



## Vibrationsmätning från tunnelbana, Rev B

Mätning av stömljud och vibrationer från tunnelbana i Hagsätra

Uppdragsgivare: Ikano Bostad AB

Referens: Yuen-Chen Qian

Rapportnummer: 19207-2-1B

Antal sidor: 11

Rapportdatum: 2020-05-08

Revidering B: 2020-07-13

---

Handläggande akustiker

Handwritten signature of Rebecca Janson in black ink.

Rebecca Janson

073-347 63 49

rebecca.janson@acad.se

Granskad av

Handwritten signature of Erik Dederling in blue ink.

Erik Dederling

073-347 63 46

erik.dederling@acad.se

## Sammanfattning

ACAD har på uppdrag av Ikano Bostadsutveckling AB mätt vibrationer från tunnelbanepassager i Hagsätra, Stockholm. Ett antal byggnader planeras nära tunnelbanespåret i Hagsätra Centrum.

För huset inom Höstsådden gäller att stömljudsnivåerna är höga vilket innebär att åtgärder behövs för att innehålla riktlinjerna. Vanligtvis utförs stömljudsdämpande åtgärder i grunden. I det här fallet behövs en stor dämpning vilket kräver en noggrann projektering och utförande.

För byggnaden inom Kyrktomten bedöms inte åtgärder behövas om huset grundläggs på berg samt att lägenheterna närmast spåret är exponerade mot spåret.

För övriga byggnader som ligger längre från spåret än Höstsådden och Kyrktomten bedöms inte åtgärder behövas.

## Innehåll

1	Revidering .....	4
2	Uppdrag .....	4
3	Objektbeskrivning/förutsättningar .....	4
4	Krav och riktvärden .....	5
4.1	Riktvärden för komfort i byggnader enligt svensk standard .....	5
4.2	Trafikverkets riktlinjer.....	5
4.3	SLL:s riktlinjer .....	6
4.4	Kommentar till riktvärden för stomljud från trafik.....	6
5	Mätutförande .....	7
5.1	Mätutrustning.....	7
6	Mätresultat .....	8
6.1	Mät punkt 1-på berg inom Höstsådden .....	8
6.2	Mät punkt 2-i befintlig byggnad inom Höstsådden.....	9
6.3	Mät punkt 3-i befintlig byggnad inom Rågskysten.....	9
6.4	Mät punkt 4-på befintlig kyrka inom Kyrktomten.....	9
6.5	Mät punkt 5-i lös mark inom Kyrktomten.....	9
6.6	Mät punkt 6-på berg vid gränsen av Kyrktomten .....	10
7	Utlåtande/Analys .....	10
7.1	Komfortvibrationer .....	11
7.2	Stomljud.....	11
7.2.1	Höstsådden .....	11
7.2.2	Kyrktomten .....	11
7.2.3	Övriga byggnader .....	11

## Revidering

Reviderade stycken är i rapporten markerade med ett turkost streck i högermarginalen.

Revidering	Omfattning	Datum
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammanfattningen har ändrats</li> <li>- Kravdelen har förtydligats</li> <li>- Diskussion i utlåtande om betydelsen av stomval.</li> </ul>	2020-05-11
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förtydligande kring kravnivåer för Höstsådden</li> </ul>	2020-07-13

## 1 Uppdrag

ACAD har på uppdrag av Ikano Bostad AB mätt vibrationer från tunnelbanepassager i Hagsätra, Stockholm.

## 2 Objektbeskrivning/förutsättningar

I Hagsätra planeras ett antal byggnader att uppföras. Vissa av dessa placeras nära tunnelbanespåret. Vibrations- samt ljudmätningar utfördes på 6 olika mätpunkter vid två tillfällen. Läget av de planerade husen samt mätpunkter ses i Figur 1.



Figur 1 Situationsplan (daterad 2020-04-01) för planerade byggnader i Hagsätra. I mitten av bilden kan tunnelbanespåren ses. De turkosa markeringarna är mätpunkterna.

I *Översikt geoteknisk utredning* daterad 2019-11-28 står det att marken där byggnaderna ska uppställas består av morän eller berg.

### 3 Krav och riktvärden

Nedan återges vanligen förekommande krav.

