

# VIBRATIONSUTREDNING

Spårtrafik

Anneberg, Kungsbacka

Upprättad: 2023-06-22



Uppdragsnummer: 340 017

UL: Andreas Wennblom

HL: Per Enegren

Granskad av: Andreas Wennblom

Kund: Serneke

Kontakt: Anna Tirén, [anna.tiren@serneke.se](mailto:anna.tiren@serneke.se)

Er kontakt från Forcitr Consulting AB:

**Andreas Wennblom**

0732 - 53 16 12 | [andreas.wennblom@forcitconsulting.se](mailto:andreas.wennblom@forcitconsulting.se)

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>ALLMÄNT OM UPPDRAGET .....</b>	<b>1</b>
1.1	ALLMÄNT OM VIBRATIONER I MARK OCH BYGGNADER.....	1
<b>2</b>	<b>BEDÖMNINGSGRUNDER .....</b>	<b>2</b>
2.1	SVENSK STANDARD, SS 460 48 61 .....	3
2.2	TRAFIKVERKETS RIKTLINJE, TDOK 2014:1021 .....	4
2.3	TRAFIKVERKETS RIKTLINJER OCH TILLÄMPNING, DNR SO2-4235/SA60.....	5
<b>3</b>	<b>ALLMÄNT OM UTFÖRDA BERÄKNINGAR .....</b>	<b>6</b>
3.1	VIBRATIONER – TOPPVÄRDE OCH RMS.....	6
3.2	GRUNDLÄGGNINGSTYP OCH FÖRSTÄRKNINGSFAKTOR .....	6
3.3	BERÄKNING.....	6
<b>4</b>	<b>UNDERLAG .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR .....</b>	<b>8</b>
5.1	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	9
5.2	VIBRATIONSKÄLLOR .....	9
5.2.1	Tåg .....	9
<b>6</b>	<b>MÄTNING .....</b>	<b>10</b>
6.1	MÄTINSTRUMENTENS PLACERING .....	10
6.2	TIDER OCH MÄTPERSONAL .....	11
6.3	MÄTINSTRUMENT, TYP, INSTÄLLNINGAR OCH KALIBRERING.....	11
6.3.1	Typ .....	11
6.3.2	Inställningar .....	11
6.4	STÖRKÄLLOR .....	12
6.5	UPPMÄTTA VÄRDEN.....	12
<b>7</b>	<b>BERÄKNING .....</b>	<b>13</b>
7.1	BERÄKNINGSRESULTAT .....	13
<b>8</b>	<b>SLUTSATS .....</b>	<b>14</b>

# 1 ALLMÄNT OM UPPDRAGET

Forcit Consulting AB har på uppdrag av Serneke utfört en vibrationsutredning med hänsyn till vibrationer alstrade av tågtrafik intill planerat nybyggnationsområde i Anneberg, Kungsbacka.

Mätningar har utförts på plats av Forcit Consulting och resultaten redovisas i denna rapport. Mätdata samlades in under maj 2023.

Rapporten redovisar en vibrationsberäkning av befintlig trafiksituation.

Utifrån de ansatta vibrationsvärdena och vibrationshastigheter i marken, har förväntade vibrationsnivåer beräknats för framtida huskonstruktioner.

## 1.1 Allmänt om vibrationer i mark och byggnader

Vibrationer i en byggnad kan upplevas som störande av människor som vistas i byggnaden och påverka dem på många sätt: livskvaliteten kan minska liksom arbetskapaciteten.

Vibrationer i mark och byggnader (1–80 Hz), oftast härrörande från trafik, kan sägas ge följande reaktioner (i storleksordning):

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

## 2 BEDÖMNINGSGRUNDER

Följande standarder, riktlinjer och publikationer har bedömts som riktningvisande för slutsatser och beräkningar i föreliggande vibrationsutredning:

- Svensk Standard, SS 460 48 61, utgåva 2, Vibration och stöt - Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader, 2022-01-11.
- TDOK 2014:1021, version 3.0, Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, Riktlinje, 2021-01-01.
- Trafikverket (före detta banverket), Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning, dnr So24235/SA60, 2006.
- Vibrationer och stömljud från vägtrafik och spårvagnstrafik, byggvibrationer i hus. Ingemansson Technology, Tomas Odebrant, 2002-11-28.

