

STATIONSOMRÅDE KARLSHAMN

UTREDNING AV KOMFORTZON INFÖR PLANERAD BYGGNATION – VIBRATIONER FRÅN SPÅRVÄG

2018-07-05



STATIONSOMRÅDE KARLSHAMN

Utredning av Komfortzon inför planerad byggnation – Vibrationer från Spårväg

KUND

Karlshamns Kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 13033

WSP Sverige AB

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

UPPDRAGSNAMN
Stationsområdet Karlshamn

UPPDRAGSNUMMER
10267430

FÖRFATTARE
Martin Lewis

DATUM
2016-05-05

ÄNDRINGSDATUM
2018-10-04

Granskad av
Andreas Wennblom

Godkänd av
Olle Goffe

Andreas Wennblom, WSP Akustik
Martin Lewis, WSP Akustik
Oskar Häggström, WSP Samhällsbyggnad
Jeanette Conradsson, Karlshamns kommun

INNEHÅLL

UPPDRAGSBESKRIVNING	4
SAMMANFATTNING	4
OBJEKTSBESKRIVNING	4
VIBRATIONER MARK OCH FASTIGHET	4
VIBRATIONERNAS ALSTRING OCH SPRIDNING	4
VIBRATIONERNAS EFFEKTER UPPLEVELSE	5
PÅVERKAN PÅ BYGGNADER	5
GEOLOGI	7
MÄTUTFÖRANDE	8
MÄTRESULTAT	10
BERÄKNING ÖVERFÖRINGSFAKTORER	14
TRAFIKFÖRING	15
VIBRATIONENS KARAKTÄR	15
UPPSKATTNING AV KOMFORTVIBRATIONER I KOMMANDE BYGGNADER	15
RIKTVÄRDEN ENLIGT SVENSK STANDARD	16
RIKTVÄRDEN	16
DISKUSSION	17
NOTERADE HÄNDELSER	17
SLUTSATS	17

UPPDRAGSBESKRIVNING

WSP Akustik har på uppdrag av Karlshamns kommun upprättat en vibrationsutredning i samband med planerad bebyggelse av stationsområdet i Karlshamn.

Utredningen syftar till att belysa om risk för komfortstörande vibrationer förekommer inom aktuellt utbyggnadsområde och i förekommande fall föreslå åtgärder för att minska stör nivån i kommande bebyggelse. Källsignalerna utgörs framförallt av järnvägstrafik men även av fordonstrafik på väg.

I föreliggande rapport redovisas de vibrationsmätningar som nyttjats för att kontrollera risken för komfortstörande vibrationer från närliggande järnvägstrafik i planerad nybyggnation. Mätdata har samlats in under ett antal dygn och beräknats fram med framtida valda konstruktioner, samt om någon typ av förstärkningsåtgärd bör göras.

Vibrationer uppkommer från intilliggande järnväg.

SAMMANFATTNING

Uppmätta komfortvibrationer i de olika mätpunkterna visar på en låg vibrationsrespons från den närliggande tågtrafiken. De högst uppmätta värdena som registrerats under mätperioden 2018-06-12 till 2018-06-18 visar på komfortvibrationer på max 0,36 mm/s rms. Därmed kan vi konstatera att gällande riktvärde på 0,4 mm/s rms underskrids. Mätningarna har utförts i befintliga byggnader i exploateringsområdet samt på olika markmätpunkter. Dominerande frekvens i uppmätta tidssignaler ligger mellan ca 10-38 Hz. Sammanfattningsvis kan vi konstatera att beräknade och uppmätta komfortnivåer i samtliga mätpunkter ligger under riktvärdet 0,4 mm/s rms.

En analys visar att vibrationsnivåerna ligger under miljömålsvärdet 0,4 mm/s RMS från både väg och spårtrafik, vibrationerna kommer ej att bli kännbara och kräver ingen åtgärd, ex förstärkningsåtgärd ur vibrationssynpunkt.

OBJEKTSBESKRIVNING

Området omfattar stationen vid Järnvägsplan och angränsade ytor begränsade av Regeringsgatan, Källvägen, Kolonigatan och Stationsvägen. Området gränsar mot villaområden i norr och öst. I söder och väster finns ett antal flerbostadshus samt grönområden.

Bild 1 visar en Illustrationsplan. Planerat byggområde inom rödmarkerad sträckning, se bild 2.

VIBRATIONER MARK OCH FASTIGHET

VIBRATIONERNAS ALSTRING OCH SPRIDNING

Vibrationer fortplantas som energivågor i mark.

