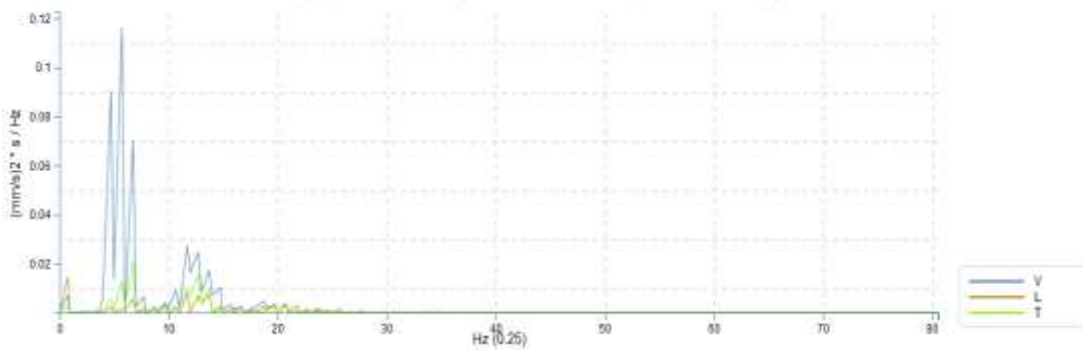


Diagram 6. Frekvensspektra från ovanstående tidssignaler från lastbilspassage

Som framgår av diagrammet ligger dominerande frekvens på 4,5 och 5,6 Hz vilket samstämmer väl med de frekvenser som var dominerande för tågtrafiken.

Vägtrafikvibrationer från Nämndemansgatan uppvisar nivåer som ligger under de som uppmätts på Kvarnbygatan och då tågtrafiken helt dominerar vibrationsutbredningen utreds inte trafikvibrationerna från Nämndemansgatan vidare.

Vi kan konstatera att ingen vägtrafikspassage gett vibrationsnivåer över 0,4 mm/s RMS.

Vibrationsutbredning

I nedanstående diagram har maximalt uppmätt markvibration sammanställts från tidigare mätningar och plottats mot ökande avstånd från Västkustbanan.

Mätresultaten från mätlinje 1 och 2 visar liknande trend för avklingningen av svängningshastigheten.

I diagram 7 nedan har data från mätlinje 1 och mätlinje 2 använts för att visualisera tåg vibrationens avklingning med ökande avstånd från spårmittern i aktuella exploateringsområdet.

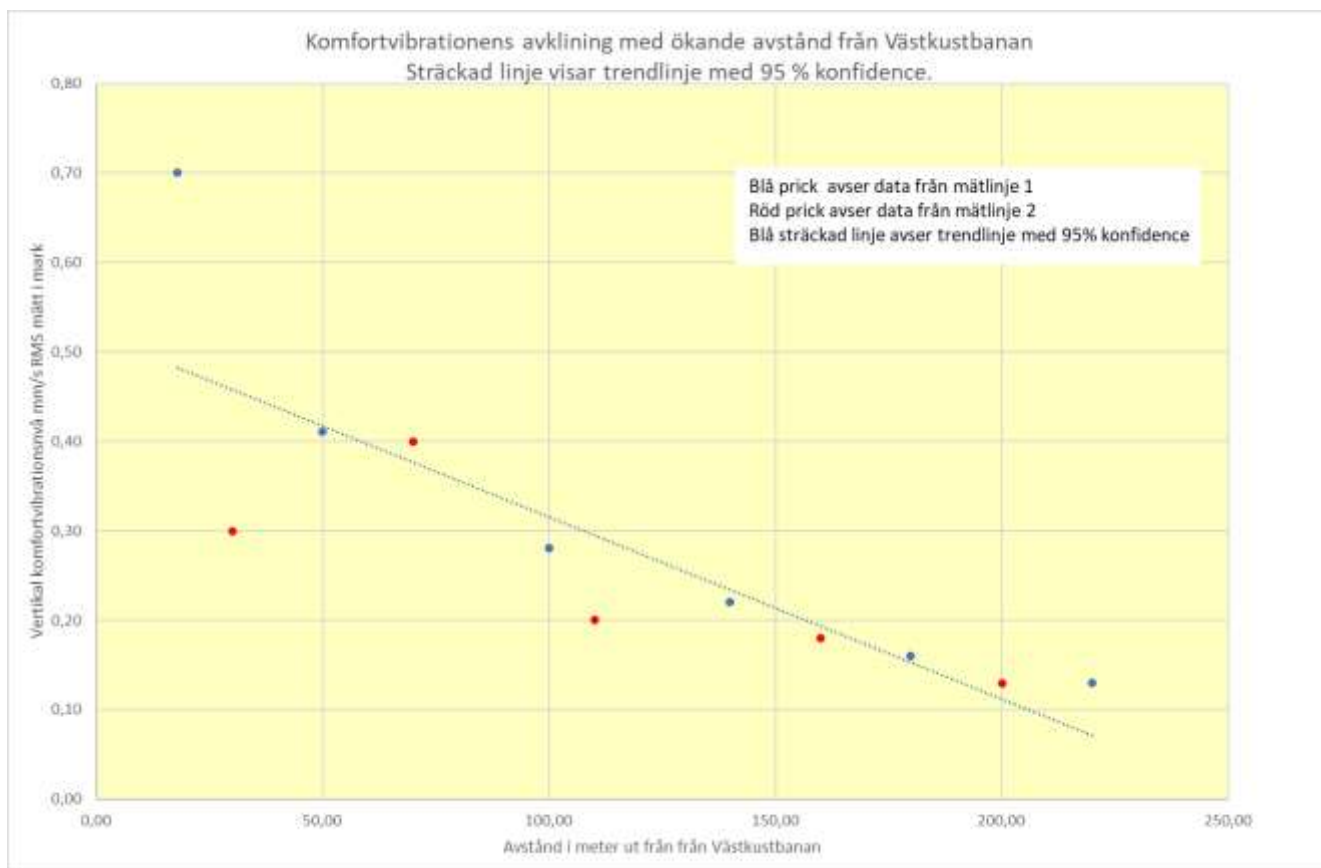


Diagram 7. Vibrationens avklingning med ökande avstånd.

Bedömningsgrunder

Då en vibrationspuls förflyttar sig från källan till en punkt i omgivningen avtar energin, vibrationspulsens amplitud med ökat avstånd, vilket framkommer på ett tydligt sätt i diagram 7. Då energin i vibrationspulsens förflyttas från marken till en byggnads grundläggning avtar energin ytterligare. Reduktionsfaktorn för energins överföring mellan mark och byggnadsgrund är bl.a. beroende av byggnadstyp och typen av grundläggning.

Normalt ansätts följande reduktionsfaktorer för olika grundläggningstyper, se tabell 1 nedan

Typ av grundläggning	Reduktionsfaktor R_{mg} (mark-grundläggning)
Pålad grundläggning	0,3
Grundläggning med platta i mark (hus med källarplan)	0,4
Grundläggning med platta på mark	0,6

Tabell 1. Olika grundläggningstypers överföringsfaktor (reduktionstal) för markvibrationens överföring från mark till husgrund

Då vibrationspulsen förflyttar sig från grundläggningsnivån upp i konstruktionen kan enskilda byggnadsdelar ge en förstärkning p.g.a. resonanssvar. Denna förstärkningsfaktor är beroende av vilken typ av bjälklag som byggnaden har samt dess spännvidder.

I tabell 2 redovisas vilka förstärkningsfaktorer som ansatts för olika bjälklagstyper:

Bjälklagstyp	Förstärkningsfaktor F_{gb} (grundläggning-bjälklag)
Betongbjälklag, styva konstruktioner med relativt korta spännvidder	1
Betongbjälklag, med vekare konstruktioner och relativt stora spännvidder	3
Styva träbjälklag	3
Veka träbjälklag	6

Tabell 2

Styva bjälklag är bjälklag som vid en centrerad last av 100 KN ger en nedböjning som är < 1 mm

Veka bjälklag är bjälklag som vid en centrerad last av 100 KN ger en nedböjning som är > 1 mm

Ovanstående bedömningsgrunder gäller för vibrationens vertikala riktning.

Vad gäller de horisontella svängningarna ökar dessa normalt med ökande byggnadshöjd. Detta gäller framförallt lättare höga byggnader som grundlagts med platta i mark eller platta på mark. För tunga byggnader (flerfamiljshus över 3 våningar) grundlagda på spetsbärande pålar eller kohesionspålar uppstår normalt inga komfortvibrationer över 0,4 mm/s RMS om inte påldjupen är mycket stora, mer än 40-50 m. I förekommande fall med långa pållängder minskar sidostabiliteten i pålarna vilket kan få byggnaden att svänga eller "vagga".

