

Beställare:  
SISAB

Referens:  
Lars-Åke Marklund



## VIBRATIONSUTREDNING NYBOHOVSSKOLAN

**Objekt:**

Nybohovsskolan  
Nybohovsbacken 57-59  
117 64 Stockholm

**Mätning utförande och omfattning:**

Tid för mätningens utförande:  
2018-05-23 kl. 12:00

Uppdraget avser att mäta vibrationer vid platser för planerade nya skolbyggnader

Mätning utförd av Andreas Håkansson från LN Akustikmiljö AB.

Mätinstrument B&K 2270 med accelerometer B&K 8340

**Innehåll:**

- 1 Sammanfattning
- 2 Krav och riktvärden
- 3 Bakgrund och metod
- 4 Resultat
- 5 Åtgärdsförslag
- 6 Grafisk redovisning

Stockholm 2018-06-06

Uppdaterad 2021-11-09

Andreas Håkansson  
Tel. 070-740 05 80

Granskad: Filip Bliznac

PE Teknik & Arkitektur AB (fd LN Akustikmiljö)  
Årstaängsvägen 11  
Box 47146  
117 43 Stockholm

[info@akustik.nu](mailto:info@akustik.nu)  
[www.akustik.nu](http://www.akustik.nu)

## 1. Sammanfattning

Detta är en uppdaterad version av en tidigare rapport från 2018-06-06. Anledningen till att en uppdaterad version tagits fram är att Stockholms stad efter mättillfället förtydligat sin kravställning kring stomljud och börjat tillämpa riktvärdet 32 dBA med tidsvägning FAST för stomljud. Detta riktvärde kommer preliminärt även skrivas in i planbestämmelserna för området. Reviderade delar av rapporten har gulmarkerats för att tydliggöra vad som ändrats jämfört med tidigare.

Två nya byggnader är planerade att uppföras vid *Nybohovsskolan*, dels en större ny skolbyggnad och dels en mindre tillbyggnad till en befintlig förskola. I berg under skolområdet löper tunnlar med tunnelbanespår som befaras kunna orsaka störning genom vibrationer och stomljud. För upprättande av detaljplan har utredning avseende stomljud och störning från vibrationer därför utförts.

Utredningen har utförts genom mätning av vibrationsnivåer på mark där byggnaderna ska uppföras. Utifrån mätresultat har *vägd accelerationsnivå* och *ljudnivåer från stomljud* beräknats.

Resultat från mätningar och beräkningar visar på låga vägda accelerationsnivåer, vilket innebär att risk för störning från vibrationer i de planerade byggnaderna inte bedöms föreligga.

Resultat från mätningar och beräkningar visar på ljudnivåer från stomljud, orsakade av vibrationer i mark, som **överskrider** krav i undervisningslokaler. Risk för ljudnivåer från stomljud som överskrider krav i de planerade byggnaderna bedöms därför föreligga om inga stömljuddämpande åtgärder vidtas.

I avsnitt 5 i denna rapport ges åtgärdsförslag för att reducera ljudnivåerna från stomljud i byggnaderna.

## 2. Krav och riktvärden

### 2.1 Vibrationer

I mätstandarden SS 460 48 61 som behandlar vibrationer i bostäder mellan 1 – 80 Hz ges komfortvärden enligt tabell nedan.

Riktvärden för bedömning av komfort i byggnader		
	Vägd hastighet	Vägd acceleration
<i>Måttlig störning</i>	0,4 – 1,0 mm/s	<b>14,4 – 36,0 mm/s<sup>2</sup></b>
<i>Sannolik störning</i>	> 1 mm/s	<b>&gt; 36 mm/s<sup>2</sup></b>

Mycket få människor upplever vibrationer under skiktet *Måttlig störning* som störande. Vibrationer i skiktet *Måttlig störning* ger i vissa fall anledning till klagomål. I skiktet *Sannolik störning* är vibrationerna kännbara och upplevs av många som störande.

Vid beräkning av vägd hastighet och acceleration multipliceras uppmätta tersbandsnivåer mellan 1 – 80 Hz med en vägningsfaktor specificerad i den internationella standarden ISO 2631-2. Denna vägning motsvarar hur människans vibrationskänslighet varierar med frekvensen.