## 2.1 Svensk standard, SS 460 48 61

Beräkningar har utförts enligt Svensk Standard, SS 460 48 61 "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader". Det är brukligt att standarden används som bedömningsgrund i specifika projekt för att fastställa eventuell störningsgrad i befintliga byggnader eller för att sätta krav på maximal tillåten vibrationsnivå vid nybyggnation eller omfattande ombyggnation av bostäder.

Enligt bedömningar som legat till grund för svensk standard SS 460 48 61 och som gjorts i samband med framtagning av angivna riktvärden anses få människor uppleva vibrationer inom intervallet 0,4 – 1,0 mm/s RMS - måttlig störning - som störande. Vid 1,0 – 2,5 mm/s RMS är vibrationer kännbara och upplevs av många som störande. Känseltröskeln för vibrationsvärden som kan förnimmas av människor sägs ligga inom intervallet 0,2 - 0,3 mm/s RMS.

Tabell 1. Riktvärden för liten, måttlig, sannolik och stor störning enligt SS 460 48 61. Värdena avser uppmätta nivåer inomhus i bostäder. Kompletterat i tabellen är "liten störning och "stor störning", detta för att få en tydligare bild över vibrationens upplevelse.

Störningsområde	Vägd hastighet	Vägd acceleration	Anmärkning
Liten störning	0,1–0,4 mm/s		Knappt kännbar för människa. Känseltröskel ca 0,2–0,3 mm/s.
Måttlig störning	0,4–1,0 mm/s	14,4–36,0 mm/s <sup>2</sup>	Delvis kännbar för människa.
Sannolik störning	>1,0 mm/s	> 36,0 mm/s <sup>2</sup>	Kännbar för människa. Upplevs som störande. Kan ge upphov till åtgärder.
Stor störning	>2,5 mm/s		Mycket kännbar för människa. Upplevs som störande.

Värdena är angivna i form av vägd svängningshastighet, vilket är effektivvärdet av svängningshastigheten uppmätt med tidsvägning "slow" (enligt SS-EN 61672-1:2014) och frekvensvägt enligt ISO 8041 inom frekvensområdet 1–80 Hz. Vägningen speglar människans varierande känslighet för vibrationer vid olika frekvenser.

Vid bedömning av störningar i samband med vibrationsalstrande verksamheter såsom exempelvis väg och spårbunden trafik, bör riktvärdena tillämpas mer strikt i de fall det är frågan om nybyggnation av bostäder och väsentlig ombyggnation av bostäder än jämförelsevis för befintlig bebyggelse eller kontor. Riktvärdena är inte avsedda att tillämpas på tillfälliga aktiviteter såsom bygg- och anläggningsarbeten.

Standarden har reviderats 2022-01-11, se tabell 2.

Tabell 2. Effektivvärden Svensk Standard, SS 4604861:2022-01-11.

Effekter	$V_{w, RMS (s)}$ [mm/s]
Ungefärlig känseltröskel	0,2
Vibrationsnivå från tågtrafik där mätbar påverkan på sömn startar	0,4
Ungefär 1 av 3 personer är störda av vibrationer från tågtrafik	0,7

## 2.2 Trafikverkets riktlinje, TDOK 2014:1021

Trafikverkets riktlinje TDOK 2014:1021, Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, anger åtgärdsnivåer för befintliga bostäder och vilken vibrationsnivå som bör eftersträvas vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnation av infrastruktur som vid åtgärder för bostäder längs med befintlig infrastruktur.

Tabell 3. Trafikverkets riktvärden för vibrationer från väg- och spårtrafik.

Planering av bebyggelse intill statlig infrastruktur	
<i>Riktvärde omfattar bostadsrum i permanentbostad och fritidsbostad</i>	
Vibrationsnivå <sup>1</sup>	Hastighet [mm/s]
RMS (1-80 Hz)	0,4 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Angivna värden enligt SS 460 48 61 dvs max RMS-värden, tidsvägning "slow" och frekvensvägt enligt ISO 8041 inom frekvensområdet 1-80 Hz.	
<sup>2</sup> Avser trafikårsmedelnatt (22-06) för de spår/ vägbanor som berörs av markarbeten. Riktvärdet innebär att vibrationsnivån 0,4 mm/s får överskridas högst fem gånger per natt.	