Då mätningarna visat att den vertikala responsen i markmätningarna är klart dominant utreds inte de horisontella vibrationerna vidare i denna PM. Om byggnader skall uppföras närmare än 18 meter från spårmiten bör de horisontella svängningarna bli föremål för fördjupade studier.

Riktvärden för komfortstörande vibrationer

För bedömning av komfortstörning avseende vibrationer finns en svensk standard SS 460 48 61 "Vibrationer och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader". Trafikverket har tagit fram egna riktvärden för buller och vibrationer från trafik på väg och Järnväg TDOK 2014:1021. Denna började gälla 2016-01-01. Naturvårdsverket har tillsammans med dåvarande Banverket tagit fram riktlinjer för komfortstörande vibrationer i "Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik" Dnr.S02- 4235/SA60

De olika riktlinjerna är relativt samstämmiga vad gäller max rekommenderad komfortvibrationsnivå vilken är 0,4 mm/s RMS och det är detta värde som normalt brukar anges som kravvärde vid nybyggnation av vägar, järnvägar eller byggnation av bostäder nära vägar eller järnvägar.

Förväntad omgivningspåverkan

Vägtrafikrelaterade vibrationer

Mätresultatet från utförd vibrationsmätning visar att maximalt uppmätt komfortvibrationsnivå vid Kvarnbygatan från tung vägtrafik uppgår till maximalt 0,26 mm/s RMS i vertikal mätriktning.

Avståndet från Kvarnbygatan till mätpunkten i mark har varit 15 m.

I nedanstående tabell 3 redovisas predikterad komfortvibrationsnivå för olika grundläggningar och bjälklagstyper.

Grundläggning	Styva betongbjälklag	Veka betongbjälklag	Styva träbjälklag	Veka träbjälklag
Pålad grundläggning	0,08	0,23	0,23	0,47
Platta i mark (källare)	0,1	0,31	0,31	0,64
Platta på mark	0,16	0,47	0,47	0,94

Tabell 3. Predikterad vibrationsnivå i mm/s RMS vertikal mätriktning gällande vägtrafik

Röd färg innebär att dessa kombinationer mellan grundläggning och bjälklag sannolikt kommer att ge ett överskridande av riktvärdet 0,4 mm/s RMS för en byggnad uppförd 15 m från Kvarnbygatan.

Av mätresultaten från mätpunkterna vid Nämndemansgatan framgår att uppmätta vägtrafikrelaterade vibrationer är lägre än de som registrerats vid mätpunkten vid Kvarnbygatan. Tåg vibrationerna är här helt dominanta när det gäller vibrationsnivåerna.

Tågtrafikrelaterade vibrationer

På motsvarande sätt har här maximalt tillåten komfortvibrationsnivå 0,4 mm/s RMS ansatts. Tillåten markvibrationsnivå beräknats då förväntad komfortvibrationsnivå är 0,4 mm/s RMS i en fiktiv byggnad i exploateringsområdet. Denna nivå har sedan jämförts med regressionsanalysen i diagram 7 för att få fram det minsta avståndet från järnvägen som en byggnad kan uppföras med olika typer av grundläggningar och bjälklag utan att tillåten komfortvibrationsnivå 0,4 mm/s RMS överskrids på bjälklaget. Vid ökande avstånd minskar normalt komfortvibrationsnivån. I nedanstående tabell 4 redovisas maximalt tillåten markvibrationsnivå (mm/s RMS) vid olika grundläggnings och bjälklagstyper för att uppnå 0,4 mm/s RMS på bjälklag inne i en byggnad. Värdena gäller tågtrafik.

Grundläggning	Styva betongbjälklag	Veka betongbjälklag	Styva träbjälklag	Veka träbjälklag
Pålad grundläggning	1,33	0,44	0,44	0,22
Platta i mark (källare)	1	0,33	0,33	0,17
Platta på mark	0,67	0,22	0,22	0,11

Tabell 4. Maximalt tillåten markvibration då komfortvibrationen på bjälklag ligger på eller under 0,4 mm/s RMS.

Regressionsanalysen visar att följande avstånd i meter måste finnas mellan banvall och byggnad för att klara 0,4 mm/s RMS vid de olika grundläggning och bjälklagskombinationer. Nedan redovisas avstånden, uttryckt i meter från Västkustbanan. Samma avstånd bör även gälla för kommande Götalandsbanan. Avståndet mäts då från spårmit ut i exploateringsområdet.

Grundläggning	Styva betongbjälklag	Veka betongbjälklag	Styva träbjälklag	Veka träbjälklag
Pålad grundläggning	*Bedömning ca.10 m	30 m	30 m	140 m
Platta i mark (källare)	*Bedömning ca.10 m	75 m	75 m	175 m
Platta på mark	*Bedömning ca15 m	140 m	140 m	200 m

* Då inga mätningar utförts på kortare avstånd än 18 m uppskattas avståndet erfarenhetsmässigt.

Tabell 5. Tabellen visar det kortaste avståndet i meter från spårmit där en byggnad kan uppföras för att inte riktvärdet för komfortvibration, 0,4 mm/s RMS skall överskridas.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att byggnader med styva betongbjälklag kan byggas med olika grundläggningar nära Västkustbanan eller kommande Götalandsbanan.

Pålförstärkt grundläggning med veka betongbjälklag respektive styva träbjälklag bör anläggas på ett avstånd större än 30m från banvallen för att klara riktvärdet 0,4 mm/s. För veka träbjälklag gäller avståndet 140 m.

Med en grundläggning med platta i mark kan veka betongbjälklag respektive styva träbjälklag byggas på avstånd över 75 m från banvallen och med veka träbjälklag 175 m från banvallen.

För grundläggning med platta på mark kan grundläggning ske 140 m från banvallen för veka betongbjälklag samt styva träbjälklag. För veka träbjälklag gäller minsta avståndet 200 m.



UPPDRAGSNAMN
VIBRATIONSENTREDNING FORSÅKER, NORDÖSTRA
DELEN

FÖRFATTARE
Olle Goffe

UPPDRAGSNUMMER
10285274. Rev.3

DATUM
2021-05-04

BILAGA 1

I denna bilaga 1 redovisas tidigare utförd vibrationsmätning PM "FORSÅKER, vibrationsmätningar från tågtrafik utmed Väst kustbanan i Mölndals Kommun" daterad 2013-11-18 reviderad 2013-11-28"

Bilaga 1



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Forsåker

Mölndala Fastighets AB

Vibrationsmätning från tågtrafik utmed Väst kustbanan i Mölndals kommun.


2013-11-18

Rev A 2013-11-28

Upprättad av: Jonas Wetterberg

Granskad av: Olle Goffe

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

RAPPORT

Forsåker

Möndala Fastighets AB

Kund


Möndala Fastighets AB
Kontaktperson: Eva Edgren

Konsult

WSP Environmental
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19
Tel: +46 31 722 50 00
Fax: +46 31 722 74 20
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: ww.wspgroup.se


Kontaktpersoner

WSP Jonas Wetterberg
010-722 74 04

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Innehåll

Uppdrag	4
Utförande	4
Sammanfattning	4
Skadedrivande vibrationer	4
Komfortstörande vibrationer	5
Slutsats	5
Riktvärden för komfortvibrationer	5
Mätresultat	8
Bilagor	14

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnåla Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Uppdrag

WSP Environmental, Akustik har fått uppdrag att mäta vibrationer i gamla Papyrusområdet från tågtrafik utmed Västkuåtbanan i Mölnåls Kommun. I uppdraget ingår att bedöma risken för komfortstörande vibrationer i planerad bebyggelse i området. I uppdraget ingår också att bedöma uppmätta vibrationers skadedrivande effekt på planerad bebyggelse.

Mätningen är utförd på uppdrag av Mölnåla Fastighets AB för att fastställa dagens vibrationsnivåer. Mätningen är utförd i enlighet med Svensk Standard SS 460 48 61 och i tillämpliga delar enligt SS 02 52 11.

Utförande


Ett mätupplägg har tagits fram av WSP Akustik. Syftet med upplägget är att med succesivt ökande avstånd från banvallen registrera vibrationsnivåns avklingning. Mätningen har utförts under två 6- dygnsperiod och utfördes under perioden 2013-09-25 till 2013-10-07.

I bild Mätlinje 1 och 2 redovisas givarpositioner för mark mätlinje samt givarposition på komfortmätt hus, Nämndemansgatan 11.

