

FÖRDJUPAD VIBRATIONsutredning HERRGÅRDsgÄrDET

UTREDNING AV BEFINTLIGA VIBRATIONER FRÅN TÅGTRAFIK I
OMRÅDE FÖR KOMMANDE EXPLOATERING, TENHULT, JÖNKÖPINGS
KOMMUN

2020-04-07

...



FÖRDJUPAD VIBRATIONSUTREDNING HERRGÅRDSGÄRDET

UTREDNING AV BEFINTLIGA VIBRATIONER FRÅN
TÅGTRAFIK I OMRÅDE FÖR KOMMANDE
EXPLOATERING, TENHULT, JÖNKÖPINGS
KOMMUN

KUND

Jönköpings Kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 503

391 25 Kalmar

Besök: Södra Malmgatan 10

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Kontaktperson WSP

Matilda Arnesson

WSP Akustik

matilda.arnesson@wsp.com

David Johansson

WSP Akustik

david.johansson@wsp.com

Kontaktperson kund

Paula Kadrić

Jönköpings kommun

paula.kadric@jonkoping.se

...

UPPDRAGSNAMN
Fördjupad vibrationsutredning
Tenhult

UPPDRAGSNUMMER
10301702

FÖRFATTARE
Matilda Arnesson

DATUM
2020-04-07

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av
Olle Goffe

Godkänd av
David Johansson

SAMMANFATTNING

WSP Akustik gjorde under hösten 2019 en utredning om förekommande markvibrationer vid planerad nybyggnation inom fastigheten Tenhult 24:47, Jönköpings kommun. Tidigare undersökning visar på hög vibrationsrespons från närliggande järnväg. Mätningarna utfördes i det övre kulturlagret. För att utröna om de undre fastare jordlagren, där grundläggningen av kommande bostäder kommer att ske, har WSP Akustik, på uppdrag av Jönköpings kommun utfört en fördjupad vibrationsmätning i de fastare jordlagren under kulturlagret.

Mätningar av vibrationer har gjorts i två mätlinjer, dels i den södra delen av området, dels i mitten av den västra delen av området. Mätningar har gjorts i tre riktningar per mätpunkt och med tre mätpunkter per mätlinje. Givarna har monterats i schaktgropar där det underliggande fastare jordlagret schaktats fram, ca 1 m under befintlig markyta. Detta material är sannolikt det kommande byggnader kommer att grundläggas i. Givarna har sedan monterats på trädgårdsplattor som övertäckts med jord alternativt monterats på markspett som skruvats ner i marken. Mätningar har utförts under 6 dygn.

Den högsta registrerade vibrationsnivån i MP 1:1 respektive MP 2:1 är 0,28 mm/s RMS respektive 0,26 mm/s RMS. Dominerande mätriktningar för båda mätlinjerna är horisontella. De medelvärdesbildade beräknade värdena för komfortvibrationsnivåer på 50 m respektive 60 m avstånd från spår beräknas underskrida riktvärdet 0,4 mm/s RMS. För att minska risken för att komfortvibrationer ska uppstå på bjälklag inom planerad bebyggelse vore det att föredra att andra konstruktionstyper väljs än veka träbjälklag för bebyggelsen med närmst avstånd till järnvägen.

INNEHÅLL

BAKGRUND	5
SYFTE	6
MARKBURNA VIBRATIONER	6
BEDÖMNINGSGRUNDER	7
SVENSK STANDARD SS 460 48 61	7
TDOK 2014:1021	7
UNDERLAG	8
KART- OCH TERRÄNGMATERIAL	8
TÅGDATA	8
OBJEKTSBESKRIVNING	8
GEOLOGI	8
PLANERAD BYGGNATION	8
MÄTNING	9
AVSTEG FRÅN MÄTSTANDARD	15
MÄTUTRUSTNING	16
MÄTARINSTÄLLNING	16
MÄTRESULTAT	16
BERÄKNING	17
BEDÖMNING	20
SLUTSATS	21

BILAGA 1 – Grafer för mätresultat

BAKGRUND

WSP Akustik gjorde under hösten 2019, på uppdrag av Jönköpings kommun, en utredning om förekommande markvibrationer vid planerad nybyggnation inom Herrgårdsgärdet, fastigheten Tenhult 24:47, Jönköpings kommun. De markvibrationer som då mättes upp var relativt höga och bebyggelsen riskerade att behöva flyttas längre från järnvägen jämfört med planförslaget. De vibrationsförlopp som mättes upp visade också fenomen som kunde antyda att vibrationsresponsen eventuellt skulle vara högre i de översta jordlagren i områden jämfört med de jordlagren som kommer vara grundläggningsnivå för planerad byggnation. För att säkerställa om vibrationsresponsen skiljer mellan de olika marklagren har därför WSP Akustik, på uppdrag av Jönköpings kommun, gjort en fördjupad vibrationsutredning för samma planområde.

Herrgårdsgärdet ligger i södra Tenhult, norr om Tenhultasjön och öster om Centrumvägen. Intill det tilltänkta området för nybyggnation passerar i sydväst järnvägen Jönköpingsbanan, sträckan Tenhult-Forserum. Ca 300 meter nordväst om området finns Tenhult tågstation. Exploateringsytan ligger mellan cirka 10 och 260 meter från närmsta spår och i norr finns befintligt bostadsområde. Området består idag av åker- och ängsmark samt en del buskage och hagar. Det planerade exploateringsområdet kan ses i Figur 1 nedan.