När det gäller trafik kan fortplantningen vara följande.

Spårtrafik

De mekanismer som inverkar på vibrationsalstringen är främst:

- Hastighet. Högre hastighet leder till större vibrationskrafter.
- Fordonets fjädring. En styvare fjädring leder till större vibrationskrafter.
- Den ofjädrade massan för fordonet. En större massa som ligger under fjädringen på fordonet leder till större vibrationskrafter.
- Hjulens ytjämnhet. Jämnare hjul leder till lägre vibrationskrafter.
- Rälernas jämnhet. En jämnare yta leder till lägre vibrationskrafter.
- Banans uppbyggnad. En tyngre uppbyggnad, för exempelvis en tunnel eller bana på bro leder till lägre vibrationsnivåer

Övriga faktorer inverkar också som ovanpåliggande jordlager, hur grundberget ser ut, vattenmättad i mark, tjäle samt fastighetens unika egenskaper.

Vägtrafik

- Hastighet - Högre hastighet leder till större vibrationskrafter.
- Typ av fordon, tung lätta fordon
- Beläggning och ojämnheter
- Intensitet på trafik

VIBRATIONERNAS EFFEKTER UPPLEVELSE

Upplevelse av markvibrationer (1 till 80 Hz)

Vibrationer inne i en byggnad kan upplevas av människorna i byggnaden och påverka dem på många sätt: livskvaliteten kan minska liksom arbetskapaciteten. Dessa effekter beskrivs i standarden ISO 2631-2 och Svensk Standard SS 460 48 61. Trafikvibrationer kan sägas ge följande reaktioner (i storleksordning):

- Irritation
- Komfortsänkning (insomningsproblem eller väckningsrisk)
- Störning av verksamheten
- Påverkan på hälsan (b.la. förhöjt blodtryck)

Svensk Standard SS 460 48 61 (som baseras på den internationella standarden ISO 2631-2) ger vägningskurvor (människan är olika känslig för vibrationer vid olika frekvenser) samt rekommendationer för riktvärden.

PÅVERKAN PÅ BYGGNADER

Påverkan byggnader (1 till 500 Hz)

De allra flesta litteraturreferenser inom området har ett dåligt underlag för att presentera några säkra samband mellan givna svängningshastigheter i byggnader orsakade av trafik och skador på byggnader. Några referenser redovisar klara slutsatser att inga påvisbara skador kan härledas till vibrationer från trafik. Vissa erfarenheter och teoretiska beräkningar har visat på att vibrationsnivåerna

måste vara mycket höga för att ge påvisbara skador. Detta gäller även för indirekta vibrationsskador, dvs. att vibrationerna skulle orsaka sättningar som i sin tur skulle ge skador.

Mycket höga nivåer av markvibrationer eller ett stort antal händelser kan i vissa fall öka risken för byggnadsskador, antingen genom direkt spännings- och töjningsökning i byggnadsdelarna eller indirekt genom sättning i kohesionssvaga jordarter. Den vibrationsnivå som krävs för detta är dock i storleksordning 10 till 100 gånger större än de värden som normalt ger komfortstörningar för människor. Vibrationer som skulle kunna ge byggnadsskador, även rent kosmetiska, skulle vara helt oacceptabla för boendekomforten.



Bild 1. Förslag Illustrationsplan



Bild 2. Planerat byggområde.

GEOLOGI

Miljöteknisk undersökning har utförts av Sweco 2017-09-06.

Geotekniks undersökning av marken har ej utförts och Geologisk information hämtad från SGU:s hemsida.

Enligt SGU:s jordartskarta (1:25 000 - 1:100 000) utgörs jordarterna i planerat utbyggområde i huvudsakligen av fyllning, eller lera.