#### 3.1 Riktvärden för komfort i byggnader enligt svensk standard

I Svensk Standard SS 460 48 61 anges riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Riktvärdena bör tillämpas vid nyetablering och vid nybebyggelse.

Riktvärden för bedömning av komfort i byggnader		
Komfortgrad	Vägd hastighet [mm/s]	Vägd acceleration [mm/s <sup>2</sup> ]
Måttlig störning	0,4–1,0	14,4–36,0
Sannolik störning	>1,0	>36,0

Tabell 1

Enligt den bedömning som gjorts i samband med framtagningen av angivna 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.

Om det frekvensvägda värdet domineras av en frekvens, kan det vägda värdet ersättas av rms-värdet för den aktuella frekvensen och direkt jämföras med respektive skikt.

Rms-värdet är det maximala effektivvärdet med tidsvägning S av den vägda accelerations- eller hastighetsnivån.

#### 3.2 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverket har i *”Buller och vibrationers från trafik på väg och järnväg”* (Dokument-ID TDOK 2014:1021) angett riktlinjer för vibrationer inomhus i olika typer av lokaler, se Tabell 2.

Riktvärden för vibrationer enligt Trafikverket	
Lokaltyp eller områdestyp	Maximal vibrationsnivå, vägd RMS inomhus [mm/s] <sup>1)</sup>
Bostäder	0,4 <sup>3)</sup>
Vårdlokaler	0,4 <sup>3)</sup>
Hotell	- 2)
Kontor	- 2)
<sup>1)</sup> Avser vibrationsnivå nattetid (22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. <sup>2)</sup> Riktvärde saknas. <sup>3)</sup> Motsvarar 14,4 mm/s <sup>2</sup> enligt Svensk Standard SS 460 48 61.	

Tabell 2 – Riktvärden för vibrationer.

### 3.3 SLL:s riktlinjer

Trafikförvaltningen i Stockholms läns landsting (SLL) har riktlinjer för vibrationer och stömljud i skriften ”Riktlinjer Buller och vibrationer”, se Tabell 3.

Riktvärden för vibrationer och stömljud inomhus enligt SLL		
Lokaltyp eller områdestyp	Maximal A-vägd ljudtrycksnivå, [dBA]	Maximal vibrationsnivå, vägd RMS inomhus [mm/s]
Bostadsrum	$L_{pASmax} \leq 30$	0,4
Lokaler	$L_{pASmax} \leq 30^{1)}$	0,4 <sup>2)</sup>
Undervisningslokaler	$L_{pAFmax} \leq 45$	0,4
Vårdlokaler <sup>1)</sup>	$L_{pAFmax} \leq 45$	- 3)
<sup>1)</sup> Avser utrymmen för sömn och vila. Tex rum för övernattnig (hotell) eller vilrum i kontor. <sup>2)</sup> Värde är en rekommendation och avser utrymme för tyst verksamhet. I affärslokaler bör 0,4 mm/s vara en målsättning, men 1,0 mm/s ska inte överskridas. <sup>3)</sup> Riktvärde saknas men rimligen bör nivån inte överstiga 0,4 mm/s.		

Tabell 3 – Riktvärden för vibrationer.

### 3.4 Kommentar till riktvärden för stömljud från trafik

Det saknas nationella riktvärden för stömljud från trafik. Svensk standard SS 26267:2015 anger att krav ska fastställas inom projektet, om inte myndighetskrav på stömljud från trafik har tillkommit efter att standarden blivit fastställd.

Kraven från Stockholms stad är under revidering men i dialog med dem har det framkommit att det framtida kravet för stömljudet troligtvis kommer vara 32 eller 33 dB(A) FAST vilket blir dimensionerande för fortsättningen. Fortsatt ska gälla att om rummet utsätts för både luft- och stömljud att den totala ljudnivån inte får överstiga riktvärdet för maximalnivån för luftljud. Det finns en diskussion om att kunna medge

högst 5 överskridanden per dygn. Det medgivandet är i det här fallet nödvändigt för framtagande av en åtgärd om möjlighet till medelvärde över passager inte medges.

## 4 Mätutförande

Mätningarna utfördes den 4 maj samt den 6 maj Rebecca Janson, Svante Finnveden och Patrik Andersson.