Gränsvärdena för vägd hastighet och vägd acceleration motsvarar samma upplevda störnivå, de olika gränsvärdena är alltså likvärdiga.

Då det i SS 460 48 61 rekommenderas att mätning utförs med accelerometer, som mäter acceleration har det valts att bestämma och redovisa den vägda accelerationen.

### 2.2 Stomljud

Enligt skriftlig kommentar från Miljö- och hälsoskyddsnämnden i dokumentet "SYNPUNKTER UTREDNINGAR Detaljplan för fastigheten Pytsen 1 m.fl. Nybohovsskolan i stadsdelen Liljeholmen, S-Dp 2017-07068" så ska riktvärdet max 32 dBA med tidsvägning FAST tillämpas. Detta riktvärde kommer preliminärt även att skrivas in i planbestämmelserna för området.

#### Kommentar

Trafikverkets riktvärden för maximala stomljud (TDOK 2014:1021 & 2016:0246) som Stockholms stad tillämpar **gäller nattetid i bostadsrum** och har även tillägget att värdet får överskridas ett begränsat antal gånger per trafikårsmedelnatt. **Enligt Trafikverket ska riktvärdet endast beaktas vid nybyggnad av infrastruktur.**

Riktvärdet är därför sannolikt inte direkt applicerbart på en skolbyggnad varför man, beroende på hur de nya planbestämmelserna är utformade, kan komma att behöva förtydliga kravställningen i projektet innan de stomljudsisolerande åtgärder dimensioneras.

### 3. Bakgrund och metod

Två nya byggnader är planerade att uppföras vid Nybohovsskolan, dels en större ny skolbyggnad och dels en mindre tillbyggnad till en befintlig förskola. För upprättande av detaljplan har utredning avseende stomljud och störning från vibrationer utförts.

Utredningen har utförts genom mätning av vibrationer med accelerometer vid mätpunkter där skolbyggnaderna ska ligga. Utifrån uppmätta accelerationsnivåer har maximal vägdacceleration och ljudnivåer från stomljud beräknats. Vid beräkning av vägdacceleration har tidsvägning Slow (1 s) använts och vid beräkning av stomljud har tidsvägningen Fast (0,125 s) använts. De totalt 4 mätpositionernas ungefärliga lägen har markerats i del av samlingskarta nedan.

Vid beräkningen av stomljud har golvytan i de framtida byggnaderna antagits vibrera harmoniskt. Golvets strålningsfaktor har approximerats till 1 i det hörbara frekvensområdet och endast ljudavstrålning genom böjvågor har antagits gälla varpå högsta avstrålad ljudeffektnivå per area, d.v.s. maximal ljudintensitetsnivå, i respektive tersband beräknats enligt formeln:

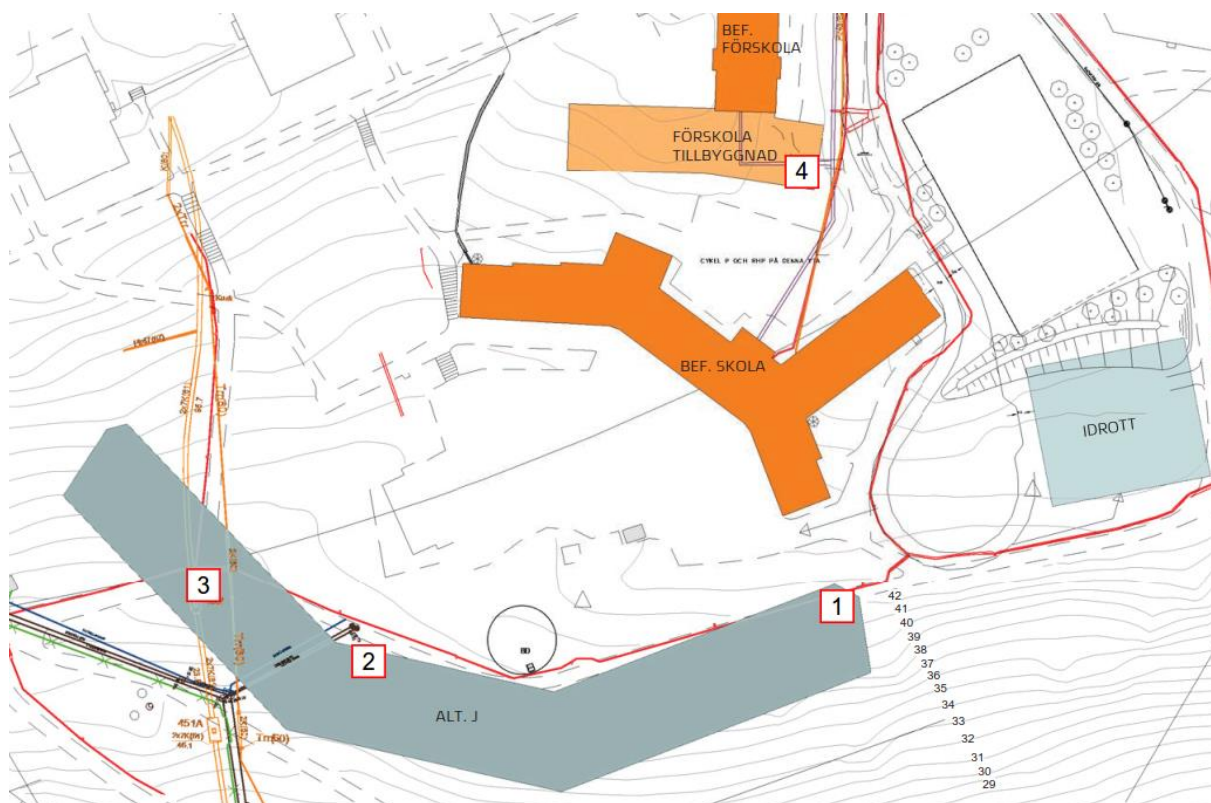
$$L_{I,max} = 10 \log \frac{v_{max}^2 s \rho c}{10^{-12}}$$

Där: *s*: strålningsfaktor 1 [1]  
*ρ*: luftensdensitet 1,21 [kg/m<sup>3</sup>]  
*c*: ljudets utbredningshastighet 343 [m/s]  
*v<sub>max</sub>*<sup>2</sup>: högsta uppmätta RMS hastighet i kvadrat [m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]

Beräknade ljudintensitetsnivåer har därefter A-vägts och summerats till en total A-vägd ljudintensitetsnivå. Denna nivå motsvarar den nivå som alstras genom det från golvet avstrålade direktljudet. Detta direktljud kommer dock delvis reflekteras många gånger då det träffar olika ytor i rummet vilket skapar ett så kallat efterklangsfält. Ljudnivån i rummet är summan av direktljudet från golv och efterklangsfältet samt direktljud från andra vibrerande ytor så som tak och väggar.

För att kompensera för bidrag från efterklangsfält och ytterligare direktljud från tak och väggar har 10 dB adderats till den beräknade intensitetsnivån vid beräkning av ljudtrycksnivå i rum.

Då undervisningslokalerna kommer vara försedda med nedpendlade ljudabsorberande undertak som bedöms komma att absorbera över 90 % av det infallande direktljudet från såväl golv som tak är antagligen höjningen av ljudnivån med 10 dB något i överkant. Men då slutgiltig byggnadskonstruktion, grundläggning och rumsstorlekar inte är kända och denna parameter är svår att prediktera via beräkning bör den också generellt väljas med marginal.



Bilden visar del av samlingskarta där de fyra mätpositionernas ungefärliga lägen markerats. De två böjda heldragna linjerna, ovanför mätposition 3 och längst ned till vänster är tunnelbanespår i berg.

## 4. Resultat

Då det vid mätningarna inte förekom någon observerbar störkälla ovan jord i samband med att de högsta vibrationsnivåerna uppmättes bedöms tunnelbanepassager i berg vara den primära vibrationskällan. Vad gäller stomljuden är det således kraven i avsnitt 2.2.1 *Stomljud från trafik* som ska tillämpas.

Eftersom vibrationerna från tunnelbanepassagerna ligger under den mänskliga känslotröskeln och stomljudet från vibrationerna vid mättillfället överröstades av den höga bakgrundsnivån från andra bullerkällor, så som trafiken på Essingeleden, var det dock inte möjligt att förnimma tunnelbanepassagerna utomhus.