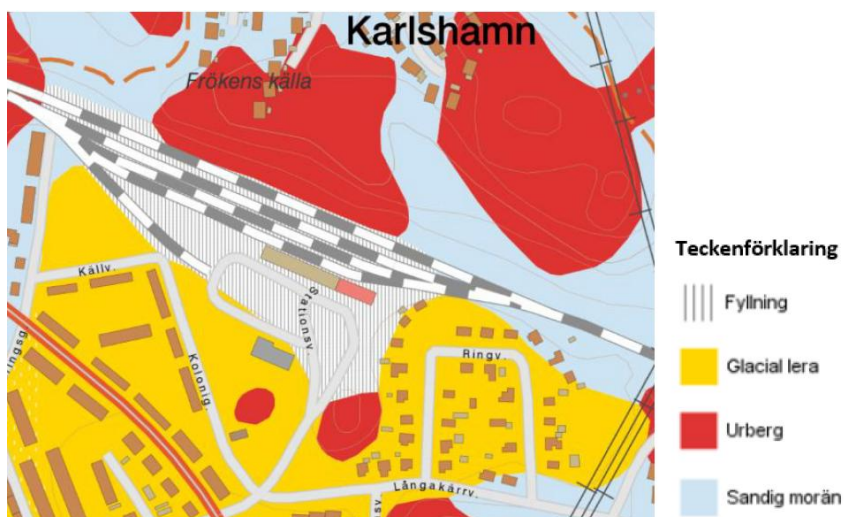


Bild 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta. Källa: SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000.

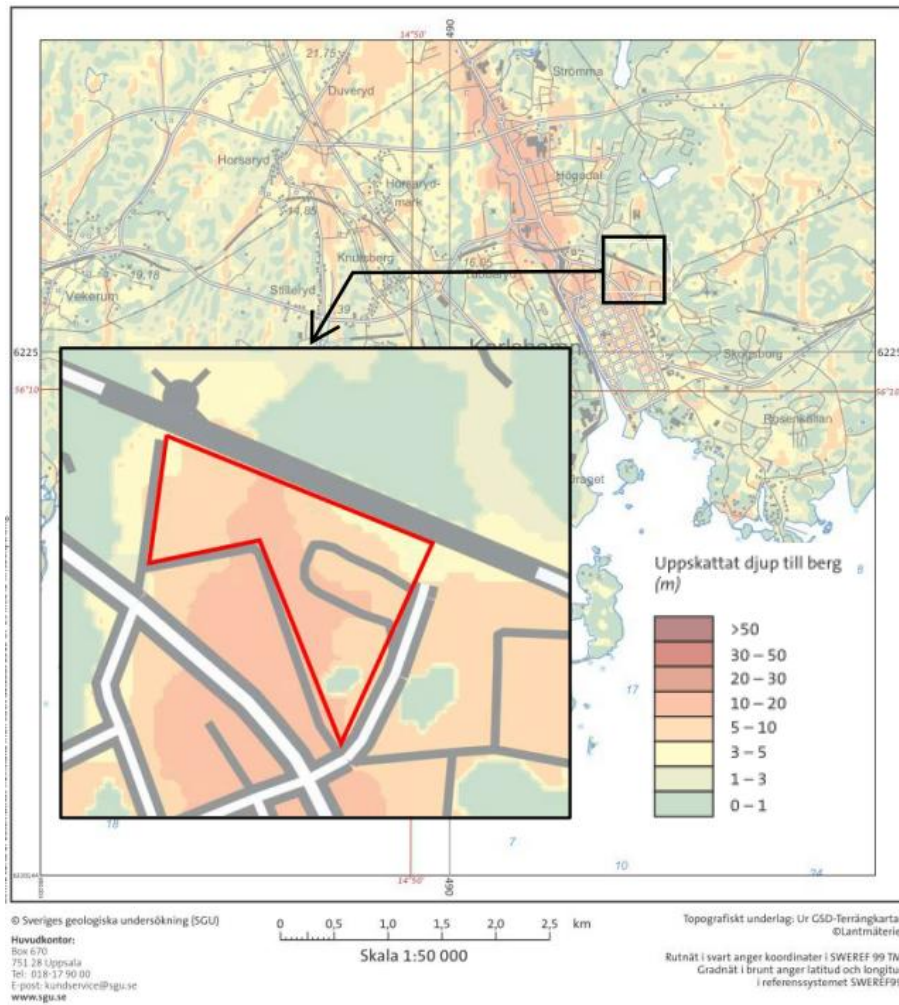


Bild 4. Utdrag ur SGU:s jorrdjupskarta. Källa: SGU:s jordartskarta 1:50 000

Jorrdjupskartan anger uppskattat djup till berg vilket inom utbyggnadsområdet varierar mellan 0 till som max 20 m.

MÄTUTFÖRANDE

För att bedöma risken för komfortstörande vibrationer utfördes vibrationsmätning på två olika flerbostadshus, stationsbyggnaden samt två markmätpunkter på jordspett.

Mätningen har skett under perioden 2018-06-12 - 2018-06-18.



Bild 5. Visar mätplan för utförd komfortmätning.