Mätningar utfördes på berggrunden (Mätpunkt 1 och Mätpunkt 6), i den lösa marken (Mätpunkt 5), på asfalt (Mätpunkt 4), på befintlig husgrund (Mätpunkt 4) samt i källaren (Mätpunkt 2 och 3) som ses i Figur 1. Ljudnivåer mättes simultant med vibrationer vid mätpunkt 2 och 3.

Tågen gick på båda spåren samt både till och från Hagsätra station.

### 4.1 Mätutrustning

Vid mätningarna användes utrustning enligt Tabell 4. Utrustningen kalibreras enligt rekommendationer från SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Utrustningen kalibreras av RISE.

Instrumentlista			
Instrument	Fabrikat	Typnr	Serienr
PULSE Input Module	Brüel & Kjær	3041	2621371
PULSE Front End	Brüel & Kjær	3560 CE15	2622368
Kalibrator, accelerometer	Brüel & Kjær	4294	02619617
Accelerometer, triaxial	Brüel & Kjær	4524B	36077
Accelerometer, triaxial	Brüel & Kjær	4524B	36924

Tabell 4

Instrumentlista			
Instrument	Fabrikat	Typnummer	Serienummer
Ljudnivåmätare	Brüel & Kjær	2270	3001423
Mikrofon	Brüel & Kjær	4189	2795518
Kalibrator, mikrofon	Brüel & Kjær	4231	2388995

Tabell 5

Instrumentlista			
Instrument	Fabrikat	Typnummer	Serienummer
Ljudnivåmätare	Brüel & Kjær	2250	3005972
Accelerometer	Endevco	752A12	14678
Kalibrator, accelerometer	Brüel & Kjær	4294	2446082

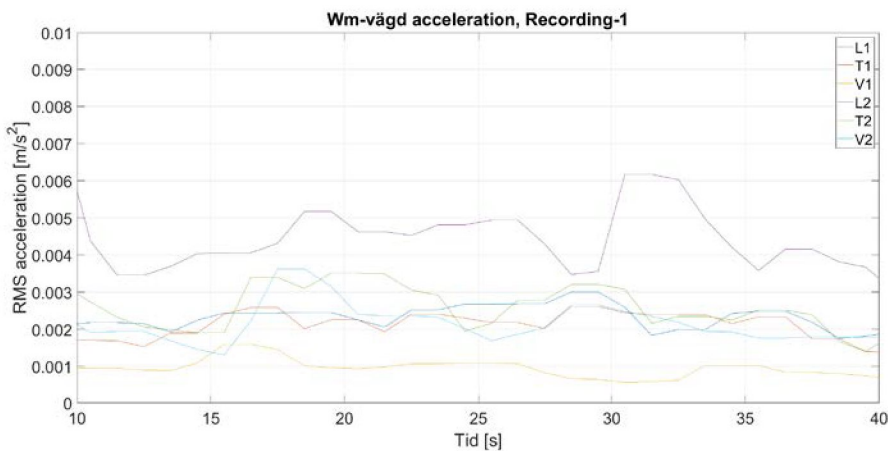
Tabell 6

## 5 Mätresultat

Mätresultaten redovisas i understycken för de respektive mätpunkterna.

### 5.1 Mät punkt 1-på berg inom Höstsådden

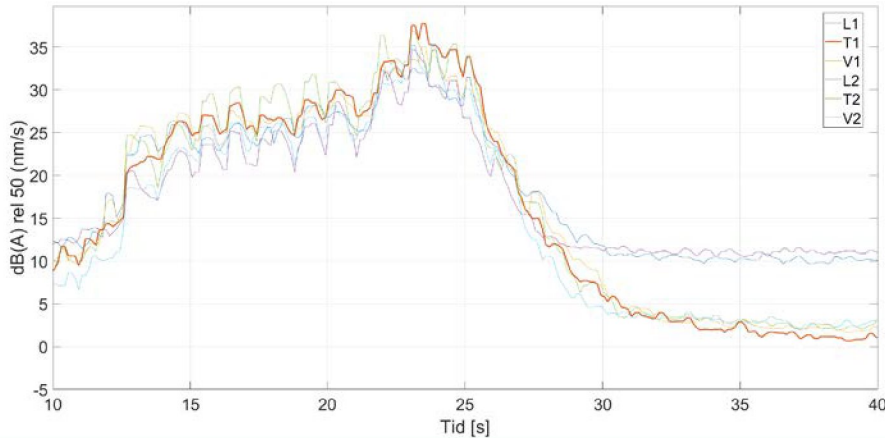
I Figur 2 visas den vägda accelerationsnivån (enligt SS 460 48 61) från det tåg som gav som upphov till högst nivåer. Den högsta vägda accelerationsnivån uppkom från ett tåg som gick från stationen på det västra spåret. L1, T1 och V1 är mätpunkter som är i spårets riktning (L), tvärs spåret (T) och vertikalt (V) på berget. L2, T2 och V2 följer samma ordning och är en annan mätpunkt på berget. Nivåerna domineras av brus och marginalen till kravet är stor.