Om man istället befinner sig inomhus i en byggnad med god fasadisolering som dämpar yttre trafikbuller, motsvarande de planerade skolbyggnaderna, kommer dock stomljuden från tunnelbanepassagerna att bli hörbara på grund av den lägre bakgrundsnivån.

Nedan redovisas uppmätta vägd acceleration samt beräknade stomljudsnivåer mot aktuellt riktvärde i respektive mätpunkt.

### 4.1 Vibrationer

Nedan har den uppmätta totala vägda accelerationen i respektive mätpunkt tabellerats tillsammans med riktvärden för komfort i byggnader enligt SS 460 48 61.

Förklaring:

✓ = Vägda acceleration under måttlig störning

✗ = Vägda acceleration motsv. måttlig/sannolik störning

Uppmätt vägd acceleration [mm/s <sup>2</sup> ] enligt ISO 2631-2			
	Riktvärde för Sannolik störning	Riktvärden för Måttlig störning	Uppmätt Vägda acceleration
<b>Mät punkt 1</b>	> 36 mm/s <sup>2</sup>	14.4 – 36.0 mm/s <sup>2</sup>	<b>0.4 mm/s<sup>2</sup> ✓</b>
<b>Mät punkt 2</b>	> 36 mm/s <sup>2</sup>	14.4 – 36.0 mm/s <sup>2</sup>	<b>0.1 mm/s<sup>2</sup> ✓</b>
<b>Mät punkt 3</b>	> 36 mm/s <sup>2</sup>	14.4 – 36.0 mm/s <sup>2</sup>	<b>0.1 mm/s<sup>2</sup> ✓</b>
<b>Mät punkt 4</b>	> 36 mm/s <sup>2</sup>	14.4 – 36.0 mm/s <sup>2</sup>	<b>0.4 mm/s<sup>2</sup> ✓</b>

### Kommentarer

Samtliga vägda accelerationsnivåer ligger långt under gränsen för måttlig störning. Samtliga tersbandsvärden ligger dessutom under den mänskliga känslotröskeln enligt ISO 2631-1, det är således inte möjligt att förnimma de uppmätta vibrationerna och de bedöms följaktligen inte heller kunna ge upphov till vibrationsstörning i framtida byggnader.

## 4.2 Stomljud

Nedan redovisas beräknade maximala A-vägda ljudnivåer från stomljud alstrade av tunnelbanepassager i respektive mätpunkt tillsammans med krav i undervisnings lokaler. De stomljud som alstras vid passagerna har en kort varaktighet varför de inte kommer påverka den ekvivalenta ljudnivån i framtida byggnad som istället kommer styras av ljud från installationer och luftburet yttre buller från vägtrafik.

Förklaring:

✓ = Uppfyller krav

✗ = Uppfyller inte krav

Beräknad maximal (FAST) A-vägd ljudnivå [dB]		
	Riktvärde	Beräknad maximal nivå
<b>Mät punkt 1</b>	32 dB(A)	35 dB(A) ✗
<b>Mät punkt 2</b>	32 dB(A)	42 dB(A) ✗
<b>Mät punkt 3</b>	32 dB(A)	37 dB(A) ✗
<b>Mät punkt 4</b>	32 dB(A)	39 dB(A) ✗

## Kommentarer

Vibrationsnivån från spårburen trafik i berg avtar normalt med avståndet, dock brukar normalt en något lägre vibrationsnivå uppmätas rakt ovanför tunneln. Detta beror på att "luften" i tunneln inte överför vibrationer vilket hindrar vibrationerna från rälisen att propagera rakt uppåt. Detta överensstämmer med mätresultaten där *mät punkt 3* nästan rakt ovanför spårtunneln har en lägre beräknad ljudnivå än mät punkt 2 som ligger på ett längre avstånd från spåret, se bild på sidan 6.

Det kan inte uteslutas att en högre nivå skulle uppmätas i en mätposition mellan punkt 2 och 3. Åtgärder **behöver** vidtas för att erhålla lägre ljudnivåer från stomljud. Förslag på sådana åtgärder ges i avsnitt 5 nedan.