	Placering	Mätning	Mätning Våningsplan	Avstånd huvudspår
MP1	Regeringsgatan 131	Treriktn. + Trigg	Plan 3 (Vind)	26 m
MP2	Skogsdunge	Treriktn. Markmätpunkt		86 m
MP3	Kolonigatan 15	Treriktn. + Trigg	Plan3 (Trappuppgång)	95 m
MP4	Plats – Skogsdunge markplats	Treriktn. Markmätpunkt		160 m
MP5	Utgång			
MP6	Tågplattform	Treriktn. + Trigg	Plan 1 (Rumsutrymme)	33 m

Tabell 1 visar sammanställning av mätpunkter.

Mätpunkt 1 placerades på Regeringsgatan 131 B. En treriktningseofon monterad på nivellerad montageplatta placerades på vindsbjälklaget, ett träbjälklag 33 meter från huvudspår. En triggivare monterades på jordspett i mark omedelbart bredvid byggnaden vid fasad mot järnvägen. Fastigheten ligger enligt SGU:s jordartskarta en på sandig morän. Grundläggning på fastigheten antas vara platta i mark.



Mätpunkt 2 monterades i en skogsdunge mellan Regeringsgatan och Källvägen. Treriktningseofon monterades på jordspett som markmätpunkt. Mätpunkten ligger enligt SGU:s jordartskarta på glacial lera (Jorddjup 5-10m).

Mätpunkt 3 placerades på Kolonigatan 15. En treriktningsgeofon monterad på nivellerad montageplatta placerades på översta golvbjälklaget i trappuppgången. Bjälklaget är av betongbjälklag och avståndet från mätpunkten till huvudspår är 95 meter. En trigg-givare monterades på jordspett omedelbart nedanför byggnaden vid fasad som vetter mot järnvägen. Fastigheten ligger enligt SGU:s jordartskarta på glacial lera (Jorddjup 10-20m) Grundläggning på fastigheten antas vara platta i mark.



Mätpunkt 4 monterades i en skogsdunge mellan Kolonigatan och Dekra (företag plats). En treriktningsgivare monterades på jordspett 160 meter från huvudspår. Mätpunkten ligger enligt SGU:s jordartskarta nära berg (1-3 m).

Mätpunkt 5 har utgått då byggnaden där var belägen på berg varför komfortvibrationer inte kan uppstå.

Mätpunkt 6 var placerad i stationsbyggnaden, i ett utrymme mot järnvägsspår. En treriktningsgivare var placerad på ett betonggolv 33 meter från huvudspår. En trigg-givaren var monterad i sockel på stationsbyggnaden. Fastigheten är enligt SGU:s jordartskarta placerad på fyllnadsmaterial med ett jorddjup på 3-5 m.

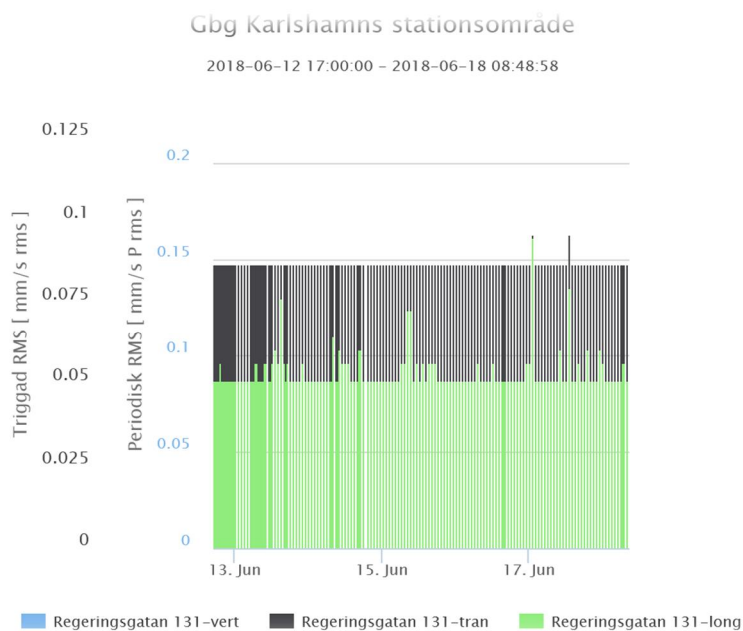
Mätning har i tillämpliga delar utförts enligt SS 460 48 61 med analyserande vibrationsmätare av modell AvaTrace med 3-riktningsgeofon monterade på nivellerad montageplatta eller jordspett. Då mätpunkter i mark inte direkt kan översättas till komfortvibrationsnivå i byggnad har beräkningar av förväntade bjälklagsvibrationer i de planerade byggnaderna utförts.