Sammanfattning

Skadedrivande vibrationer

Vid en jämförelse med Bygghorskningsrådets rapport T43:1982 visar mätresultat att har samtliga uppmätta mätpunkters vibrationsamplituder som med marginal underskrider den nivå där skador i byggnader uppkommer

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Komfortstörande vibrationer

Av mätresultaten kan vi konstatera att en registrering ligger på en nivå över 0,4 mm/s rms vilket är riktvärdet för nybyggnation i närområdet av järnväg. Denna är registrerad i mätlinje 1, mätpunkt 1, 50 meter från spår, 0,41 mm/s rms uppmätt i mark. Högsta registrering för mätlinje 2, mätpunkt 2, 0,40 mm/s rms uppmätt i mark.

Vid eventuell nyproduktion med tyngre konstruktioner i betong samt grundläggning som krävs för dessa konstruktioner förväntas uppmätta vibrationer bibehållas alternativt minska på grund av masströghet.

Vad gäller utbredningen av vibrationer visar diagrammen hur vibrationsnivåerna tydligt avtar med avståndet till spår.

Övriga uppmätta mätpunkter har komfortnivåer under 0,4 mm/s rms.

Slutsats

Vår slutsats efter utförd vibrationsmätning är att komfortvibrationsnivåerna är låga till mycket låga, varvid vi inte ser några hinder för planerade bostäder.

Riktvärden för komfortvibrationer

Trafikverket och Naturvårdsverket har tagit fram riktlinjer och tillämpningar för bl.a komfortvibrationer. ”Dnr.S02-4235/SA60 ” Dessa harmonierar med nedanstående standard med tillägget att de även ger riktvärden för olika utbyggnadsfall.

I Svensk standard SS 460 48 61 (Vibration och stöt – Mätning och bedömning av komfort i byggnader) ges följande vägledning.


Måttlig störning:

Komfortvibrationer i området 0,4 – 1,0 mm/s rms.

Sannolik störning:

Vibrationer över 1,0 mm/s rms

Enligt den bedömning som gjorts i samband med framtagningen av riktvärden anses mycket få människor uppleva vibrationer under skiktet ”Måttlig störning” som störande. Vibrationer i skiktet ”Måttlig störning” ger i vissa fall anledning till klagomål. I skiktet ”Sannolik störning” är vibrationer kännbara och upplevs av många som störande.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	


För nybyggnation sätts gränsen till maximalt 0,4 mm/s rms

Som en parentes kan nämnas att riktvärden för buller endast gäller under förutsättning att vibrationerna i området understiger 0,5 mm/s (vägt RMS-värde). Det beror på att vi människor har svårt att särskilja vad som orsakar själva störningen. Om skyddsåtgärden ska bli effektiv bör man därför vara uppmärksam på att vibrationer inte påverkar störningsbilden.

Vid kraftiga vibrationer, det vill säga vibrationer större än 1,0 mm/s (vägt RMS-värde), bör man i stället i första hand vidta vibrationsåtgärder. Sedan kan man bedöma behovet av bullerskyddsåtgärder.

Kommentar

Järnvägsspåren var vid mättillfället i gott skick utan synbara defekter.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mätlinje 1



Mätlinje 1, längd 220 m.

Mätpunktsnummer och givarnummer:

Mp 1: Triggivare markspett ute: 5996, avstånd 50 m från spår.

Mp 2: Komfortgivare treriktningsgivare markspett ute: 11530-11532, avstånd 100 m från spår.


Mp 3: Komfortgivare treriktningsgivare inne: 5890-5892, avstånd 100 m från spår.

Mp 4: Givare markspett ute: 3598, avstånd 140 m från spår.

Mp 5: Givare markspett ute: 4818, avstånd 180 m från spår.

Mp 6: Givare markspett ute: 1824, avstånd 220 m från spår.

Som triggkanal MP 1, i samband med komfortmätning och för mätning av ovägd svängningshastighet monterades en vertikal hastighetsgivare på markspett mot Väst-kustbanan För komfortmätning MP 2 monterades en treriktningsgivare i på markspett strax utanför kontorsfastigheten mot Väst-kustbanan. Denna givare mäter komfortvägda vibrationer i vertikal led samt i horisontell riktning längs och tvärs banan i spårens riktning

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

För komfortmätning MP 3 monterades en treriktningsgivare i kontorsrum på 2:a våningen i kontorsfastighet mot Västkustbanan. Denna givare mäter komfortvägda vibrationer i vertikal led samt i horisontell riktning längs och tvärs banan i spårens riktning. Givaren monterades mitt på bjälklaget där vibrationsresponsen upplevdes som starkast. Mp 2 och 3 monterades för att jämföra vibrationsnivåerna mellan mark och bjälklag. MP 4,5,6 monterades på markspett för att kunna mäta hur vibrationerna avtar med avståndet.

Mätperiod

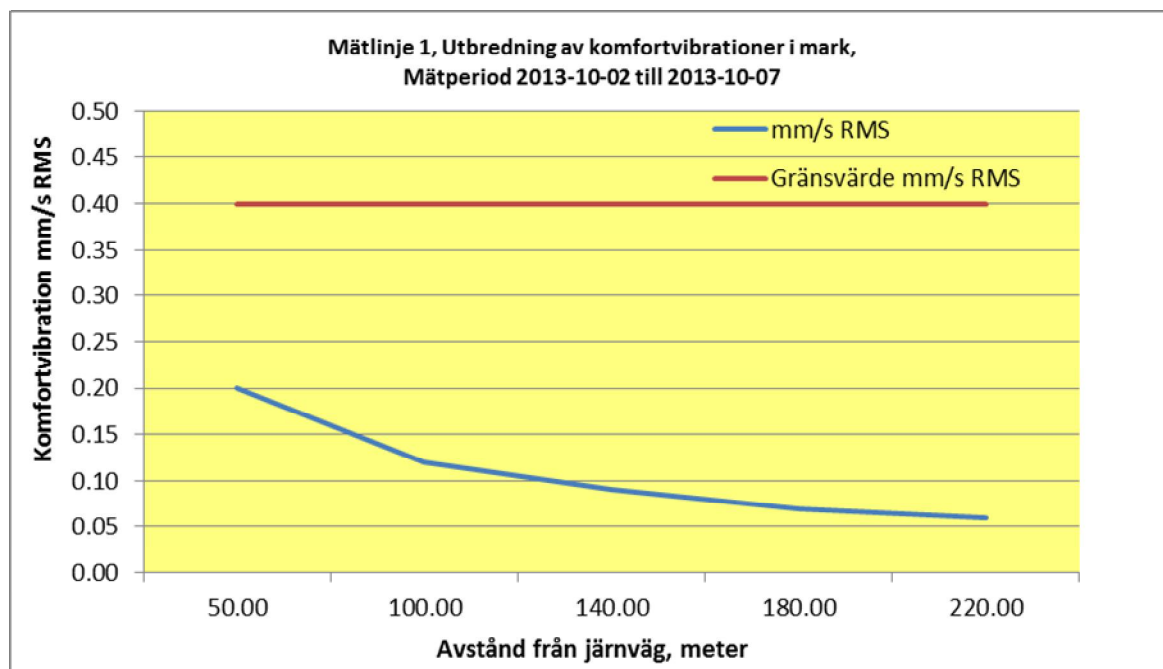
Mätning mätlinje 1 utfördes under tiden 2013-10-02 - 2013-10-07. I övrigt inget avvikande inrapporterat under mätperioden.

Mätresultat


Mätlinje 1

Diagrammet nedan visar hur vibrationerna avtar med avståndet till järnvägsspåret.