## 2.3 Trafikverkets riktlinjer och tillämpning, Dnr So2-4235/SA60

I Trafikverkets (före detta Banverkets) publikation från 2006, Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning, dnr So24235/SA60, anges nivåer som långsiktigt bör eftersträvas vid permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler. Nivåerna avser utrymmen där människor stadigvarande vistas, främst utrymmen för sömn och vila.

Riktvärdena är avsedda att tillämpas för störningar från järnvägstrafik. Riktvärdena är däremot inte avsedda att tillämpas på störningar från tillfälliga aktiviteter som bygg- och anläggningsarbeten.

Tabell 4. Nivå för övervägande av åtgärd för befintliga permanentbostäder, i sovrum nattetid (kl. 22-06).

Vibrationsnivå RMS (1-80Hz)	Vägd hastighet	Acceleration
	1,0 mm/s	36 mm/s <sup>2</sup>

Tabell 5. Nivåer som långsiktigt bör eftersträvas vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler för att klara en god miljö kvalitet.

Vibrationsnivå RMS (1-80Hz)	Vägd hastighet	Acceleration
	0,4 mm/s	14 mm/s <sup>2</sup>

Vidare anges i samma skrift:

- att inga permanentbostäder utmed statens väg och spåranläggningar ska utsättas för nivåer över 2,5 mm/s i sovrum nattetid.
- ett långsiktigt mål om att inga permanentbostäder ska utsättas för vibrationsnivåer över 1,0 mm/s rms i sovrum nattetid. Kan detta ej nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inlösen av fastigheten.

I riktlinjen anges hur resultat från vibrationsmätning ska rapporteras.



## 3 ALLMÄNT OM UTFÖRDA BERÄKNINGAR

### 3.1 Vibrationer – Toppvärde och RMS

Toppvärdet är det maximala vibrationsvärdet (mm/s) under ett givet intervall. Effektivvärdet eller RMS-värdet (=root mean square) är tidsmedelvärdet av vibrationens energi under intervallet. Rms-värdet approximeras genom (omvandling mellan olika vibrationsstorheter, SNV 1993-02-19):

$$rms = \frac{toppvärde}{\sqrt{2}}$$

### 3.2 Grundläggningstyp och förstärkningsfaktor

I tabell 6 nedan anges förstärkningsfaktorer, dvs förändringen från markvibration till vibration i huskonstruktion.

Generellt kan sägas:

- En pålgrundläggning ger lägre vibrationsnivåer i husen än platta på mark.
- Veka träbjälklag och högre slanka byggnader, kan ge kraftiga förstärkningar, speciellt om bjälklagsfrekvensen överensstämmer med störningens dominerande frekvens.

Tabell 6. Förstärkningsfaktorer, vibrationer och stömljud från vägtrafik och spårvagnstrafik, byggvibrationer i hus (Ingemansson Technology, Tomas Odebrant, 2002-11-28).

Överföring mark till grundläggning via	Kopplingsfaktor, $F_k$
- pålad grund (spetsburna pålar)	0,3
- pålad grund (mantelburna pålar)	0,4
- källare konstruerad som platta på mark	0,4
- platta på mark	0,6
Bjälklagstyp	Förstärkningsfaktor, $F_r$
- betong, korta spännvidder	1
- betong, långa spännvidder	3
- styvt träbjälklag	3
- vekt träbjälklag	6

### 3.3 Beräkning

Utifrån uppmätta toppvärden i mark approximeras rms-värdet och multipliceras med kopplingsfaktor och förstärkningsfaktor.

Från beräknat rms-värde utförs sedan komfortvägning för att få fram vägd hastighet enligt Svensk Standard SS 460 48 61. Efter denna vägning erhålls ett approximativt komfortvägt rms-värde inomhus vilket kan jämföras mot aktuellt riktvärde.