Figur 2: Mätt Wm-vägd acceleration i tre riktningar för två mätpositioner, L i spårets riktning, T tvärs spåret och V vertikalt.

I Figur 3 visas den A-vägd vibrationshastighetsnivån utvärderad med tidskonstant "FAST", uppmätt vid den tågpassage som gav upphov till den högsta nivån 38 dB(A). Dominerande frekvenser ligger mellan 100-200 Hz. Värt att notera är att sammanlagt mättes 12 passager och att den näst högsta passagen var 7 dB lägre, dvs 31 dB(A).





Figur 3: Mätt A-vägd hastighetsnivå utvärderad med tidskonstant FAST i tre riktningar, L i spårets riktning, T tvärs spåret och V vertikalt i två närliggande positioner på berget.

## 5.2 Mät punkt 2-i befintlig byggnad inom Höstsådden

I källaren kunde både stomljud höras tydligt och registreras med accelerometrarna på en tung vägg. Det skiljde mer än väntat mellan vibrationerna och ljudet vilket tyder på att ett oönskat luftljudsbidrag tillkommit.

## 5.3 Mät punkt 3-i befintlig byggnad inom Rågskysten

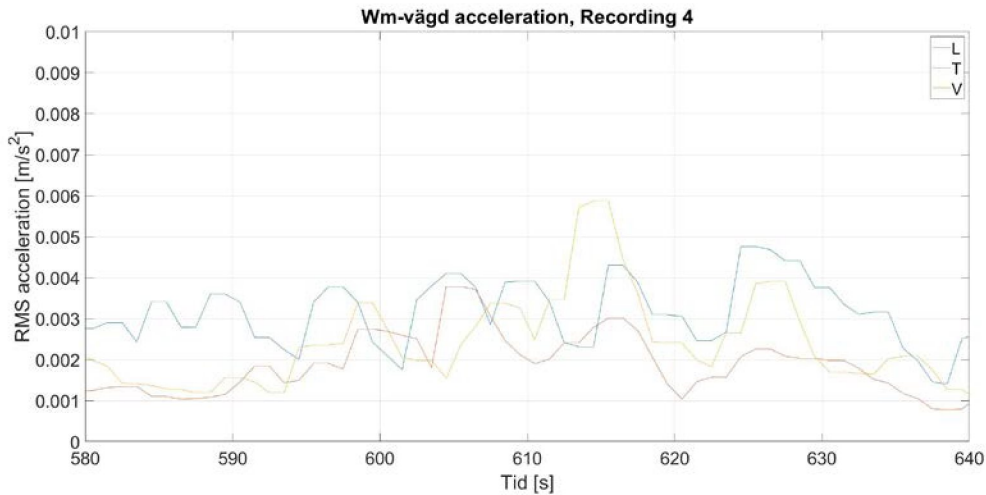
Inget ljud kunde mätas över bakgrundsbruset som var betydligt under kravet för stomljud.

## 5.4 Mät punkt 4-på befintlig kyrka inom Kyrktomten

Vibrationer från tågpassagerna kunde tydligt registreras i grunden över marknivå på kyrkan. Kyrkans grundläggning och konstruktion är för oss okända.