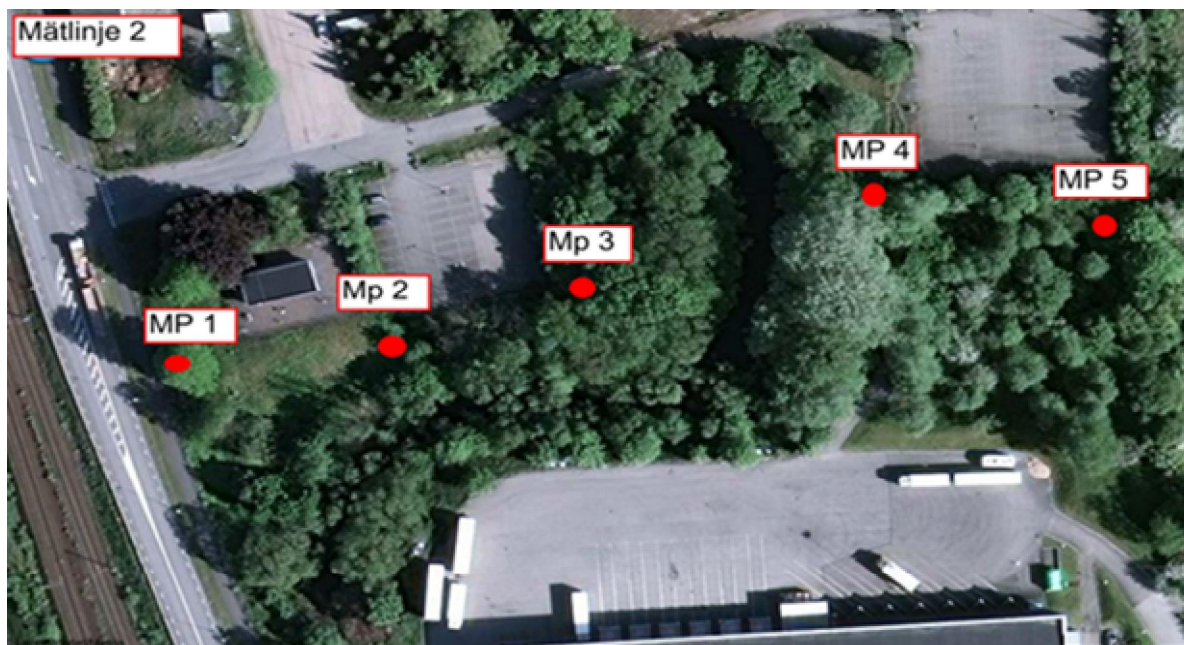
Mp 1,2,4,5,6



I diagrammet för mätlinje 1 ser vi tydligt hur vibrationsnivåerna avtar med ökande avstånd från banvallen.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnåla Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mätlinje 2



Mätlinje 2, längd 200 m.

Mätpunktsnummer och givarnummer:

Mp 1: Triggivare markspett ute: 5996, avstånd 30 m från spår.

Mp 2: Komfortgivare treriktningsgivare inne: 11530-11532, avstånd 70 m från spår.

Mp 3: Givare markspett ute: 3598, avstånd 110 m från spår.

Mp 4: Givare markspett ute: 1824, avstånd 160 m från spår.

Mp 5: Givare markspett ute: 4818, avstånd 200 m från spår.


Som triggkanal MP 1, i samband med komfortmätning och för mätning av ovägd svängningshastighet monterades en vertikal hastighetsgivare på markspett mot Väst-kustbanan. För komfortmätning MP 2 monterades en treriktningsgivare på markspett mot Väst-kustbanan. Denna givare mäter komfortvägda vibrationer i vertikal led samt i horisontell riktning längs och tvärs spårens riktning

MP 3,4,5 monterades på markspett för att kunna mäta hur vibrationerna avtar med avståndet.

Mätperiod

Mätningen utfördes under tiden 2013-09-25 - 2013-09-30.

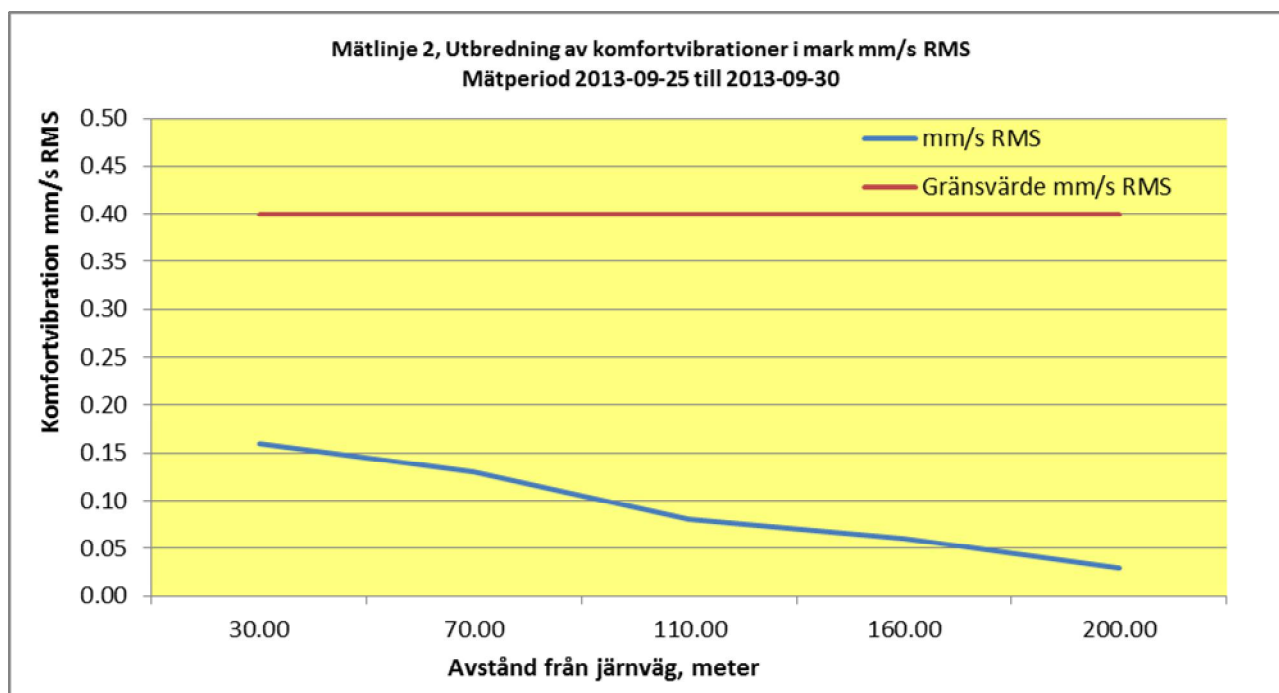
Mp 5 har endast mätvärde mellan 2013-09-25 till 2013-09-27 på grund av yttre påverkan. I övrigt inget avvikande inrapporterat under mätperioden.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	


Mätlinje 2

Diagrammet nedan visar hur vibrationerna avtar med avståndet till järnvägsspåret.

Mp 1,2,3,4,5



I diagrammet för mätlinje 1 ser vi tydligt hur vibrationsnivåerna avtar med ökande avstånd från banvallen.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Högst uppmätta värde mm/s "Peak" i mätlinje 1:

Under mätperioden uppmättes ett högsta maxvärde "peak" vertikalt i Mp 1 lördagen den 5 oktober kl 02:58 på 1,94 mm/s.

Vibrationsnivån i sockel fluktuerade under hela mätperioden på nivåer runt ca 0,5 – 1,5 mm/s samt enstaka högre toppar på 1,9 mm/s.
Ett riktvärde för byggnader med betonggrund och betongväggar ligger normalt på ca 8-12 mm/s.

De under mätperioden uppmätta vibrationsnivåerna **anses ej som skadedrivande** för byggnader.

Högst uppmätta värde "Peak" i mätlinje 2:

Under mätperioden uppmättes ett högsta maxvärde "peak" vertikalt i Mp 1 fredagen den 27 september kl 00:55 på 1,44 mm/s.

Vibrationsnivån i sockel fluktuerade under hela mätperioden på nivåer runt ca 0,5 – 1,2 mm/s samt enstaka högre toppar på 1,4 mm/s.
Ett riktvärde för byggnader med betonggrund och betongväggar ligger normalt på ca 8-12 mm/s.

De under mätperioden uppmätta vibrationsnivåerna **anses ej som skadedrivande** för byggnader.

Skaderisken bedömt enligt:


Byggforskningsrådets rapport -

"Vibrationer i samband med trafik och byggverksamhet T43:1982."

Se bilaga 1, riktvärden för trafikvibrationer vid byggnadsklass III.

Använd mätstandard

Svensk Standard SS 460 4861 och SS 02 52 11

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Högst uppmätta komfortvärde mätlinje 1.

Mp 1, 0,41 mm/s RMS.

Mp 2, 0,28 mm/s RMS.

Mp 4, 0,22 mm/s RMS.

Mp 5, 0,16 mm/s RMS.

Mp 6, 0,13 mm/s RMS.

Högst uppmätta komfortvärde mätlinje 2.

Mp 1, 0,30 mm/s RMS

Mp 2, 0,40 mm/s RMS

Mp 3, 0,20 mm/s RMS

Mp 4, 0,18 mm/s RMS

Mp 5, 0,13 mm/s RMS


Komfortmätningen gav vibrationsnivå underskridande (ej över) skiktet ”Sannolik störning” enligt komfortnormen SS 460 48 61.