## 4 UNDERLAG

Följande material har använts som underlag till denna rapport:

- Översiktskartor
- Underlag från kund kring tänkt utformning av nytt planområde
- SGU Jordartskartor
- Bilder och kartunderlag för ungefärlig placering av nya byggnader



## 5 FÖRUTSÄTTNINGAR

Serneke planerar nybyggnation av bostadsområde i Anneberg, se figur 1. Forciti Consulting AB har fått i uppdrag att utreda vilka vibrationsnivåer som förekommer i området och för att säkerställa att komfortvägd vibrationsnivå vid tågpassage inte ska överstiga 0,4 mm/s RMS i framtida bostäder.



Figur 1. Översiktsbild av nybyggnationsområde.

## 5.1 Geotekniska förhållanden

Undergrunden inom inventeringsområdet utgörs, enligt SGU:s karttjänst geokartan, i huvudsak av glacial lera, se figur 2. Lerans mäktighet uppskattas till mellan 20 och 40 meter.



Figur 2. Utsnitt ur SGU:s Jordartskarta (källa: www.sgu.se).

## 5.2 Vibrationskällor

### 5.2.1 Tåg

Västkustbanan löper i nord-sydlig riktning, omkring 70–100 meter väster om aktuellt område.

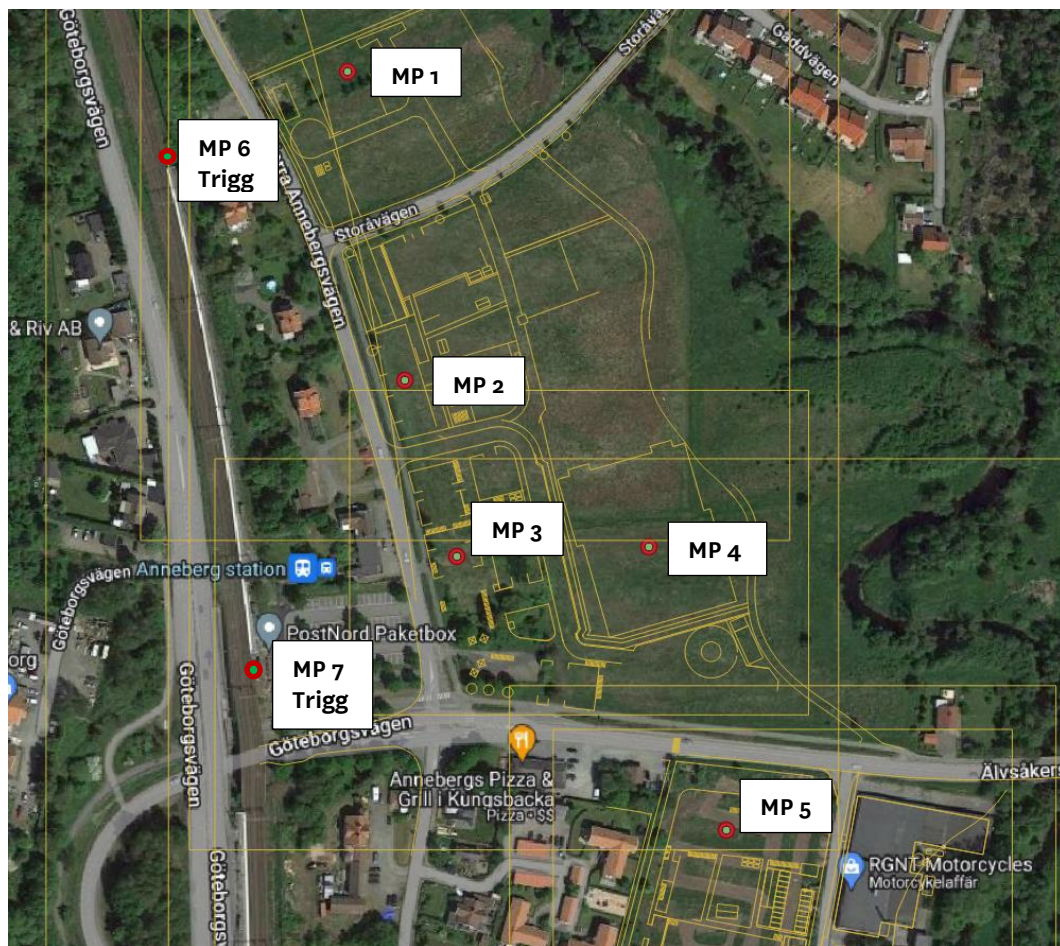
## 6 MÄTNING

### 6.1 Mätinstrumentens placering

Mätning utfördes i 5 mätpunkter (Mp1 – Mp5, se figur 3) utspridda i planerat område för nybyggnation, punkter valdes ut baserat på närhet till spår, samt för att erhålla en spridning över hela intresseområdet. För mätpunkt 1–5 grävdes gropar lokalt med grävmaskin för avtäckning av det översta jordlagret. Vid ett djup om 0,5 – 1 meter påträffades den underliggande leran, där givare monterades på spett som slogs ned i leran, cirka 40 cm under schaktbotten för stabil fast förankring.

Två trigg-givare vars funktion var att detektera tågpassager monterades i direkt anslutning till spåret (Mp6-Mp7, se figur 3). Dessa mätare monterades på brunnar i anslutning till perrongen.

Vibrationsnivåerna mättes i tre riktningar för samtliga mätpunkter; längs med spåret (Long), vinkelrätt mot spåret (Tran) och vertikalt mot spåret (Vert).



Figur 3. Mätpunkternas placering i området.

## 6.2 Tider och mätpersonal

Mätningarna har utförts obehållat, under perioden 2023-05-23 och 2023-05-31. Montage utfördes av Andreas Wennblom, Jan Edberg och Per Enegren från Forciti consulting. Demontage utfördes av Per Enegren, Forciti consulting.