(De beräknade stomljuds nivåerna från tunnelbanepassagera domineras av frekvenser mellan 250 -1000 Hz och Folkhälsomyndighetens tersbandskrav vid låga frekvenser 31.5 – 200 Hz överskrids ej av stomljudet.)

## 5. Åtgärdsförslag

Nedan ges olika förslag på åtgärder för att motverka problem med stomljud i de planerade byggnaderna.

### 5.1 Ökad förlustfaktor mellan berg och husgrund

Om husgrunden till de nya husen har direkt koppling till berget kommer vibrationerna överföras till byggnaden med mycket små förluster. Genom att införa ett skikt med vibrationsdämpande egenskaper kan dock en dämpning av vibrationerna på, typiskt 15-20 dB, vid de för ljudnivåerna styrande frekvenserna erhållas.

Om byggnaderna uppförs med platta på mark bedöms införandet av **minst 200 mm tjock** mjuk markskiva, t.ex. *Västskustskiva*, närmast under plattan ge en tillräcklig dämpning. Om annan grundläggningsmetod används kan man införa lager av **minst 25 mm tjockt** Sylomer/Sylodyn dimensionerad mot lasten i konstruktionen, detta måste i sådana fall detaljprojekteras.

### 5.2 Anpassning av planlösning (Skolbyggnaden)

Förbättrad marginal för att klara krav avseende stomljud kan erhållas genom att placera utrymmen där högre ljudnivåer från trafik tillåts i bottenvåningen i delarna av byggnaden närmast ovanför det underliggande spåret.

Utrymmestyperna matsal, uppehållsrum, omklädningsrum och wc saknar t.ex. krav avseende maxnivåer från yttre ljudkällor som trafik.

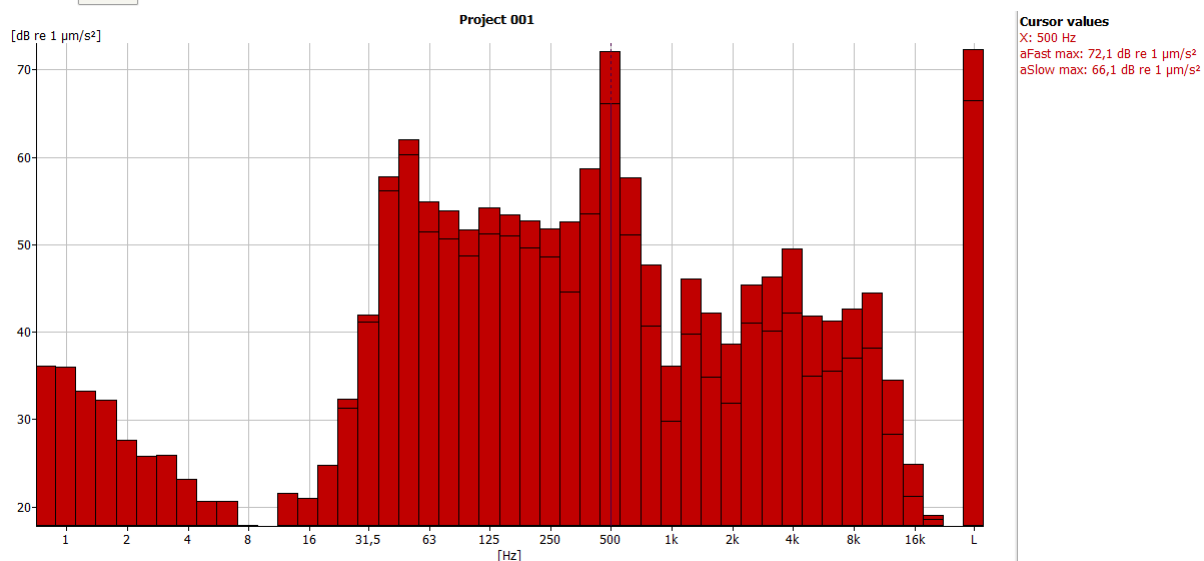
### 5.3 Kontrollmätningar under byggtid

Uppförandet av skolbyggnaderna innebär dels att de vibrerande markytorna tyngs ner och dels att en del av energin från vibrationerna fördelas vidare till andra delar av huskroppen, detta innebär att en något lägre vibrationsnivå normalt uppmäts i nybyggd byggnad än vad som uppmättes på mark innan byggnaden uppfördes. Detta skulle i sådana fall ge lägre ljudnivåer från stomljud än beräknat.