Här anger komfortnormen:

Bedömd störning enligt komfortnormen.	Vägd hastighet mm/s RMS
Måttlig störning	0,4 – 1,0 mm/s
Sannolik störning	> 1.0mm/s

Uppmätt max hastighet uppgick till 0.49 mm/s RMS

Enligt den bedömning som gjorts i samband med framtagning av angivna riktvärden anses få människor uppleva vibrationer under skiktet ”Måttlig störning” som störande.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnådal Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mätutrustning


Förteckning över använd mätutrustning.

Instrument	Fabrikat	Typ	Fabr.nummer	Kalibreras
Vibrationsmätare	Sigicom	INFRA	3397	Kalibreras ej, endast digital hantering
Geofon	Sigicom	V10	5996	2014-08
Geofon	Sigicom	V10	3598	2014-08
Geofon	Sigicom	V10	1824	2014-05
Geofon	Sigicom	V10	4818	2014-08
Geofon	Sigicom	V12	5890-5892	2013-09
Geofon	Sigicom	V12	11530-11532	2013-09

Mätsystemet uppfyller kraven i Svensk Standard 460 4861 och 02 52 11.

Mätosäkerhet

Mätosäkerheten för hela mätsystemet uppskattas till högst 5 % inom aktuellt frekvensområde.


Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Bilagor

Bilaga 1. Riktvärden trafikvibrationer

Bilaga 2. Diagram Komfortvibrationer

Bilaga 3. Kalibreringsprotokoll

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	


Bilaga 1.

Riktvärden trafikvibrationer

Byggnadsklass	Frekvensband där riktvärdet gäller (Hz)	Svängningshastigheternas maximala resultant v_r (mm/s)	Uppskattad maximal vertikal svängningshastighet v_z (mm/s)
I Industribyggnader av armerad betong, stålkonstruktioner	10 - 30	12	7.2 - 12
	30 - 60	12 - 18	7.2 - 18
II Byggnader med betonggrund. Betongväggar eller murade väggar	10 - 30	8	4.8 - 8
	30 - 60	8 - 12	4.8 - 12
III Byggnader med murade källarväggar. Övre våningsgolv på träbalkar	10 - 30	5	3.0 - 5
	30 - 60	5 - 8	3.0 - 8
IV Speciellt känsliga byggnader och kulturhistoriska byggnader	10 - 30	3	1.8 - 3
	30 - 60	3 - 5	1.8 - 5

Riktvärden vid pålning, spontning, vibrationspackning och trafik. Studer och Suesstrunk (1981).

Byggforskningsrådets rapport T43:1982
Vibrationer i samband med trafik och byggverksamhet.

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Bilaga 2

Mätlinje 1

Högsta mätvärde under mätperioden.

Mp 1, lördagen den 5 oktober kl 02:58 på 0,41 mm/s RMS.

Mp 2, måndagen den 7 oktober kl 03:28 på 0,28 mm/s RMS.

Mp 5, måndagen den 7 oktober kl 03:28 på 0,16 mm/s RMS.

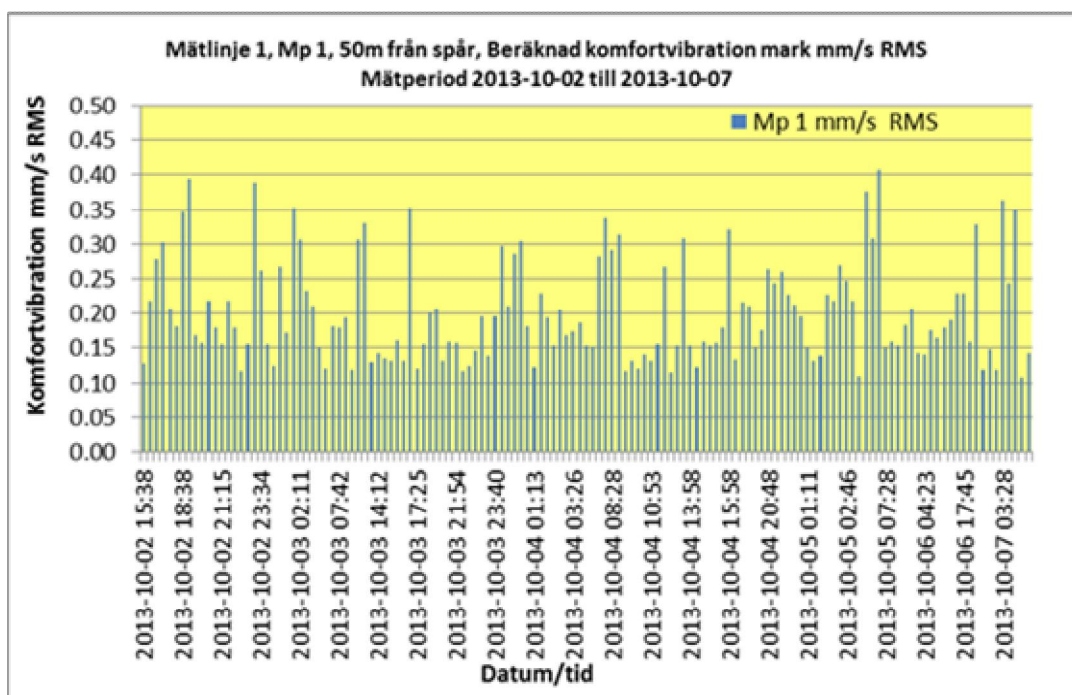
Mp 4, måndagen den 7 oktober kl 03:28 på 0,22 mm/s RMS.


Mp 6, måndagen den 4 oktober kl 01:36 på 0,13 mm/s RMS.

Mätlinje 1

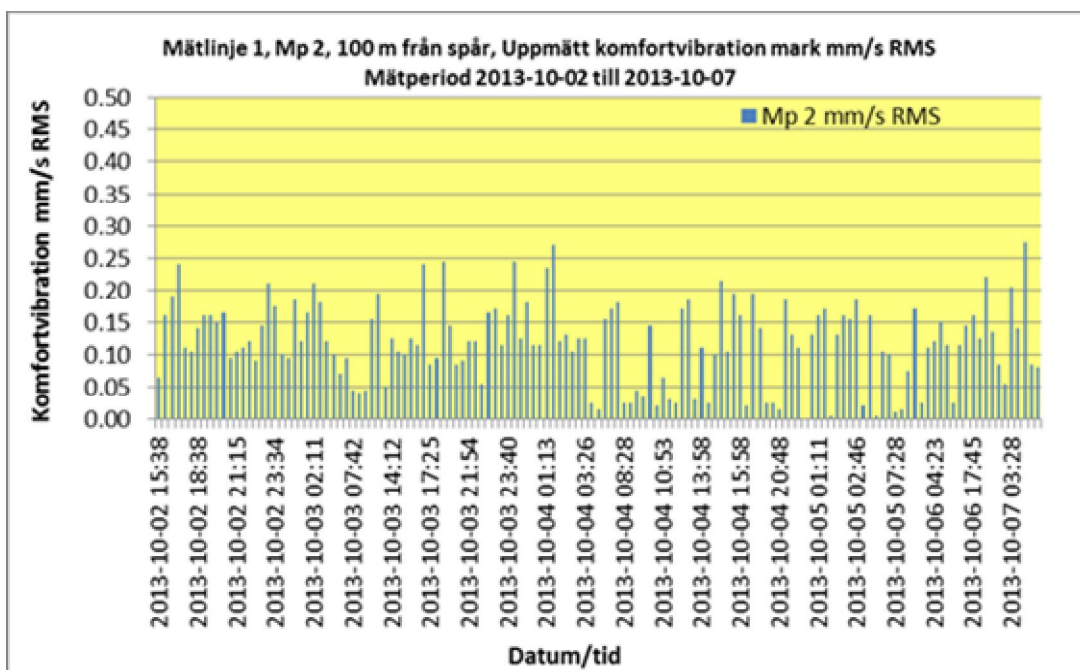
Diagram mätlinje 1, komfortvibrationer mm/s RMS