Figur 1. Planerat exploateringsområde som utretts för markvibrationer från järnväg.

SYFTE

Syftet med denna utredning är att utreda om marken i kommande byggnaders grundläggningsnivå, överför vibrationer på liknande sätt som kulturlagret och om risk för komfortstörande vibrationer i kommande byggnader inom det tänkta exploateringsområdet föreligger.

MARKBURNA VIBRATIONER

När ett fordon passerar på en väg eller järnväg trycker det ned marken med sin massa (tyngd). I och med att massan rör sig uppkommer dynamiska krafter i marken, som då kommer i svängning. Denna svängning sprider sig som vågor ut i angränsande mark och kallas markvibrationer. Flera faktorer påverkar hur höga vibrationsnivåerna blir som alstras av det passerande fordonet. Framför allt påverkar markens uppbyggnad, alltså jordart och jordlagerföljd, underliggande berggrunds utformning samt massan och hastighet på de passerande fordonen. Även banan eller vägens uppbyggnad och fordonets fjädring samt ytjämnheten på räler/banban och, för järnväg, tåghjulens ovalitet påverkar vibrationsnivåerna i omgivningen. Andra parametrar som påverkar responsen från markvibrationer är byggnadens konstruktion, grundläggning, bjälklagsspännvidder och antalet våningsplan. Generellt uppkommer högre vibrationsnivåer från järnvägstrafik jämfört med vägtrafik.

Trafikinducerade markvibrationer kan påverka och vara skadliga både för byggnader och för de människor som vistas i byggnaderna. Skador kan uppkomma på vibrationskänslig utrustning. Människor upplever vibrationer

olika beroende på i vilket frekvensområde de uppträder. Människan är särskilt känslig i frekvensområdet 1 - 80 Hz. Vibrationer som upplevs inne i en byggnad kallas komfortvibrationer och kan ge upphov till störningar i form av sömnsvårigheter, insomningssvårigheter och väckningsrisk. Vibrationer i byggnader kan få föremål att rassla och glas att klirra. I vissa fall kan tonala ljud uppstå vid frekvenser över 20 Hz. Studier visar också att den upplevda störningen av buller från trafik ökar om personer samtidigt utsätts för höga komfortvibrationer. Detta gäller både i vaket och sovande tillstånd.

BEDÖMNINGSGRUNDER

Mätning har i tillämpliga delar utförts enligt Svensk Standard SS 460 48 61 *Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader*. Mätutrustningen som använts i uppdraget uppfyller de krav som anges i ovannämnda standard och var vid mättillfället kalibrerad enligt krav som anges i standarden.

SVENSK STANDARD SS 460 48 61

Enligt Svensk Standard SS 460 48 61 *Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader* finns två nivåer för riktvärden avseende komfortvibrationer i byggnader. Dessa presenteras i Tabell 1 nedan. Nivåerna avser måttlig störning och sannolik störning och bör enligt standarden tillämpas vid nyetableringar av väg och järnvägar och vid planering av ny bostadsbebyggelse. Riktvärdena bör dessutom tillämpas mer strikt vid bostäder nattetid och mindre strikt för kontor jämfört med för bostäder.

Tabell 1 Vibrationsnivåer då måttlig störning respektive sannolik störning kan förväntas enligt SS 460 48 61 *Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader*

	Vägd hastighet, mm/s	Vägd acceleration mm/s ²
Måttlig störning	0,4-1,0	14,4-36,0
Sannolik störning	>1	>36

Vid måttlig störning anses vibrationsnivåerna i vissa fall ge anledning till klagomål. Vid lägre vibrationsnivåer upplever få människor vibrationerna som störande och i skiktet sannolik störning upplevs vibrationerna i många fall som störande.

TDOK 2014:1021

I Trafikverkets riktlinje avseende vibrationer från väg och järnväg TDOK 2014:1021 *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg* redovisas riktvärden för komfortvägda vibrationer som Trafikverket anser vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö. Maximal vibrationsnivå anges där för bostäder och vårdlokaler till 0,4 mm/s vägd RMS inomhus och avser

vibrationsnivå nattetid (kl. 22-06). Denna nivå får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock, enligt TDOK 2014:1021, inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS.

UNDERLAG

Underlag som använts i utredningen redovisas nedan.

KART- OCH TERRÄNGMATERIAL

- Kartunderlag för planerad nybyggnation har erhållits från Jönköpings kommun genom Illustrationsplan från Linda Bylefors, Jönköpings kommun, 2019-09-12.
- Geologisk karta från SGU:s jordartskarta 1:25000–1:100 000.

TÅGDATA

Information om tågföring på sträckan förbi Tenhult station har inhämtats från Trafikverket¹ den 2020-03-26. Där framkommer både tågtyp, tåglängd, tågvikt och tid för tågpassage. Enlig Trafikinformationsledaren i Väst på Trafikverket har det inte förekommit några större störningar på sträckan Tenhult-Forserum under tidperioden för mätningen, varför normaltrafik kan antas ha pågått under aktuell mätperiod².

OBJEKTSBESKRIVNING

GEOLOGI

Marken under järnvägen består, enligt Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) jordartskarta i huvudsak av sandigt isälvsediment, men delar av morän förekommer. En så kallad drumlin (en landform av morän som skapats subglacialt, dvs. under en glaciär) täcker stora delar av det tilltänkta exploateringsområdet och slutar cirka 100 m söder om järnvägen. I övrigt består området av morän och sandigt isälvsediment.