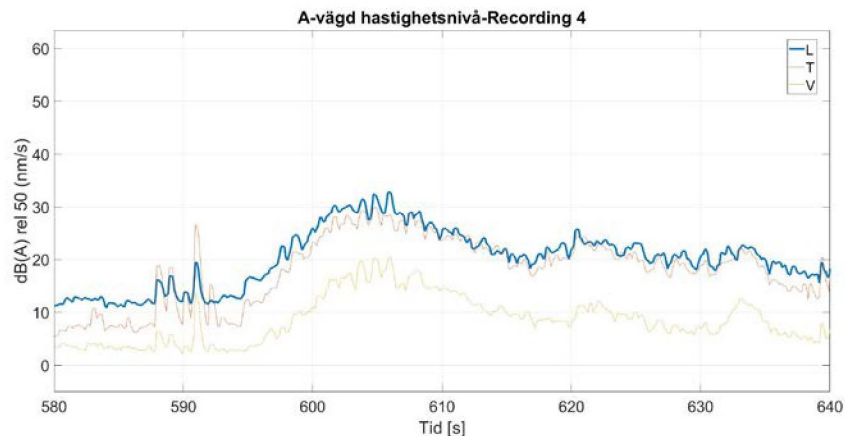
## 5.5 Mät punkt 5-i lös mark inom Kyrktomten

I Figur 4 visas den vägda accelerationsnivån från en representativ tågpassage. Accelerometern satt fäst på ett spett som slogs ner i marken. Tåget gick från stationen på det östra spåret. Kanal L1, L2 och L3 är respektive i spårets riktning (L), tvärs spåret (T) och vertikalt (V). Nivåerna domineras av brus och marginalen till kravet för kännbara vibrationer är stor.



Figur 4 Mätt Wm-vägd acceleration i tre riktningar, L i spårets riktning, T tvärs spåret och V vertikalt.

I Figur 5 visas den A-vägd vibrationshastighetsnivån utvärderad med tidskonstant "FAST", för samma period som visas i Figur 4.



Figur 5: Mätt A-vägd hastighetsnivå utvärderad med tidskonstant FAST i tre riktningar, L i spårets riktning, T tvärs spåret och V vertikalt.

## 5.6 Mät punkt 6-på berg vid gränsen av Kyrktomten

De kännbara vibrationerna dominerades helt av bakgrundsbruset.

Stomljusnivåerna från tåg var mätbara i berget men med tämligen låga nivåer, ca 6 dB(A).

## 6 Utlåtande/Analys

Utifrån att det finns krav på både kännbara vibrationer och stömljud ges utlåtande i två understycken.

## 6.1 Komfortvibrationer

Komfortvibrationer bedöms inte vara ett problem så länge byggnaderna grundläggs på berg. Det gäller oavsett om huset byggs med lätt eller tung stomme.

## 6.2 Stomljud

### 6.2.1 Höstsådden

Stomljudsnivåerna är höga vilket innebär att åtgärder behövs för att innehålla riktlinjerna. Av tolv mätta passager var den näst högsta passagen 7 dB lägre än den enskilt högsta. Eftersom enskilda tågpassager i det här läget kan ge upphov till betydligt högre nivåer än övriga passager är det viktigt att de nya kraven från Stockholm stad, som är under revidering, kommer tillåta att den maximala ljudnivån får överskrida krav högst 5 gånger per dygn. De nya kravnivåerna är i skrivande stund inte publicerade ännu.

Vanligtvis utförs stomljudsdämpande åtgärder i grunden med hjälp av ett elastiskt mellanskikt. Det rekommenderas om huset byggs i betong. Dimensioneringen görs i ett senare skede. Ifall huset byggs i trä och/eller moduler krävs en bättre kunskap om stomsystemets uppbyggnad innan åtgärd föreskrivs. Det kan i slutändan komma att handla om ett elastiskt mellanskikt i grunden på samma sätt som med tung stomme, men hänsyn behöver tas till övrig eventuell vibrationsisolering mellan våningsplanen.

Oavsett stomval behövs en stor dämpning vilket kräver en noggrann projektering och utförande.

### 6.2.2 Kyrktomten

För byggnaden inom Kyrktomten bedöms inte åtgärder behövas om huset grundläggs på berg samt att alla rum tillhörande lägenheterna närmast spåret är exponerade mot spåret. På så vis är det nämligen det högre kravet för luftljud som blir dimensionerande. I annat fall kan berget behöva blottläggas i läget närmast spåret och en ny mätning utförs för att utreda om grundläggningsåtgärder är nödvändiga.

### 6.2.3 Övriga byggnader

För övriga byggnader bedöms inte åtgärder vara nödvändiga.