Mp 1

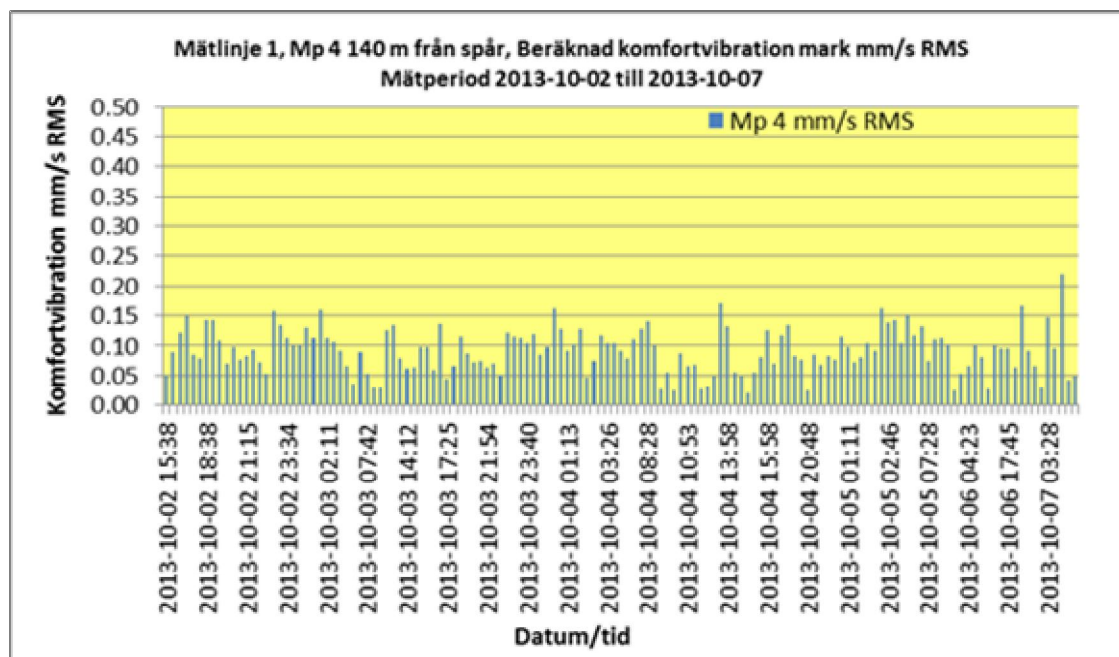



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mp 2

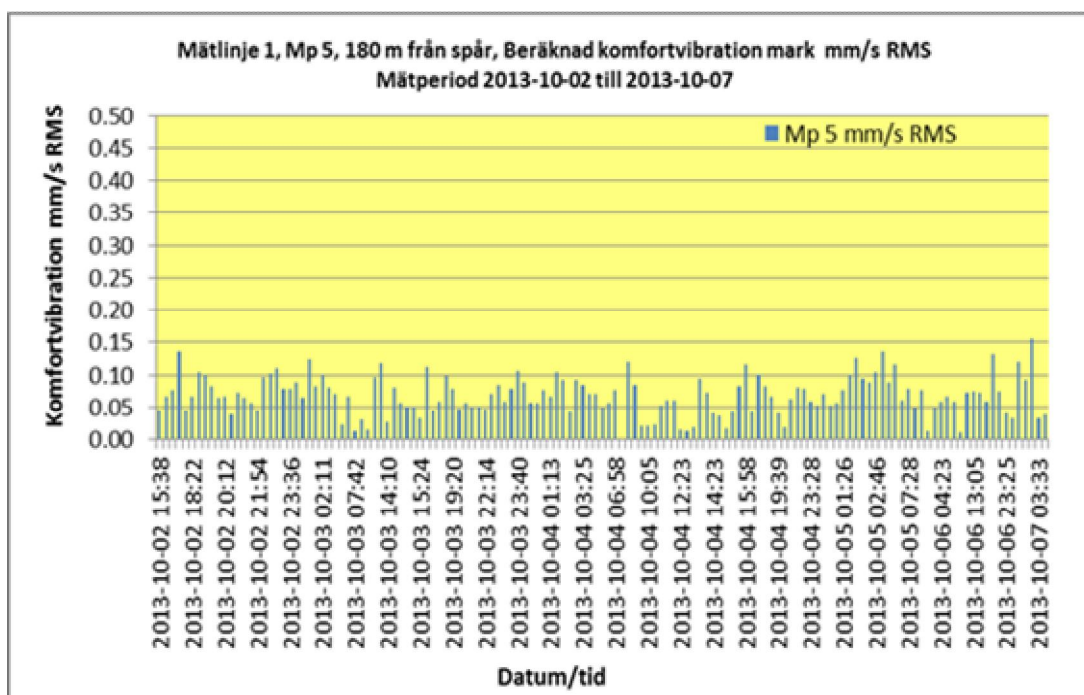


Mp 4

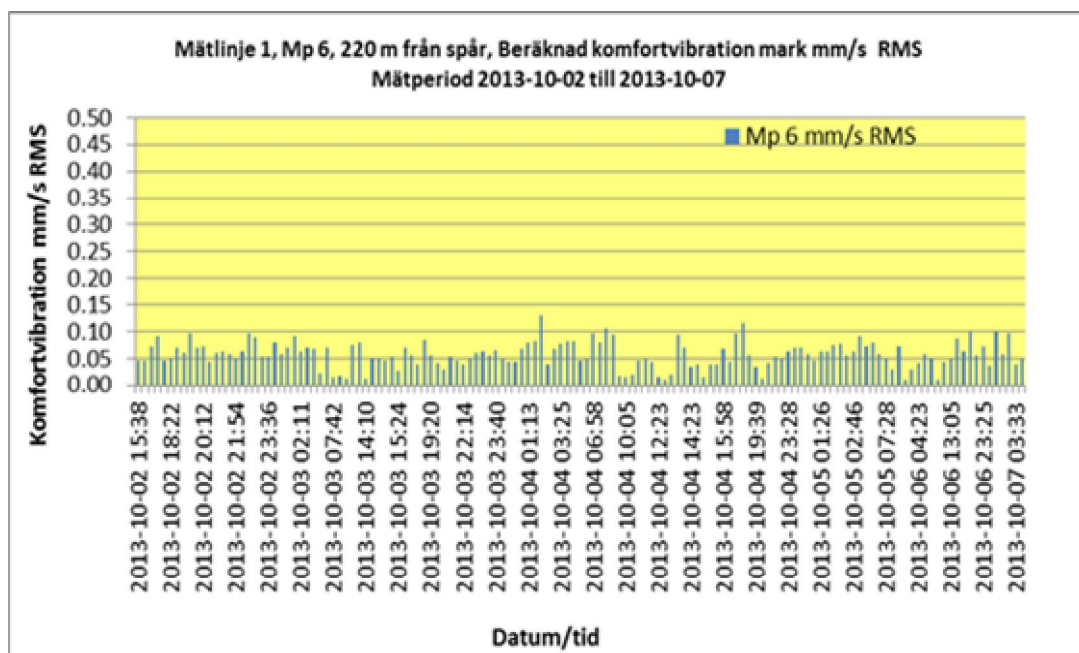



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnåla Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mp 5



Mp 6



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mätlinje 2

Högsta mätvärde under mätperioden.

Mp 1, fredagen den 27 september kl 00:01 på 0,30 mm/s RMS

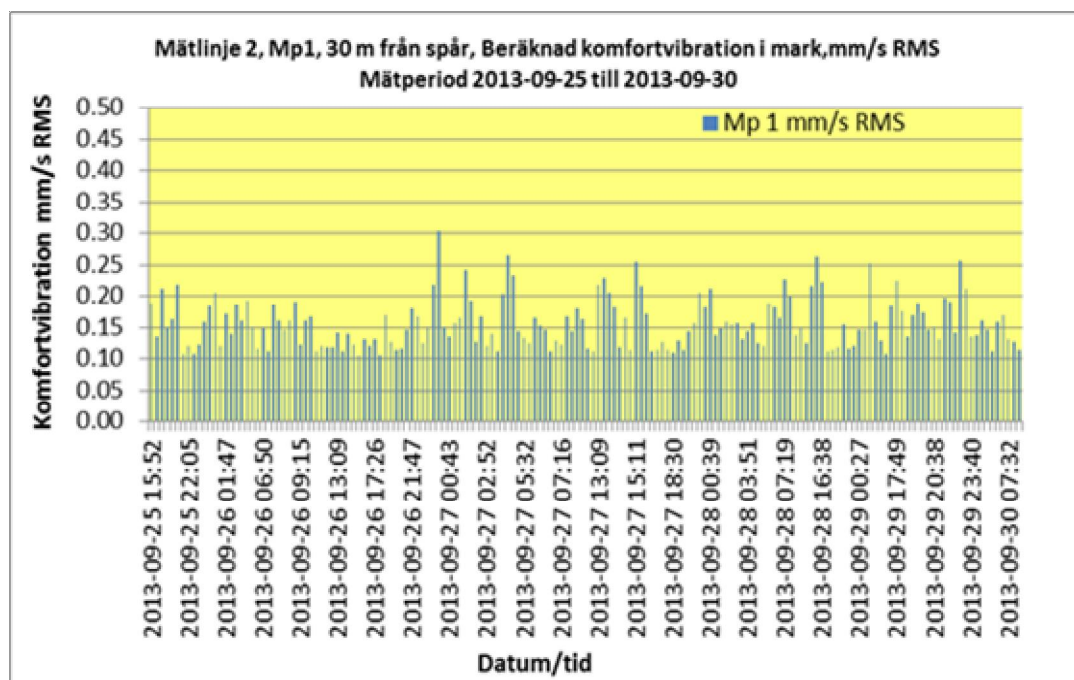
Mp 2, lördagen den 28 september kl 07:19 på 0,40 mm/s RMS