## 6.3 Mätinstrument, typ, inställningar och kalibrering

All utrustning var av giltig kalibrering vid mättillfället.

Mätssystemen uppfyller kraven enligt Svensk Standard SS 460 48 61, SS 02 52 11 och Trafikverkets riktlinjer (f.d. Banverket samt Naturvårdsverket, Dnr. S02-4235/SA60, 2006-02-01).

### 6.3.1 Typ

All använd mätutrustning har erhållits från Sigicom.

Instrument: Infra Mini

Givare: V12

Tabell 7. Använda instrument och givare.

mätpunkt	Instrument ID	Givar ID	Monterad	Demonterad	Kommentar
MP1	3356	35870	2023-05-23	2023-05-26	Mätare byttes ut när batterier tog slut.
	5794	35870	2023-05-26	2023-05-31	
MP2	5296	7570	2023-05-23	2023-05-31	
MP3	3331	35530	2023-05-23	2023-05-31	
MP4	3934	35440	2023-05-23	2023-05-31	
MP5	3749	36490	2023-05-23	2023-05-31	
MP6	3030	34890	2023-05-23	2023-05-31	
MP7	4063	35360	2023-05-23	2023-05-31	

### 6.3.2 Inställningar

Samtliga givare var inställda på linjär mätning enligt standarden DIN4150-3 Anlage, 25mm/s 1-315Hz. Dessa värden räknas sedan om till 1-80 Hz och komfortvägda RMS-nivåer.

#### 6.3.2.1 mätpunkt 1-5

Transient: 20 sekunder

Intervall: 10 minuter

Trigg-nivån sattes till 0,1 mm/s, men justerades upp till 0,5 mm/s 2023-05-25 för att minska batteriförbrukningen.

Övrigt: inställda på linjär mätning enligt standard DIN4150-3 Anlage, 25mm/s 1-315Hz.

#### 6.3.2.2 mätpunkt 6 och 7 (Trigg)

Transient: 20 sekunder

Intervall: 10 minuter

Trigg-nivån sattes till 4 mm/s

Övrigt: inställda på linjär mätning enligt standard DIN4150-3 Anlage, 25mm/s 1-315Hz.

## 6.4 Störkällor

Vägar förekommer i närområdet, både mellan spår och mätpunkter, och runt ikring. Vibrationer i samband med trafikering av vägarna bedöms dock ej vara av storleksordningen att de kunnat påverka mätningarna.

Vid tänkt placering av mätpunkt 3 hade en entreprenör upprättat en arbetsplats för åtgärd av läckande vattenledningar. Man schaktade sig här ner uppskattningsvis 3–4 meter i marken för att kunna utföra arbeten på ledningen. På grund av detta flyttades mätpunkt 3 ca 20 meter norrut. Vibrationer från schaktningsarbetena har troligtvis ändå gett registrerats vid mätpunkt 3, dock endast lokalt.