Jorddjupet inom det planerade exploateringsområdet är enligt SGU:s jorddjupskarta i spannen 5–10 m och 10–20 m där det större jorddjupet är i den södra delen av området.

PLANERAD BYGGNATION

Området planeras att främst bebyggas med enbostadshus och kedjehus i 2–3 våningar. Husen i den nordöstra delen av området, som alltså ligger längst från spårområdet, planeras som flerbostadshus i 2–3 våningar. De bostäder som ligger med kortast avstånd till spårområdet har ett avstånd till närmsta

¹ Via mail från Peter Johansson till Matilda Arnesson (matilda.arnesson@wsp.com) den 2020-03-26.

² Via mail från Trafikverkets kontaktcenter (kund@trafikverket.se) till Matilda Arnesson den 2020-04-07.

spår på ca 60 m. En byggnad i de södra delarna av exploateringsområdet har dock ett avstånd till närmsta spår på ca 53 m.

Järnvägen går längs med drumlinens kant. I den norra delen av exploateringsområdet går järnvägen på bank och i de södra delarna går järnvägen i skärning.

MÄTNING

Mätningarna är i denna utredning, i tillämpliga delar, utförda enligt Svensk Standard SS 460 48 61. Mätning av markvibrationer har utförts under perioden 2020-03-11 kl. 20:00 till 2020-03-17 kl. 10:30 för mätlinje 1 och till 2020-03-16 kl. 08:00 för mätlinje 2. Mätutrustningen monterades av Matilda Arnesson och Olle Goffe, WSP Akustik.

Mätare monterades i två mätlinjer, en i de södra delarna av området (mätlinje 1), i höjd med bostadshusen inom fastigheten Tenhult 24:1 och en mitt på områdets västra delar (mätlinje 2). Mätlinje 1 är därmed helt belägen inom det område som enligt SGU är klassat som en drumlin. Mätlinje 2 är placerad mellan ett område med svämsediment i närområdet av det moränområde som breder ut sig i exploateringsområdets norra delar. Mätlinjerna presenteras i Figur 2.



Figur 2 Mätlinjernas placering i landskapet. Karta från Lantmäteriets karttjänst hämtad 2020-03-31.

I mätlinjerna har mätgropar schaktats ner cirka en meter på tre platser med ökat avstånd till järnvägen. Tre riktningsgivare har sedan placerats i groparna, monterade på trädgårdsplattor och övertäckta med jord (5 mätpunkter) eller med nedskruvad markskruv (1 mätpunkt). Samtliga givare har monterats så att de sitter i våg. Mätpunkterna har namngetts enligt

principen *mätlinje:mätpunkt* där den, till järnvägen, närmsta mätpunkten i mätlinje 1 kallas mätpunkt 1:1.

Mätlinje 1 med mätpunkt 1:1 (MP1:1), mätpunkt 1:2 (MP1:2), mätpunkt 1:3 (MP1:3) kan ses i Figur 3. Förbi mätlinje 1 går järnvägen i skärning. Marken vid mätlinje 1 sluttar ner mot järnvägen.



Figur 3 Mätlinje 1 sedd från ovan mätpunkt 1:3 mot järnvägen.

Avstånden från järnväg till respektive mätpunkt presenteras i Tabell 2. I tabellen visas också metod för givarmontering.

Tabell 2 Avstånd samt metod för givarmontering i mätlinje 1

Mätpunkt	Avstånd	
	från järnväg	Metod för givarmontering
1:1	15	På trädgårdsplatta och övertäckt med jord
1:2	39	På trädgårdsplatta och övertäckt med jord
1:3	66	På trädgårdsplatta och övertäckt med jord

Vid montering av givarna passerade ett flertal tåg mätplatsen. Vid MP 1:1 kunde vibrationerna kännas tydligt i marken av mättekniker när tågen passerade. I övriga punkter kändes vibrationerna inte lika tydligt. Marken var blöt vid monteringsstillfället. Under mätperioden fylldes schaktgroparna med vatten. Givaren i MP 1:1 presenteras i Figur 4, både monterad på platta som placerats i schaktgropen samt övertäckt med jord.



Figur 4 Givaren i MP 1:1 monterad och placerad i våg i schaktgropen till vänster och övertäckt av jord till höger.

I Figur 5 visas givaren i MP 1:2 under tiden som den övertäcks med jord.



Figur 5 Givaren i MP 1:2 monterad och placerad i våg i schaktgropen, delvis täckt med jord. Under mätningen var mätaren helt täckt med jord.

I Figur 6 visas givaren i MP 1:3 när den delvis är täckt med jord. Under mätningen var hela givaren övertäckt av jord.



Figur 6 Givaren i MP 1:3 monterad på trädgårdsplatta, placerad i våg och delvis täckt med jord. Under mätningen var hela mätaren övertäckt med jord.

Mätlinje 2 med mätpunkt 2:1 (MP2:1), mätpunkt 2:2 (MP2:2), mätpunkt 2:3 (MP1:3) kan ses i Figur 7. Vid mätlinje 2 går järnvägen på bank. Mellan järnvägen och MP2:1 finns ett dike som följer järnvägen. Diket var vattenfyllt vid mättillfället. Marken längs mätlinje 2 var vattenmättad vid mättillfället och vatten dränerades ner mot diket. Marken längs mätlinje 2 sluttar ner mot diket.



Figur 7 Mätlinje 2 sedd från mätpunkt 2:3 och mot järnvägen.