Mp 3, fredagen den 27 september kl 00:50 på 0,20 mm/s RMS

Mp 4, fredagen den 27 september kl 03:42 på 0,18 mm/s RMS

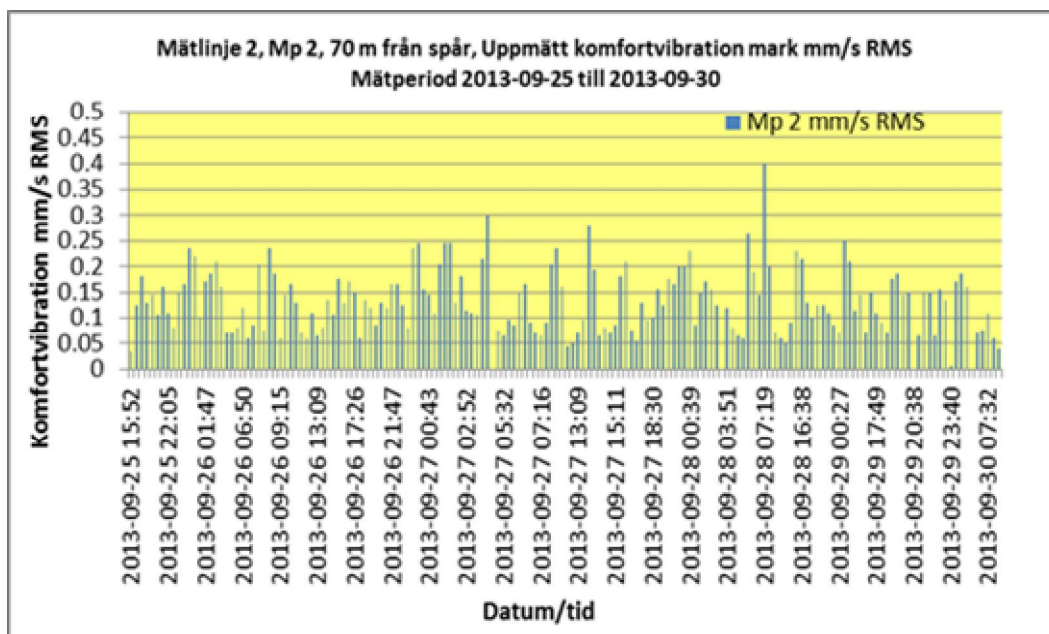
Mp 5, torsdagen den 26 september kl 00:44 på 0,13 mm/s RMS

Mp 1

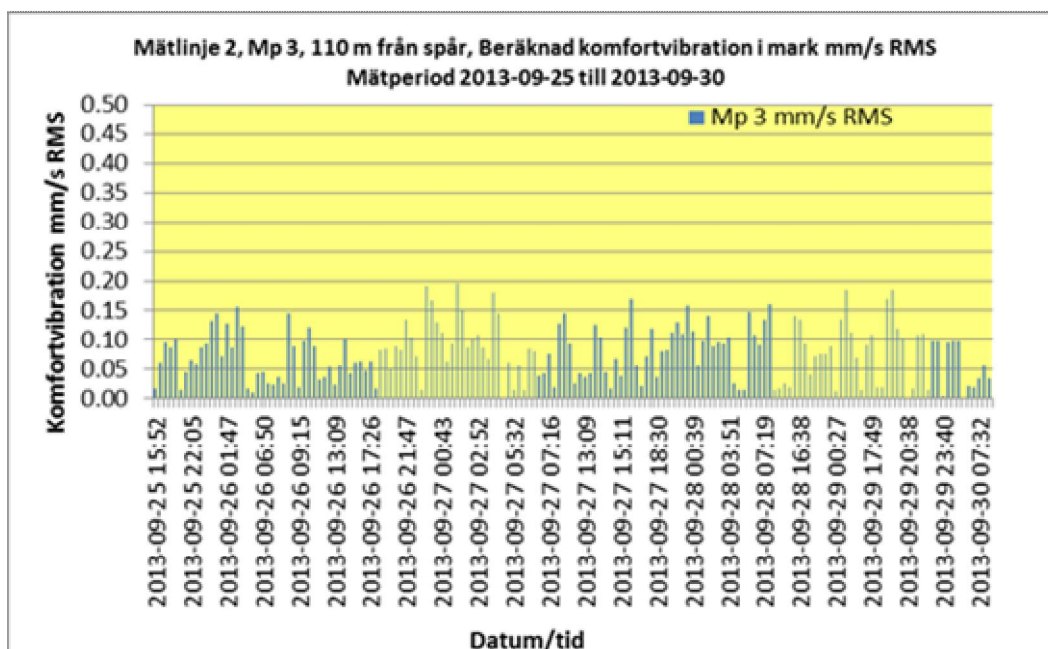



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnåla Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mp 2

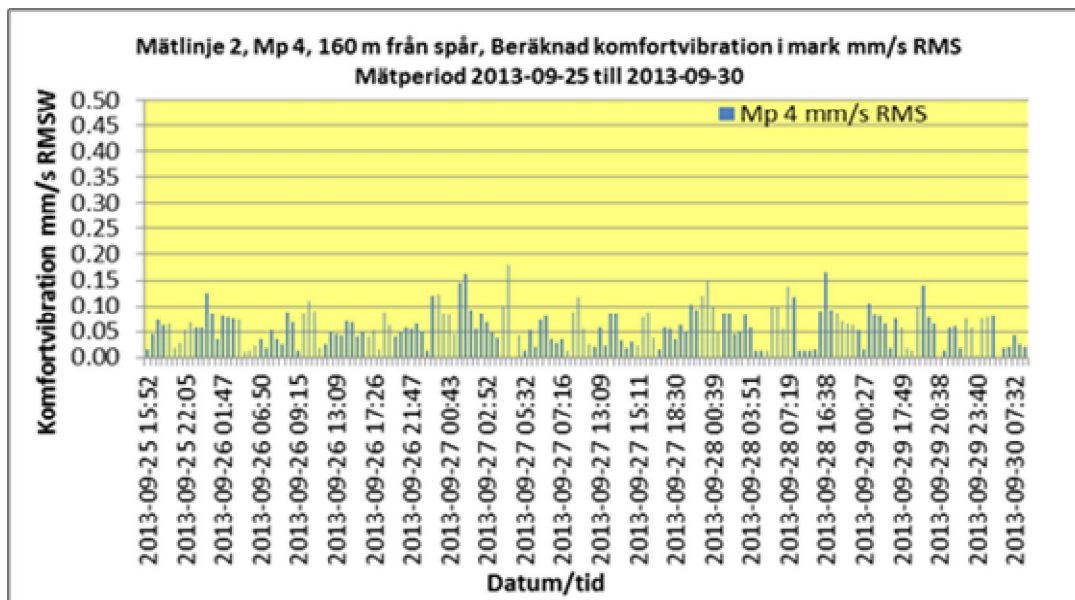


Mp 3

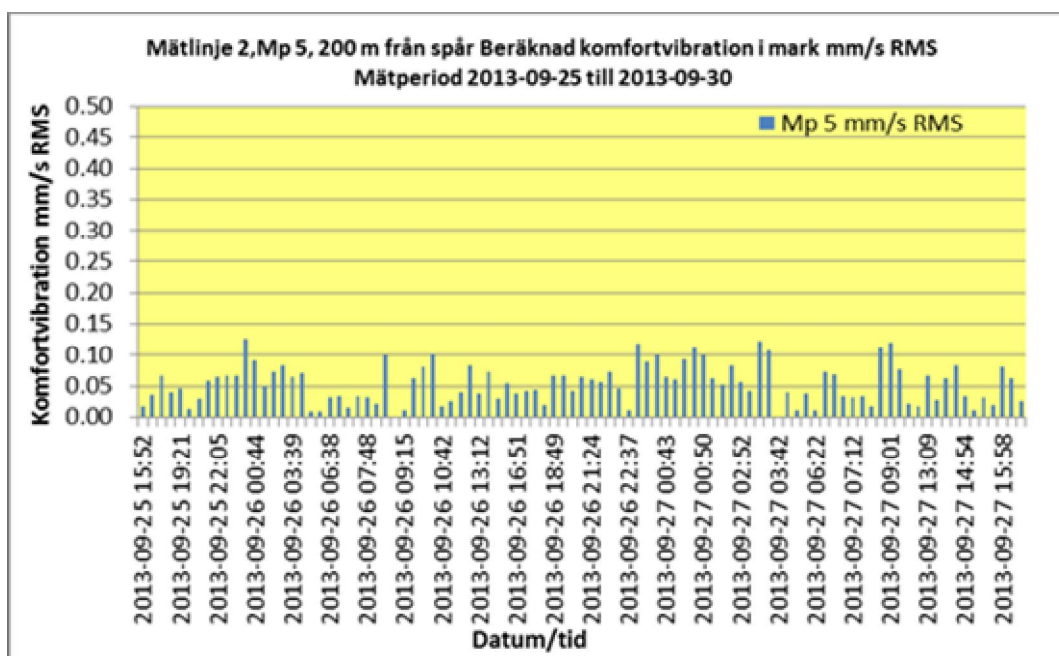



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Mölnåla Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Mp 4