## 6.5 Uppmätta värden

Samtliga mätvärden från mätpunkterna finns tillgängliga i mätportalen VipNordic.

Av de uppmätta värdena framgår att det finns en dominant respons i vertikal riktning.

I ett första skede har de 10 högsta registrerade toppvärdena vid mätpunkt 7 (trigg) valts ut, se tabell 8.

Tabell 8. Mätresultat för 10 högsta uppmätta värden för vibrationsnivå i mark vid mätpunkt trigg MP7.

mätpunkt	Riktning	Datum och tid	Uppmätt svängningshastighet [mm/s]
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-26 20:23	7,07
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-26 04:33	6,36
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-24 08:43	6,03
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-26 08:43	5,82
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-24 20:56	5,65
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-24 22:55	5,60
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-24 14:25	5,55
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-28 08:02	5,53
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-23 17:26	5,49
MP7-TRIGV	vertikal	2023-05-23 16:28	5,45

De triggade händelserna har vidare analyserats utifrån kriteriet att mätvärden ska ha erhållits vid samtliga mätpunkter (MP1-MP5) inom ett kort tidsintervall, detta för att verifiera att vibrationerna bör härröra från ett tåg. Uppmätta värden från samtliga mätpunkter vid de 10 största triggade vibrationerna redovisas i Bilaga 1. Utefter detta urval har sedan det enskilt största värdet vid mätpunkt 1–5 valts ut, och presenteras i tabell 9.

Tabell 9. Högsta uppmätta toppvärde vid mätpunkt 1–5, i samband med triggat värde vid mätpunkt 7.

Namn	Datum och tid	Svängningshastighet [mm/s]	Acceleration [m/s <sup>2</sup> ]	Amplitud [µm]	Frekvens [Hz]
MP3-Vertikal	2023-05-26 04:33:32	0,45	0,0	16	5,2

## 7 BERÄKNING

En beräkning har utförts vilken redovisas nedan. Det som beräknats är förväntad vibrationsnivå (mm/s RMS) i nybyggt hus. Med ett urval av konstruktionstyper.

I beräkningarna har det förutsatts att trafikpassager sker med dagens befintliga trafiksituation och vibrationsnivåer enligt insamlad data från de 5 mätpunkterna. Högsta uppmätta passage (enligt tabell 9, avsnitt 6.4) är inlagd i beräkningen. Toppvärdet multipliceras med förstärkningsfaktorer enligt tabell 6, avsnitt 3.2.

### 7.1 Beräkningsresultat

Nedan redovisas beräkningsresultat för omräkning av toppvärde till RMS. Detta värde multipliceras med faktorer för ett urval av grundläggnings, och bjälklagstyper för att ge en bild av vilka vibrationsnivåer som kan förekomma i framtida hus, beroende på val av konstruktion. Dessa värden kan jämföras mot riktvärdet 0,4 mm/s RMS. Ej godkända värden är rödmarkerade i tabellen.

Tabell 9. Resultat, beräkning av uppmätt RMS samt multiplicering med byggnadsfaktorer.