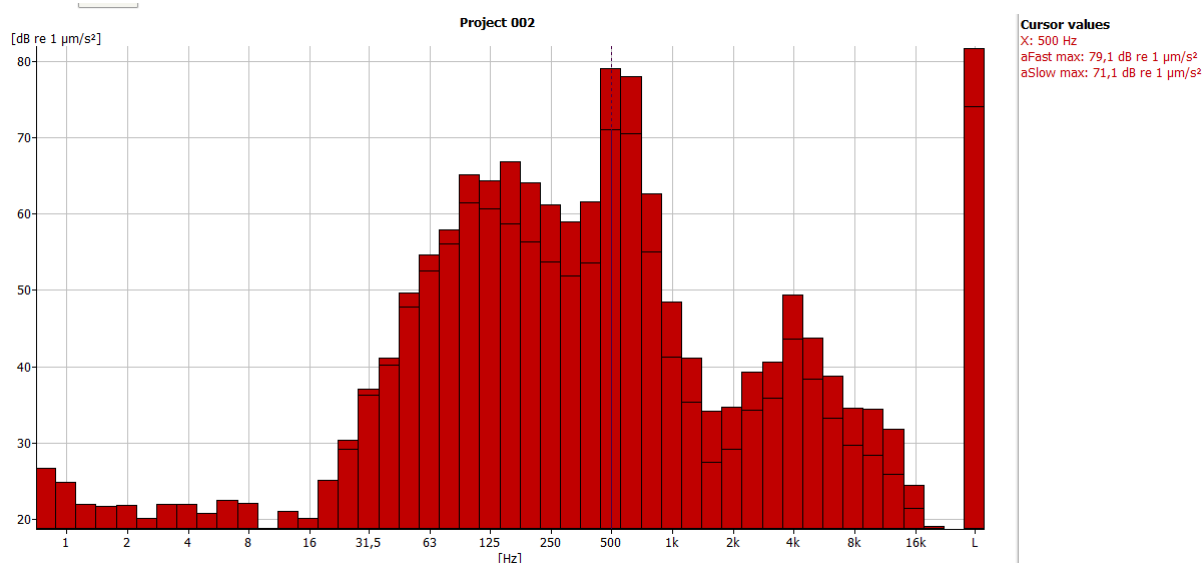
Ett alternativ skulle därför kunna vara att utföra kontrollmätningar vid grundläggning och uppförande av byggnadsstomme och säkerställa att vibrationsnivåerna blir lägre i byggnad än vad som uppmätts på mark. Om man skulle välja detta alternativ måste en dock ha en färdig strategi för hur stomljudsisoleringen ska förbättras om vibrationsnivåerna inte reduceras som förväntat.



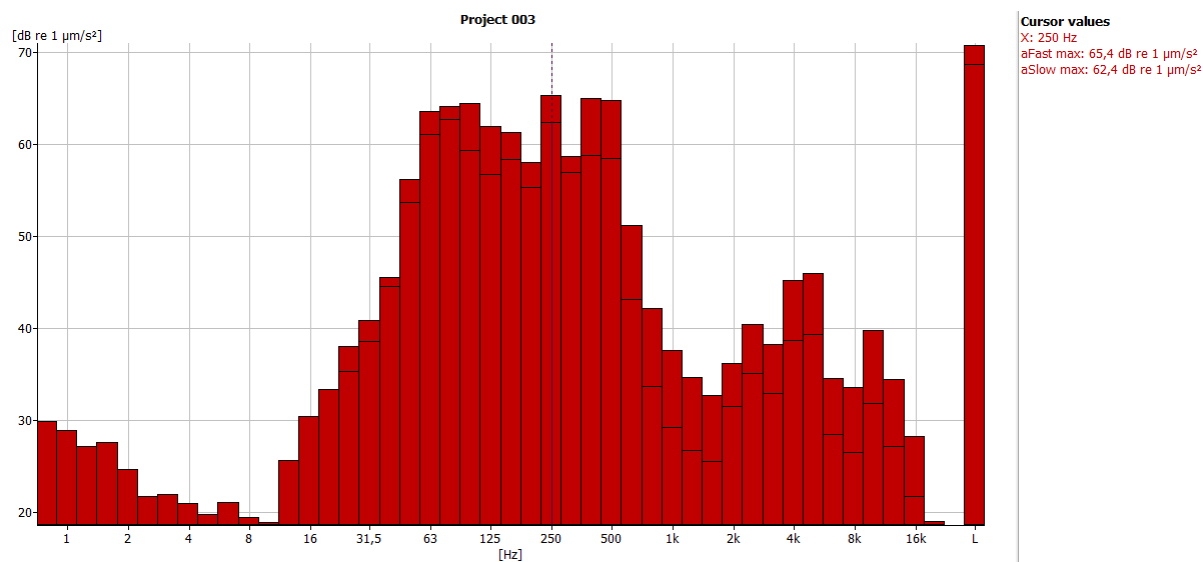
## 6. Grafisk presentation av mätresultat