Mätningen har utförts som obemannad mätning med registrering av maximala komfortnivåer i 5 minuters intervall. Då mätsignalen i trigg-givaren överskridit bakgrundsnivån har tidssignaler av vibrationen registreras under 30 sekunder. Detta förfaringssätt används för att undvika ovidkommande mätresultat genererade av ex. personer som vistas inne i byggnaden och påverkat mätningen.

MÄTRESULTAT

Nedan redovisas interallldata (högsta värdet under en 5 minutersperiod) samt det högsta uppmätta komfortvärde för respektive mätpunkt.

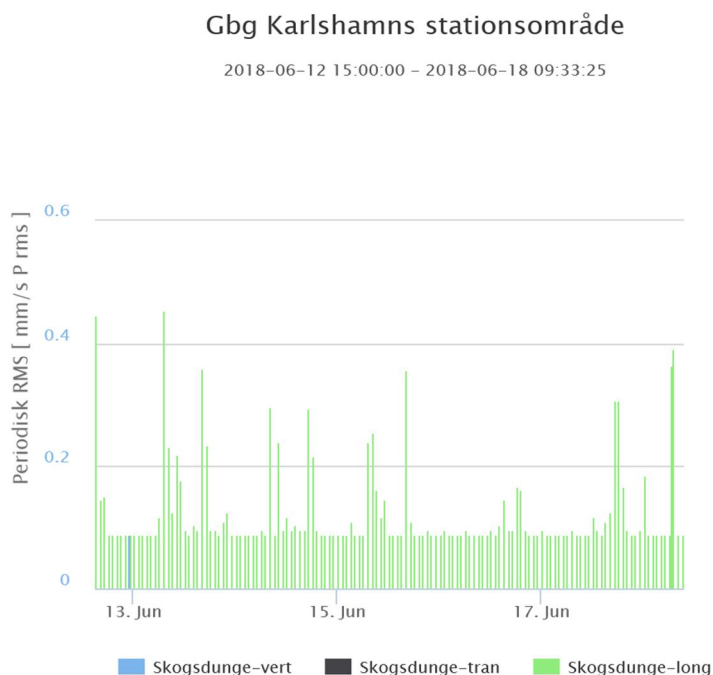
Diagram 1. Komfortvibration för Mätpunkt 1, Regeringsgatan 131. Högsta noterat komfortvärde = 0,1 mm/s rms. Dominerande frekvens = 38 Hz



Som framgår av diagrammet ovan är de horisontella mätriktningarna dominanta.

Maximalt komfortvärde på bjälklag i byggnaden var 0,1 mm/s rms vilket med marginal underskrider riktvärdet för komfortstörning som är 0,4 mm/s.

Diagram 2. Komfortvibration för Mätpunkt 2, Skogsdunge. Högsta noterat komfortvärde $L_{\max} = 0,36$. dominerande frekvens svårbedömd.



I diagrammet ovan förekommer nivåer över 0,4 mm/s rms. Dessa nivåer har ett annat ursprung än trafik från järnväg (troliga störningar, direktkontakt med givaren). De komfortvärden som uppmätts i mark är inte direkt jämförbara med de nivåer som uppkommer på bjälklagen i kommande hus. Predikteringar har utförts för jämförelse av förväntad komfortvibrationsnivå i byggnad.

Diagram 3. Komfortvibration för Mätpunkt 3, Kolonigatan 15. Högsta noterat komfortvärde $V/L/T_{\max} = 0,09$. Dominerande frekvens svårbedömd på grund av svaga signaler.