Avstånden från järnväg till respektive mätpunkt presenteras i Tabell 3. I tabellen visas också metod för givarmontering.

Tabell 3 Avstånd samt metod för givarmontering i mätlinje 2

Mät punkt	Avstånd	
	från järnväg	Metod för givarmontering
2:1	20	På trädgårdsplatta och övertäckt med jord
2:2	47	På markspett nedskruvat i marken
2:3	69	På trädgårdsplatta och övertäckt med jord

Vid montering av mätarna var marken längs mätlinje 2 blöt. Vatten dränerades längs markytan ner mot det dike som går längs järnvägen. Från det att groparna för mätarmontering schaktades till dess att mätarna monterades hann groparna delvis att vattenfyllas. Under mätperioden fylldes sedan schakten ytterligare. I Figur 8 visas givaren i MP 2:1 innan den övertäcks av jord.



Figur 8 Givaren i MP 2:1 innan den övertäcks med jord.

I Figur 9 visas givaren i MP 2:2 monterad på spett i vattenfylld schaktgrop.



Figur 9 Givaren i MP 2:2 monterad på spett.

I Figur 10 visas givaren i MP 2:3 övertäckt med jord. I bakgrunden syns järnvägen.



Figur 10 Givaren i MP 2:3 redan övertäckt med jord i den borte delen av schaktgropen från fotopositionen sett.

AVSTEG FRÅN MÄTSTANDARD

Då det i mätstandarden anges att mätning skall ske på bjälklag i byggnad och då inga byggnader finns i exploateringsområdet har markens vibrationsrespons uppmätts. Dessa mätdata är inte representativa för kommande byggnaders bjälklagsvibration. Beräkningar har därför utförts med ingångsdata från uppmätta vibrationer. En korrektionsfaktor har införts för kompensation av vibrationens övergång från mark till byggnadens grundläggning samt för vidare övergång från grundläggning till bjälklag. De beräknade värdena är sedan direkt jämförbara med de riktlinjer och standarder som redovisats ovan.

MÄTUTRUSTNING

Vid mätning användes den utrustning som anges i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Mätinstrument som använts vid mätning.

Typ	Tillverkare	Modell	Serienummer	Kalibrerad
Mätlinje 1				
Mätinstrument	Sigicom	INFRA Master	972	
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	11550	2019-09-18
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	5900	2019-09-18
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	11570	2019-12-13
Mätlinje 2				
Mätinstrument	Sigicom	INFRA Mini	3583	
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	11560	2019-10-26
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	5100	2019-12-13
Treriktningsgivare	Sigicom	INFRA V12	5890	2019-12-13

MÄTARINSTÄLLNING

Mätningen har utförts i frekvensområdet 1 – 80 Hz med tidsvägning slow enligt SS 460 48 61. För båda mätlinjerna har den transversella givaren (T) i punkten närmst spåret använts som triggningspunkt för resterande givare då den transversella riktningsgivaren varit dominerande i båda mätlinjerna. Triggnivån var satt till 0,1mm/s för båda givarna. Tidssignaler på 20 sekunder har insamlats vid nivåer över 0,1 mm/s rms.

MÄTRESULTAT

Under mätperioden 2020-03-11 kl. 20:00 till 2019-03-17 kl. 10:00 (ca 6 dygn), har totalt 370 tåg passerat Tenhult station enligt tågföring från Trafikverket. Under mätperioden passerade både persontåg och godståg. Tyngsta tåg som passerat, där vibrationsdata registrerats, vägde 1512 ton och var 461 m långt.

Av de resultat som verifierats som tågpassager, med tågavgångar enligt tågföring från Trafikverket samt med mätsignalens tidförlopp, presenteras de högsta värdena för mätlinje 1 i Tabell 5 och för mätlinje 2 i Tabell 6.

Tabell 5 Mätresultat för mätlinje 1, MP 1:1, MP 1:2 och MP 1:3. Maximalt uppmätt nivå oberoende av mätriktning för de tågpassager som gett högst nivå i MP 1:1. De 10 högsta registrerade resultaten för MP 1:1 samt resultat för samma passager i MP 1:2 och MP 1:3 visas

Mätlinje 1				
	Tid för resultatregistrering	MP 1:1	MP 1:2	MP 1:3
1	2020-03-17 08:56:02	0,28	0,05	0,02
2	2020-03-14 06:02:24	0,22	0,07	0,02
3	2020-03-16 00:52:44	0,21	0,05	0,02
4	2020-03-13 04:16:31	0,20	0,06	0,02
5	2020-03-17 03:38:39	0,19	0,04	0,02
6	2020-03-13 08:52:31	0,19	0,03	0,01
7	2020-03-16 08:53:32	0,18	0,03	0,01
8	2020-03-16 17:38:38	0,16	0,04	0,02
9	2020-03-14 00:53:03	0,16	0,04	0,02
10	2020-03-13 03:47:05	0,15	0,04	0,02

Dominerande mätriktningar i mätlinje 1 är transversell för MP 1:1, transversell för MP 1:2 och ingen dominerande riktning för MP 2:3. Sammantaget är horisontell mätriktning dominerande över vertikal i mätlinje 1.