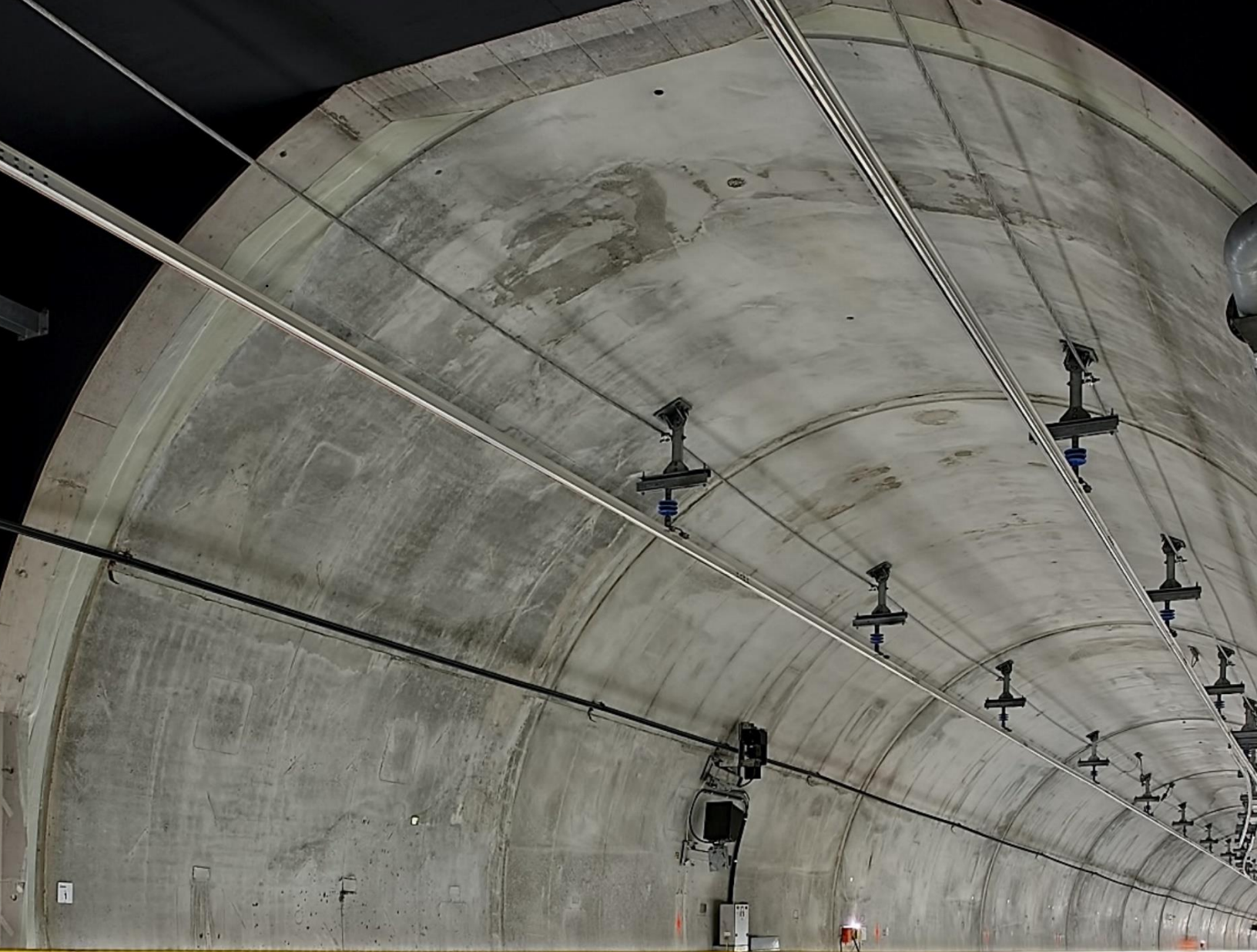
Högsta toppvärde mm/s	RMS = Toppvärde /√2 [mm/s]		Pålad grund, spetsburna pålar, faktor 0,3	Pålad grund, mantelburna pålar, faktor 0,4	Källare konstruerad som platta på mark, faktor 0,4
0,45	0,32	Betong, korta spännvidder, faktor 1	0,1	0,1	0,1
		Betong, långa spännvidder, faktor 3	0,3	0,4	0,4
		Styvt träbjälklag, faktor 3	0,3	0,4	0,4
		Vekt träbjälklag, faktor 6	0,6	0,8	0,8



## 8 SLUTSATS

Resultatet av denna utredning visar vilka konstruktionstyper som är möjliga att använda utan att riskera att riktvärdet 0,4 mm/s RMS överskrids i framtida fastigheter och bostäder. Beräkningen visar generellt på goda möjligheter till frihet i val av utformning av framtida fastigheter och byggnation i enlighet med den kravställning som komfortstandaren anger.

Vibrationsnivåerna är ej av den karaktären att skador på framtida fastigheter kan uppstå.



## Forcit Consulting AB

Göteborg

Malmö

Halmstad

Stockholm

Örebro

Jönköping

Sundsvall

Karlshamn

Norrköping

031 - 760 12 00

[www.forcitconsulting.se](http://www.forcitconsulting.se)