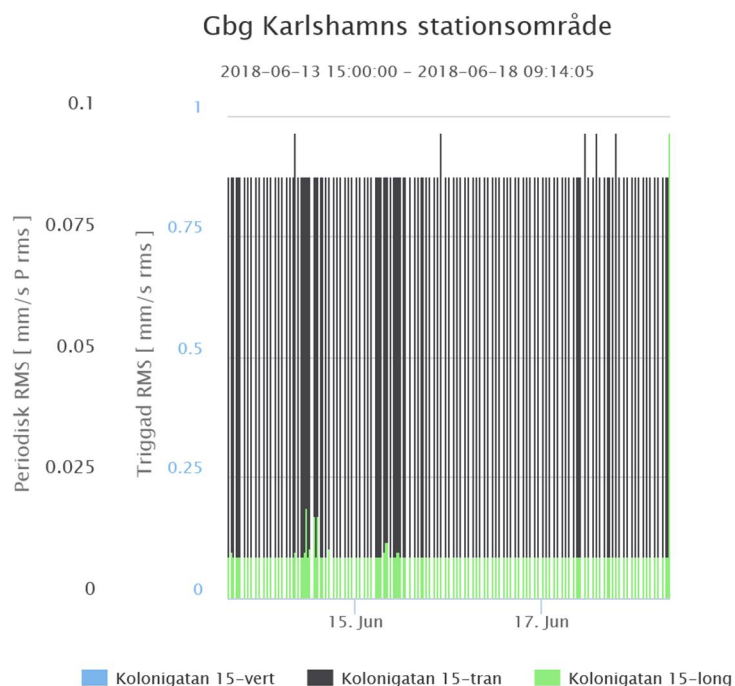
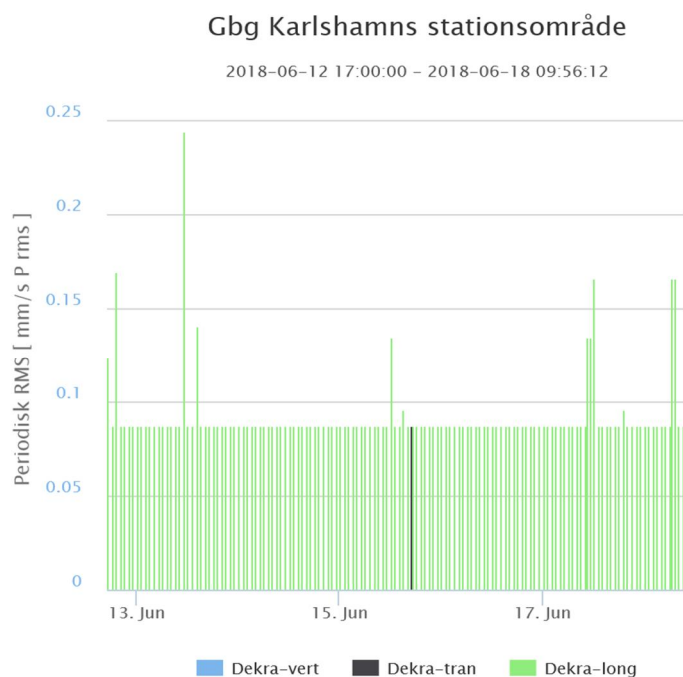


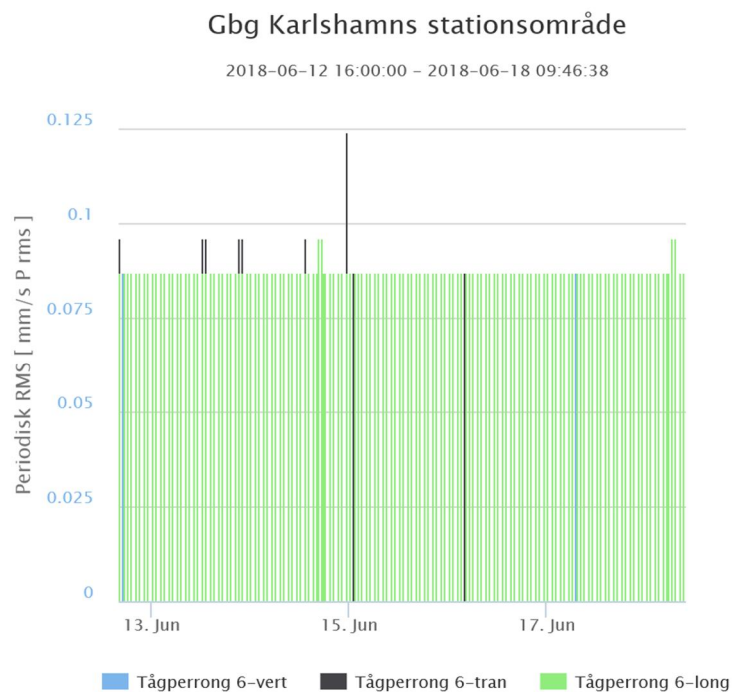
Diagram 4. Komfortvibration för Mätpunkt 4, Dekra (företagsplats). Högsta noterat komfortvärde $L_{\max} = 0,24$. Dominerande frekvens svårbedömd på grund av svaga signaler.