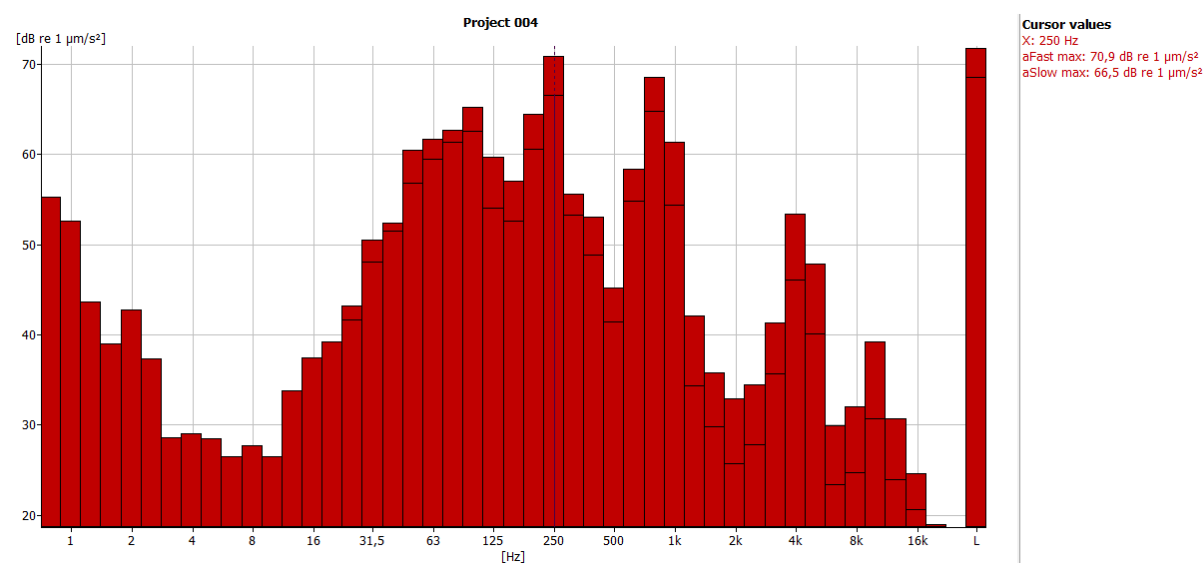
*Mätposition 1, vibrationerna domineras av tersbandet 500 Hz vilket är en typiskt dominerande frekvens nära tunnelbanespår vid medel/högre hastighet.*



*Mätposition 2, vibrationerna domineras tersbanden 500 Hz och 630 Hz.*



Mätposition 3, vibrationerna är bredbandiga och domineras inte av något enskilt tersband. Sannolikt beror denna skillnad jämfört med övriga mätpunkter på att mätpunkten ligger rakt ovanför spårtunneln vilket medför en ökad dämpning, se kommentar avsnitt 4.2.



Mätposition 4, vibrationerna domineras av tersbandet 250 Hz, denna lägre dominerande frekvens beror sannolikt på att mätpositionen ligger närmare Liljeholmens tunnelbanestation vilket medför något lägre tåghastigheter.