Mp 5



Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	

Bilaga 3. Kalibreringsprotokoll



KALIBRERINGSdokUMENT

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden

E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 29845
Utskriftsdatum: 2013-05-19
Kalibreringsort: Tullinge, Sweden
Sida nr: 1 (1)
Kalibrering utförd av: Eianthi Tharna

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V10 Vertical Geophone
SN: **1824**
Programversion: 1.5.0

Kalibreringsdatum: 2013-05-17

Mätmiljö: 23° C ± 2° C

Mätmetod: C311xB.
(Referensfrekvens: 80Hz (16Hz), frekvenssvep: 1-1000Hz)

Utrustning / Normaler:

Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48003408
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50001509
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30703
Referensförstärkare:	B&K 2525	2705435
Vibrationsystem:	TV 5220	102/06
Klimatsensor:	Comet T7510	12963113

Spårbarhet: Normalerna kalibreras hos ackrediterade laboratorier, och är spårbara till NIST, PTB eller annan nationell riksmätplats.

Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11, SS 460 48 61, samt övriga standarder tillgängliga i geofonen.


Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av:

.....


Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T. nr SE55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com

Bilaga 5

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	



sigicom

KALIBRERINGSdokUMENT

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden
E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 30647
Utskriftsdatum: 2013-08-09
Kalibreringsort: Tullinge, Sweden
Sida nr: 1 (1)
Kalibrering utförd av: Andreas Lelli

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V10 Vertical Geophone
SN: **3598**
Programversion: 1.6.1

Kalibreringsdatum: 2013-08-07

Mätmiljö: 23° C ± 2° C

Mätmetod: C311xB.
(Referensfrekvens: 80Hz (16Hz), frekvenssvep: 1-1000Hz)

Utrustning / Normaler:


Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48002643
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50002998
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30882
Referensförstärkare:	B&K 2525	2799861
Vibrationssystem:	TV 5220	102/06
Klimatsensor:	Comet T7510	12963113

Spårbarhet: Normalerna kalibreras hos ackrediterade laboratorier, och är spårbara till NIST, PTB eller annan nationell riksmätplats.


Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11, SS 460 48 61, samt övriga standarder tillgängliga i geofonen.

Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av:



Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T. nr SE 55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	



sigicom

KALIBRERINGS-DOKUMENT

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden

E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 30626
Utskriftsdatum: 2013-08-09
Kalibreringsort: Tullinge, Sweden
Sida nr: 1(1)
Kalibrering utförd av: Andreas Lelli

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V10 Vertical Geophone
SN: **4818**
Programversion: 1.6.1

Kalibreringsdatum: 2013-08-07

Mätmiljö: 23° C ± 2° C

Mätmetod: C311xB.
(Referensfrekvens: 80Hz (16Hz), frekvenssvep: 1-1000Hz)

Utrustning / Normaler:

Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48002643
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50002998
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30882
Referensförstärkare:	B&K 2525	2799861
Vibrationsystem:	TV 5220	102/06
Klimatsensor:	Comet T7510	12963113

Spårbarhet: Normalerna kalibreras hos ackrediterade laboratorier, och är spårbara till NIST, PTB eller annan nationell riksmätplats.


Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11, SS 460 48 61, samt övriga standarder tillgängliga i geofonen.

Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av:



Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T. nr SE 55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	



sigicom

KALIBRERINGSBOK

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden
E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 30652
Utskriftsdatum: 2013-08-09
Kalibreringsort: Tullinge, Sweden
Sida nr: 1 (1)
Kalibrering utförd av: Elanthi Tharma

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V10 Vertical Geophone
SN: 5996
Programversion: 1.6.1

Kalibreringsdatum: 2013-08-07

Mätmiljö: 23° C ± 2° C

Mätmetod: C311xB.
(Referensfrekvens: 80Hz (16Hz), frekvenssvep: 1-1000Hz)

Utrustning / Normaler:

Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48002643
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50002998
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30882
Referensförstärkare:	B&K 2525	2799861
Vibrationssystem:	TV 5220	102/06
Klimatsensor:	Comet T7510	12963113

Spårbarhet: Normalerna kalibreras hos ackrediterade laboratorier, och är spårbara till NIST, PTB eller annan nationell riksmätplats.


Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11, SS 460 48 61, samt övriga standarder tillgängliga i geofonen.

Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av:

..... 

Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T. nr SE 55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	



sigicom

KALIBRERINGSdokUMENT

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden
E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 28028
Utskriftsdatum: 2012-09-27
Kalibreringsort: Tullinge
Sida nr: 1 (1)
Kalibrering utförd av: Nader D

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V12 Triaxial Geophone
SN: 11530 - 11532
Programversion: 1.5.0

Kalibreringsdatum: 2012-09-27

Mätmiljö: 23 +2 grader Celsius.

Mätmetod: C311xA.

Utrustning / Normaler:

Vibrationssystem:	B&K 2719	B2719E02A04K0472
Vibrationssystem:	B&K 4808	2646243
Referensförstärkare:	B&K 2525	2799861
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30781
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50002998
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48003482
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48002643
Vibrationssystem:	TV 5220	102/06
Referensförstärkare:	B&K 2525	2705435
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30703
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50001509
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48000178
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48003408


Spårbarhet: Normalerna är, direkt eller via överföringsnormal, spårbara till NIST, PTB eller SWEDAC Accredited Calibration Laboratory 0012.

Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11 samt SS 460 48 61.

Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av: _____

Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T. nr SE 55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com

Uppdragsnr: WSP litt 10186859	Forsåker Möndala Fastighets AB	
Daterad: 2013-11-18	Vibrationsmätning från tågtrafik.	
Reviderad: 2013-11-28		
Handläggare: Jonas Wetterberg	Status: PM	



sigicom

KALIBRERINGSBOK

Sigicom AB
Alfred Nobels Allé 214
SE-146 48 TULLINGE
Sweden

E-mail: info@sigicom.com
Fax: +46 8 449 97 69
Tel: +46 8 449 97 50

Dokumentnummer: Cal 27880
Utskriftsdatum: 2012-09-14
Kalibreringsort: Tullinge
Sida nr: 1(1)
Kalibrering utförd av: Nader D

Uppdragsgivare: WSP Sverige AB

Mätobjekt: INFRA V12 Triaxial Geophone
SN: **5890 - 5892**
Programversion: 1.5.0

Kalibreringsdatum: 2012-08-29

Mätmiljö: 23 +-2 grader Celsius.

Mätmetod: C311xA.

Utrustning / Normaler:

Vibrationssystem:	B&K 2719	B2719E02A04K0472
Vibrationssystem:	B&K 4808	2646243
Referensförstärkare:	B&K 2525	2518576
Referensaccelerometer:	B&K 4381V	30004
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50002998
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48003482
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48002643
Vibrationssystem:	TV 5220	102/06
Referensförstärkare:	B&K 2525	2705435
Referensaccelerometer:	B&K 4381	30703
Signalgenerator:	Agilent 33521A	MY50001509
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48000178
Digital multimeter:	Agilent 34411A	MY48003408

Spårbarhet: Normalerna är, direkt eller via överföringsnormal, spårbara till NIST, PTB eller SWEDAC Accredited Calibration Laboratory 0012.

Mätresultat / Mätosäkerhet: Uppfyller kraven enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11 samt SS 460 48 61.

Kalibreringsintervall: 12 månader.

Godkänd av: 

Bankgiro: 642-2703
Plusgiro: 17 29 76-3
V.A.T.nr SE 55 62 07-1547-01
Registered Office: Tullinge
www.sigicom.com