Tabell 6 Mätresultat för Mätlinje 2, MP 2:1, MP 2:2 och MP 2:3. Maximalt uppmätt nivå oberoende av mätriktning för de tågpassager som gett högst nivå i MP 2:1. De 10 högsta registrerade resultaten för MP 2:1 samt resultat för samma passager i MP 2:2 och MP 2:3

Mätlinje 2				
	Tid för resultatregistrering	MP 2:1	MP 2:2	MP 2:3
1	2020-03-16 00:52:57	0,26	0,19	0,02
2	2020-03-13 08:52:45	0,22	0,25	0,02
3	2020-03-16 08:53:46	0,22	0,32	0,02
4	2020-03-17 06:16:33	0,18	0,00	0,00
5	2020-03-16 17:22:49	0,18	0,22	0,02
6	2020-03-14 06:02:13	0,17	0,08	0,02
7	2020-03-14 03:41:27	0,17	0,06	0,02
8	2020-03-15 11:42:15	0,15	0,10	0,02
9	2020-03-14 04:05:58	0,15	0,08	0,02
10	2020-03-16 17:38:27	0,13	0,17	0,02

Dominerande mätriktningar i mätlinje 2 är transversell för MP2:1, L för MP 2:2 och transversell samt longitudinell för MP 2:3. Sammantaget är horisontell mätriktning dominerande över vertikal i samtliga mätpunkter.

BERÄKNING

Mätning har gjorts av vibrationsnivån 15 m, 39 m och 66 m från närmsta spår vid mätlinje 1 och 20 m, 47 m och 69 m från närmsta spår vid mätlinje 2. Närmsta avstånd för planerad bebyggelse är ca 60 m från det närmsta spåret. En byggnad i de södra delarna av exploateringsområdet har dock ett

närmsta avstånd till spår på ca 53m. Vibrationsnivån vid dessa avstånd kan då beräknas enligt följande:

$$v = \frac{m}{d^n}$$

där v är vibrationshastigheten i mark, m är vibrationshastigheten i marken vid källan, d är avståndet från källa till beräkningspunkten och n är markens dämpningskonstant. Vid halvsfärisk utbredning utan markdämpning är $n=0,5$. Enligt de vibrationsutredningar som gjorts i Trafikverkets regi är dämpkonstanten, enligt ovanstående samband för byggnader grundlagda på sand, silt, lera, morän inom spannet 0,8–1,1.

Vid beräkning enligt ovan med $n=0,8$ fås förväntade komfortvibrationsnivåer i mark vid 50 m avstånd från spårområdet för mätlinje 1 och 60 m avstånd från spårområdet vid mätlinje 2 enligt Tabell 7. Vid mätlinje 1 är det ungefärliga avståndet från spår till närmsta bebyggelse 50 m och vid mätlinje 2 cirka 60 m. Beräkningarna är gjorda utifrån mätresultat i punkterna närmst spårområdet samt mätresultat i mittenpunkterna på respektive mätlinje.

Tabell 7 Uträknade vibrationsnivåer i markpunkter 50 m respektive 60 m från spårområdet vid dämpningskonstanten $n=0,8$ och utifrån uppmätta vibrationsnivåer i MP1:1 och MP2:1 respektive MP 1:2 och MP 2:2.

	MP X:1	MP X:2
Mätlinje 1 – komfortvibrationsnivå 50 m från spår	0,1	0,04
Mätlinje 2 – komfortvibrationsnivå 60 m från spår	0,1	0,22

De riktlinjer som finns för markburna vibrationer gäller för komfortvägda vibrationer inne på byggnaders bjälklag. Mätresultaten redovisar vibrationsnivån i marken. Värdena som mätts upp måste därför räknas om till uppskattade komfortvägda nivåer på kommande byggnaders bjälklag.

Enligt ett examensarbete på Chalmers gjort för Trafikverket är den genomsnittliga överföringsfaktorn för markvibrationer från intilliggande mark till en byggnads grundmur 0,83 för byggnader grundlagda med källare och tillhörande platta på mark samt för byggnader grundlagda med torpargrund. Erfarenhet visar att pålgrundläggning ger lägre vibrationsnivåer i byggnader än en grundläggning med platta på mark eller byggnader grundlagda på torpargrund.

Generellt är de horisontella svängningarna lägre eller i samma storleksordning som de vertikala i grundläggningsnivå. De horisontella svängningarna förstärks ofta uppe i byggnaden. De vertikala svängningarna kan både öka och minska i nivå med ökad höjd på byggnaden. Vanligtvis avtar den vertikala vibrationsnivån med ökande antal våningsplan på grund av knutpunktsdämpningar i konstruktionen.

Vilken typ av bjälklag som kommer att användas vid byggnation spelar roll för hur vibrationsnivåerna förstärks från nivån i grundmuren till den komfortvägda nivån på bjälklaget. Veka, långa träbjälklag kan ge kraftig förstärkning av vibrationsnivån, och då speciellt om störfrekvensen överensstämmer med bjälklagets resonansfrekvens. Styva betongbjälklag ger däremot generellt mindre förstärkning av vibrationsnivån mellan grundmur och bjälklag jämfört med träbjälklag. Typexempel på känsliga

byggnader är lätta småbostadshus med långa veka bjälklag, så som träbjälklag med långa spännvidder med egenfrekvens under 5Hz.

I Tabell 8 nedan presenteras överföringsfaktorer från nivåer i grundmur till uppskattade nivåer på byggnaders bjälklag vid olika bjälklagstyper.