De komfortvärden som uppmätts i mark är inte direkt jämförbara med de nivåer som uppkommer på bjälklagen i kommande hus. Predikteringar har utförts för jämförelse av förväntad komfortvibrationsnivå i byggnad.

Diagram 5. Komfortvibration för Mätpunkt 6, Tågperorong. Högsta noterat komfortvärde $L/T_{\max} = 0,1$.

Dominerande frekvens
= 10Hz



I nedanstående tabell 2 redovisas en sammanställning av maximal komfortvibration för de olika mätpunkterna.

Mätpunkt	V _{max}	L _{max}	T _{max}
MP1	0,09	0,1	0,09
MP2	0,09	0,36	0,09
MP3	0,09	0,09	0,09
MP4	0,09	0,24	0,09
MP6	0,09	0,1	0,1

Tabell 2. Maximala komfortvibrationer

BERÄKNING ÖVERFÖRINGSFAKTORER

I nedanstående tabell 3 och 4 ges vedertagna tumregler för förstärkningsfaktorer från mätpunkter i marken till uppskattade nivåer i byggnader med olika typer av grundläggning och bjälklag.

Vibrationsnivåerna beror på en mängd olika faktorer varför detta skall ses som en förenklad och grov uppskattning av kommande bjälklagsvibrationer.

Övergång från mark till hus	Förstärkningsfaktor
Pålad grund	0,3
Källare "som platta i mark"	0,4
Enbart Platta på mark	0,6

Tabell 3. Uppskattade överföringsfaktorer för övergången mellan mark och grund.

Bjälklagstyp	Förstärkningsfaktor
Betong, korta spännvidder	1
Betong, långa spännvidder	3
Styva träbjälklag	3
Veka träbjälklag	6

Tabell 4. Uppskattade överföringsfaktorer för övergången mellan grund och bjälklag.

Nedan i tabell 5-7, ses en prediktering för olika kombinationer av överföringsfaktorer. Exempelen ger indikation om förväntad komfortvibration vid enplanshus i kommande bebyggelse beräknat på uppmätt maxvärde 0,36 mm/s rms.

Pålad Grund	Förväntad vibrationsnivå max
Betong, korta spännvidder	$0,36 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,1 \text{ mm/s rms}$
Betong, långa spännvidder	$0,36 \cdot 0,3 \cdot 3 = 0,3 \text{ mm/s rms}$
Styva träbjälklag	$0,36 \cdot 0,3 \cdot 3 = 0,3 \text{ mm/s rms}$
Veka träbjälklag	$0,36 \cdot 0,3 \cdot 6 = 0,6 \text{ mm/s rms}$

Tabell 5.

Källare som platta i mark	Förväntad vibrationsnivå max
Betong, korta spännvidder	$0,36 \cdot 0,4 \cdot 1 = 0,1 \text{ mm/s rms}$
Betong, långa spännvidder	$0,36 \cdot 0,4 \cdot 3 = 0,43 \text{ mm/s rms}$

Styva träbjälklag	$0,36 \cdot 0,4 \cdot 3 = \mathbf{0,43 \text{ mm/s rms}}$
Veka träbjälklag	$0,36 \cdot 0,4 \cdot 6 = \mathbf{0,8 \text{ mm/s rms}}$

Tabell 6.

Platta på mark	Förväntad vibrationsnivå max
Betong, korta spännvidder	$0,36 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,2 \text{ mm/s rms}$
Betong, långa spännvidder	$0,36 \cdot 0,6 \cdot 3 = \mathbf{0,6 \text{ mm/s rms}}$
Styva träbjälklag	$0,36 \cdot 0,6 \cdot 3 = \mathbf{0,6 \text{ mm/s rms}}$
Veka träbjälklag	$0,36 \cdot 0,6 \cdot 6 = \mathbf{1,3 \text{ mm/s rms}}$

Tabell 7.

Enligt den prediktering som utförts bör ej platta på eller i mark användas som grundläggningsmetod annat då bjälklaget består av betong med korta spännvidder (3-4 m). Pålad grundläggning är således att föredra men även här finns risk för överskridande av komfortvärdet 0,4 mm/s rms om veka träbjälklag med stora spännvidder planeras.

TRAFIKFÖRING

Enligt Trafikverket har tågtrafiken gått som brukligt, både gällande godstågstrafik samt övrig trafik. Vardagar är det normalt sett 10-13 godstågspassager förbi stationsområdet. Som ankommer eller avgår från Karlshamn. Över hela helgen är det normalt 8-10 .