Tabell 8 Förstärkningsfaktorer för vibrationsöverföring från grundmur till bjälklag för olika bjälklagstyper

Bjälklagstyp	Förstärkningsfaktor
Betong, kort spännvidd	1
Betong, lång spännvidd	3
Styva träbjälklag	3
Veka träbjälklag	6

Styva eller veka bjälklag respektive korta eller långa bjälklag kan relateras till nedböjning i en fritt upplagd balk. Vid 1kN punktlast på en fritt upplagd balk är gränsen mellan styvt och vekt bjälklag samt mellan kort och långt bjälklag 1 mm nedböjning. Om nedböjningen är större än 1mm klassas bjälklaget som vekt/långt och vise versa.

Vid uträkning av en förväntad vibrationsnivå inomhus (komfortvibrationsnivå), utifrån resultat i de olika mätpunkterna enligt Tabell 7 och med förstärkningsfaktorer enligt Tabell 8, fås de förväntade komfortvägda vibrationsnivåer inomhus vid 50 m för mätlinje 1 och 60 m för mätlinje 2. Framräknade komfortvibrationsnivåer redovisas i Tabell 9.

Tabell 9 Vibrationsnivån uträknad utifrån olika bjälklagstyper på 50 m respektive 60 m avstånd från spårområdet enligt resultat från mätning. Röda siffror visar på överskridanden över riktvärdet 0,4 mm/s RMS. Värden inom parantes har uteslutits ur medelvärden och analys då de är anormala

Bjälklagstyp	Beräknat vid Mätlinje 1, 50 m från spår				Beräknat vid Mätlinje 2, 60 m från spår			
	Enligt MP 1:1 (15 m)	Enligt MP 1:2 (39 m)	Enligt MP 2:3 (66 m)	medel- värde	Enligt MP 2:1 (20 m)	Enligt MP 2:2 (47 m)	Enligt MP 2:3 (69 m)	medelvärde MP 2:1 & MP 2:3
Betong, kort spännvidd	0,09	0,04	0,02	0,05	0,09	(0,22)	0,02	0,06
Betong, lång spännvidd	0,27	0,13	0,06	0,15	0,26	(0,65)	0,07	0,17
Styva träbjälklag	0,27	0,13	0,06	0,15	0,26	(0,65)	0,07	0,17
Veka träbjälklag	0,53	0,27	0,12	0,31	0,53	(1,29)	0,14	0,33

Värden inom parantes har uteslutits ur tolkningen då de är anormala. Givarna har varit monterade på jordspett som sannolikt ej varit stumt monterade mot undergrunden. Röda siffror anger överskridande av riktvärdet 0,4 mm/s RMS.

BEDÖMNING

De förutsättningar som förekommit avseende tågtrafik under mätperioden bedöms spegla den, under året, normala trafikintensiteten. Enligt uppgift från Trafikinformationsledaren i Väst, Trafikverket, har inga större störningar på bandelen förekommit under mätperioden, vilket legitimerar utförda mätningar.

Mätningarna har i 5 av 6 punkter monterats på trädgårdsplattor och sedan täkts med jord. I en av punkterna (MP 2:2) har istället skruvat markspett använts för mätarmontering. Resultaten i denna mätpunkt sticker ut från övriga resultat på så sätt att resultaten i denna linje inte alltid dämpas med avstånd. Resultaten från denna mätpunkt kan därmed ses som mindre tillförlitliga än övriga mätresultat.

För mätlinje 1 beräknas vibrationsnivåerna i denna utredning att överskrida Trafikverkets riktvärde för komfortvibrationer inomhus om 0,4 mm/s RMS, sett till den högst beräknade vibrationsnivån enligt Tabell 9 Vibrationsnivån uträknad utifrån olika bjälklagstyper på 50 m respektive 60 m avstånd från spårområdet enligt resultat från mätning. Röda siffror visar på överskridanden över riktvärdet 0,4 mm/s RMS. Värden inom parantes har uteslutits ur medelvärden och analys då de är anormala och detta enbart om byggnaderna byggs med veka träbjälklag. Sett till mätresultaten i MP 1:2 som ligger betydligt närmre den position som blivande byggnation kommer vara placerad, kommer riktvärdena innehållas även med konstruktionstypen veka träbjälklag vid 50 m avstånd från järnvägen i de södra delarna av området. Detta tyder också mätresultaten på från MP 1:3, som alltså ligger 69 m från spårområdet. Medelvärdesbildas de beräknade resultaten i de tre mätpunkterna i MP1 blir den förväntade komfortvibrationsnivån 0,31 mm/s RMS på bjälklag 50 m från spår för veka träbjälklag. Detta värde kan anses mer representativ för förväntad vibrationsnivå än beräknat värde enligt mätresultat i MP 1:1. Det medelvärdesbildade beräknade värdet för mätlinje 1 underskrider riktvärdet om 0,4 mm/s RMS.

För mätlinje 2 beräknas vibrationsnivåerna i denna utredning att överskrida riktvärdet om 0,4 mm/s RMS, sett till den högst beräknade vibrationsnivån enligt Tabell 9 och detta enbart om byggnaderna byggs med veka träbjälklag och om resultaten i MP 2:2 bortses från. Medelvärdesbildas de beräknade resultaten i mätpunkterna MP 2:1 och MP2:2 blir den förväntade komfortvibrationsnivån 0,33 mm/s RMS på bjälklag 60 m från spår för veka träbjälklag. Detta värde kan anses mer representativ för förväntad vibrationsnivå än beräknat värde enligt mätresultat i MP 2:1. Det medelvärdesbildade beräknade värdet för mätlinje 2 underskrider riktvärdet om 0,4 mm/s RMS.

Riktvärdet 0,4 mm/s RMS är Trafikverkets riktvärde för komfortvibrationer inomhus. Mätresultaten i MP 2:3 är långt under riktvärdena för samtliga bjälklagstyper. Avståndet från MP 2:3 till spårområdet är det som är mest snarlikt avståndet till planerad byggnation. I de mellersta och norra

områdena av planområdet bedöms planerad byggnation därmed kunna behållas enligt planförslaget.

De förstärkningsfaktorer som används i beräkningarna är oberoende av våningshöjd, vilket inte stämmer med verkligheten. Vanligtvis ökar känsligheten och risken för att horisontella vibrationer ska förstärkas med ett ökat antalet våningsplan. I aktuellt projekt planeras bebyggelse med relativt få våningsplan vilket talar för en minskad risk för marginellt högre komfortvibrationsnivåer ska uppstå i planerad bebyggelse jämfört med beräknade vibrationsnivåer.

En jämförelse mellan resultat från de båda mätningar som utförts för utrett planområde tyder på att det är en större vibrationsrespons i de övre jordlagren jämfört med de lägre jordlager där grundläggning av byggnader kommer ske.

Vidare kan antas att hela området har samma känslighet avseende markvibrationer sett till uppmätta vibrationsnivåer, då resultaten är snarlika för de närmsta mätpunkterna i de båda mätlinjerna. I samtliga delar av planområdet bedöms alltså planerad byggnation att kunna behållas enligt planförslaget. Det vore dock att föredra att de byggnader som uppförs närmst spårområdet konstrueras med annan konstruktionstyp än veka träbjälklag för att minska risken att komfortvibrationer uppstår i framtida byggnader som överskrider gällande riktvärden.

SLUTSATS

Resultat från mätningar och beräkningar tyder på att planerad byggnation kan behållas enligt planförslaget då vibrationsnivåerna förväntas underskrida riktvärdet avseende komfortvibrationer om 0,4 mm/s RMS. För att minska risken att komfortvibrationer uppstår i planerad byggnation som överskrider riktvärdet vore det att föredra att de byggnader som uppförs närmst järnvägen konstrueras med en annan konstruktionstyp än veka träbjälklag.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

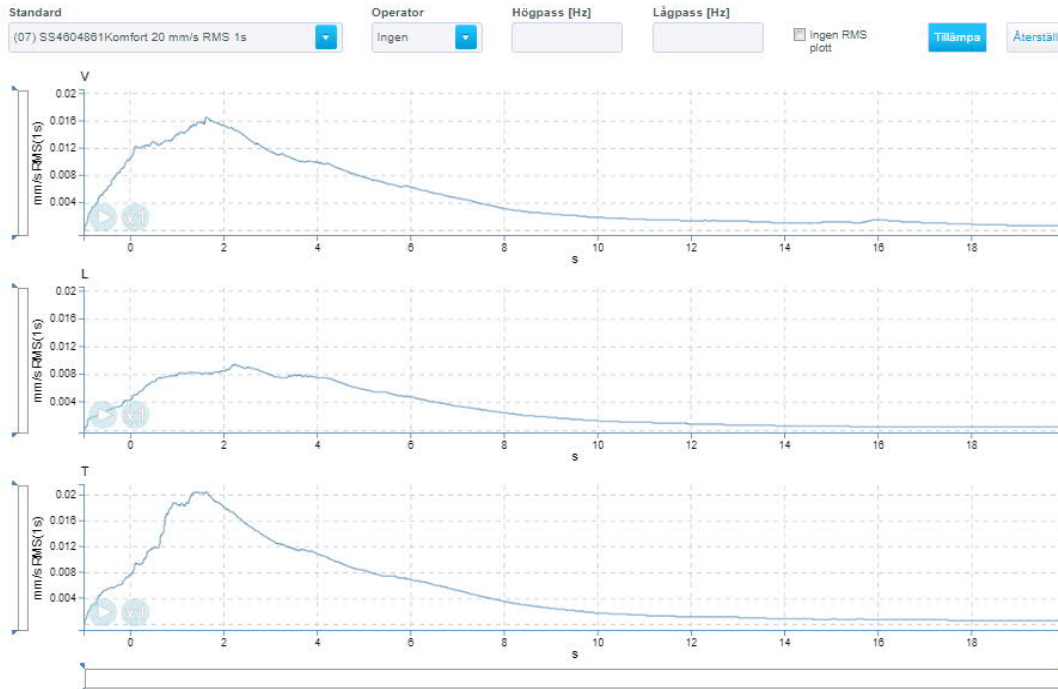
T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