VIBRATIONENS KARAKTÄR

Vi kan av uppmätta tidssignaler konstatera att vibrationens avklingning vid en tågpassage är snabb varför resonanseffekter i jordpelaren inte synes förekomma.

UPPSKATTNING AV KOMFORTVIBRATIONER I KOMMANDE BYGGNADER

Mätobjekten (MP1, MP3) på befintliga flerbostadshus har en grundläggning i form av platta i mark. Erfarenhet visar dock att pålad grundläggning ger lägre vibrationsnivåer i byggnader än platta på eller i mark. Generellt är de horisontella svängningarna lägre i grundläggningsnivå eller i samma storleksordning som de vertikala. De horisontella svängningarna förstärks ofta uppe i byggnaden. De vertikala kan både öka och minska i nivå med ökad höjd på byggnaden.

Veka långa träbjälklag kan ge kraftig förstärkning av vibrationen, och då speciellt om störfrekvensen överensstämmer med bjälklagets resonansfrekvens.

Med utgångspunkt från ovanstående fakta samt "låga" uppmätta komfortvärdesnivåer i mätpunkterna bör det inte vara några problem att understiga ett riktvärde på 0,4 mm/s rms, förutsatt att rätt grundläggning samt bjälklagstyp väljs.

RIKTVÄRDEN ENLIGT SVENSK STANDARD

Svensk Standard SS 460 48 61 anger följande riktvärden som bör tillämpas vid nyetableringar och vid ny bebyggelse. Riktvärdena nedan avser vägd svängningshastighet. Dessa riktvärden överensstämmer även med Trafikverkets riktlinjer i TDOK 2014:1021, Buller och vibrationer från väg och järnväg gällande från 2016-01-01, samt Naturvårdsverket och tidigare Banverkets riktlinjer för spårburen linjetrafik Dnr. S02-4235/SA60 daterad 2006-02-01.

Bedömd störning enligt komfortnormen.	Vägd hastighet mm/s RMS enligt normen	Upplevelse
Måttlig störning	0.4 – 1.0 mm/s	Ger i vissa fall anledning till klagomål.
Sannolik störning	> 1.0mm/s	Kännbara vibrationer som upplevs av många som störande.

Enligt den bedömning som gjorts i samband med framtagning av angivna riktvärden anses mycket få människor uppleva vibrationer under 0,4 mm/s rms som störande. Komfortvibrationer i skiktet 0,4 – 1,0 mm/s benämns "Måttlig störning". Här ger vibrationerna i vissa fall anledning till klagomål. Komfortvibrationer över 1,0 mm/s rms, benämnt "Sannolik störning", är kännbara och upplevs av många som störande.

RIKTVÄRDEN

Vibrationer från trafik.

Utrymme	Typ av krav	Riktvärden för miljö kvalitet	Nybyggnad	Väsentlig ombyggnad	Befintlig miljö
Vibrationer	r.m.s (1-80 Hz)	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	1,0 mm/s

I detta objekt har riktvärdet för miljö kvalitet med riktvärdet 0,4 mm/s används.

DISKUSSION

Riktvärdet för nya bostäder och kontor inom planområden är normalt 0,4 mm/s vägt rms-värde.

Utförd mätning av vägda komfortvärden visar på nivåer under 0,4 mm/s rms.

Området bedöms inte som speciellt vibrationsbenäget med tanke på de komfortvibrationer som uppmätts under mätperioden. Vår bedömning är att komfortvibrationsproblem i området kan undvikas med rätt val av grundläggning samt bjälklagstypen som väljs för kommande utbyggnad

NOTERADE HÄNDELSER

Under mätperioden har det pågått arbeten i närområdet vid Kolonigatan. Dessa arbeten kan ha påverkat mätningarna men vid jämförelser med vibrationsnivån nattetid (då arbetena inte pågått) framgår att störningen med stor sannolikhet varit marginell.

SLUTSATS

Det rekommenderas en minsta gräns vid 50 meter för att helt säkerställa en vibrationsfri miljö oavsett val av konstruktion. Vid pålning av fastighet minskar komfortzonen ytterligare. Även vid val av betongkonstruktion med korta spännvidder minskar komfortzonen till 25 meter.

Uppmätta vibrationsvärden samt beräkningarna visar att man med de antaganden som gjorts kan vibrationsnivåerna från spårtrafiken förväntas hamna i området för liten till måttlig störning enligt Svensk Standard SS 460 48.

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
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

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