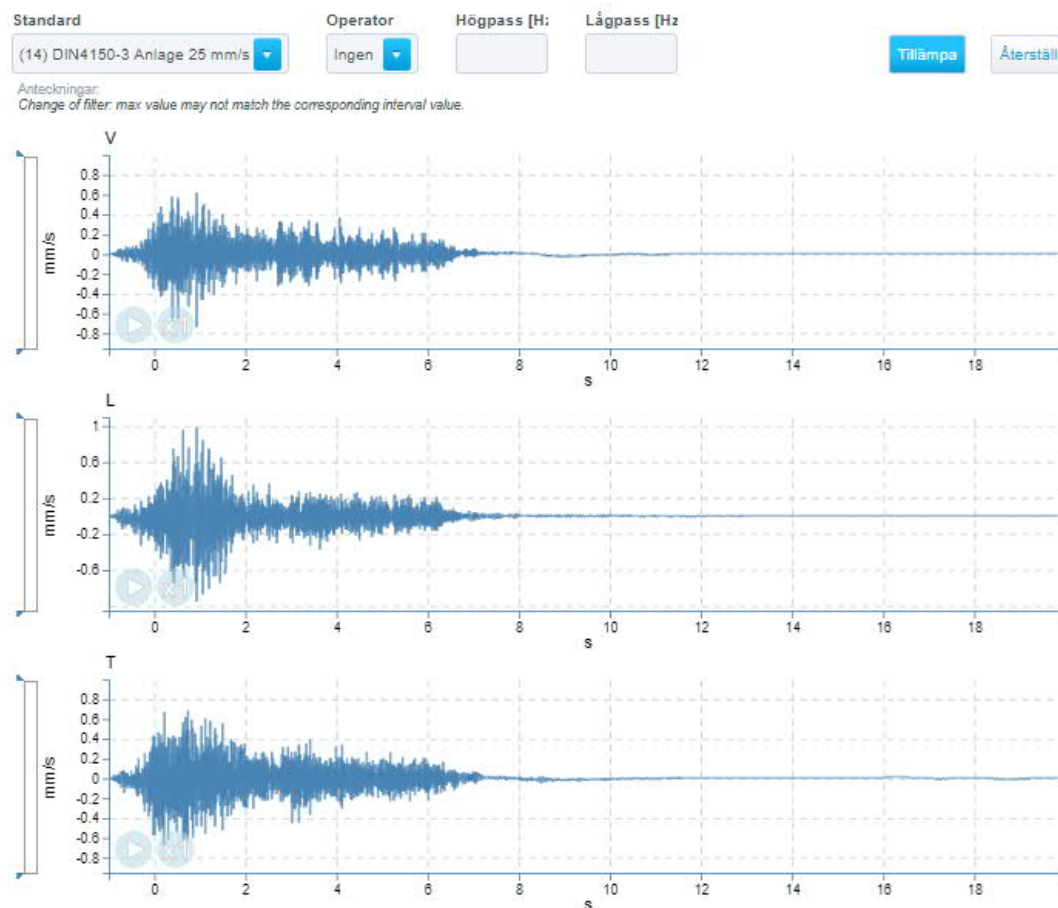
Högsta registrerade mätresultat för mätlinje 1

Tid för resultatregistrering	MP 1:1	MP 1:2	MP 1:3
2020-03-17 kl. 08:56:02	0,28	0,05	0,02

Komfortvägd vibrationsnivå



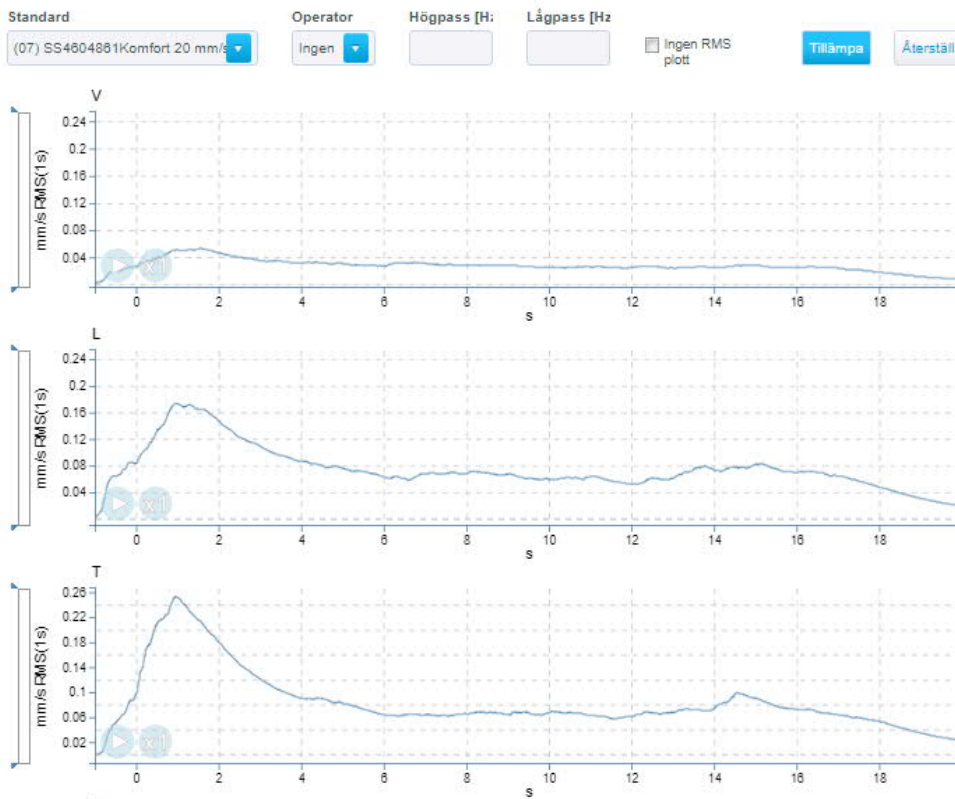
Ovägt mätresultat



Högsta registrerade mätresultat för mätlinje 2

Tid för resultatregistrering	MP 2:1	MP 2:2	MP 2:3
2020-03-16 kl. 00:52:57	0,26	0,19	0,02

Komfortvägd vibrationsnivå



Ovägt mätresultat

