Norconsult

DP Brunnsbo - Komplettering vibrationsutredning

Sammanfattning

Inför ny detaljplan för bostäder och förskola i Brunnsbo inom stadsdelen Backa i Göteborg har Norconsult Sverige AB, Avdelning Akustik, fått i uppdrag av stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg att utreda risk för komfortstörande markvibrationer inom planområdet. Vibrationsutredning utfördes under 2023 - 2024 med avseende på risk för komfortstörande vibrationer och stomljud i planerade byggnader inom fastigheterna.

Både standard och riktvärden från Trafikverket har uppdaterats och dess påverkan beaktas i detta PM. Länsstyrelsen har inkommit med granskningsyttrande kring om det finns tekniska lösningar för att efterleva riktvärden som detta PM avser kunna besvara.

Förtydligande gäller framför allt byggnad 3 och 6, samt delar inom byggnad 2.

Inom tidigare utredning har responsspektraberäkningar utförts med en faktor 0,8 för övergång från mark till byggnad. I riskbedömning för pålad grundläggning har denna faktor justerats till 0,4, vilket syftar till mantelburna pålar. I detta PM har resultat för respektive byggnad med spetsburna respektive mantelburna pålar presenterats med övergångsfaktor 0,3 respektive 0,4 från mark till byggnad.

Resultat visar på något mindre risk för de aktuella byggnaderna än i tidigare utredning. Gällande byggnad 2 erhålls fortfarande komfortnivåer över 0,4 mm/s vägd RMS för responsspektraberäkningarna. Antalet händelser är dock få under de 7 dygn som mätning utförts över.

För samtliga byggnader som studerats vidare här föreligger fortsatt risk om inga åtgärder utförs. Enligt tidigare utredning krävs fortsatt åtgärder enligt följande där en eller en kombination av flera behöver beaktas.

- Bygga tung källargrund
- Pålad grundläggning, pålning för ”låsning” av grunden i lager med lägre vibrationsamplitud.
- Styva bjälklagskonstruktioner med hög egenfrekvens.
- Byggnad med hög sidostyvhet för hög lägsta egenfrekvens hos byggnad

Baserat på denna information föreslås att en planbestämmelse för aktuella byggnader gällande bostäder och vårdlokaler inom riskområdet införs enligt följande:

Bostadsbyggnader ska utföras så att maximal vibrationsnivå inomhus inte överstiger 0,4 mm/s vägd RMS. Detta avser vibrationsnivå nattetid (kl 22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt.

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat av	Granskat av	Godkänt av
1	2025-11-05	PM förtydligande kring riktlinjer och åtgärder	Andreas Sigfridsson	Marcus Andersson	Andreas Sigfridsson
2	2025-11-14	Tillägg med analys för även byggnad 4 och 5	Andreas Sigfridsson	Marcus Andersson	Andreas Sigfridsson

Detta dokument är framtaget av Norconsult som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult Sverige. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

1 Uppdrag och bakgrund

Inför ny detaljplan för bostäder och förskola i Brunnsbo inom stadsdelen Backa i Göteborg har Norconsult Sverige AB, Avdelning Akustik, fått i uppdrag av stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg att utreda risk för komfortstörande markvibrationer inom planområdet.

Vibrationsutredning utfördes under 2023 - 2024 med avseende på risk för komfortstörande vibrationer och stomljud i planerade byggnader inom fastigheterna.

Både standard och riktvärden från Trafikverket har uppdaterats sedan dess och påverkan av detta beaktas i detta PM. Länsstyrelsen har inkommit med granskningsyttrande kring om det finns tekniska lösningar för att efterleva riktvärden som detta PM avser kunna besvara.

Förtydligande gäller framför allt byggnad 3 och 6 samt delar inom byggnad 2 gällande riktvärden för bostäder. Likvärdigt förtydligande utförs även för byggnad 4 och 5 men utvärderas med förutsättning att dessa byggnader ej innefattar bostäder.

2 Riktvärden komfortvibrationer

Svensk standard uppdaterades 2022 och Trafikverkets riktlinjer uppdaterades senast 2024 och säger nu följande:

2.1 Svensk standard

Frekvensvägningen för komfortvibrationer dokumenteras i ”*SS 460 48 61: Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader” (Svensk Standard 2022)*. Frekvensvägningen viktar ner vibrationer för frekvenser som understiger 8 Hz, eftersom människan inte är lika känslig för vibrationer vid dessa frekvenser. Denna frekvensvägda vibrationshastighet kallas ofta för ”komfortvärde”.

Enligt standarden *SS 460 48 61 – 2022* utgör komfortvärdet 0,2 mm/s vägd RMS ungefärlig känseltröskel för vibrationer. Vidare anges 0,4 mm/s som gräns för vibrationsnivå från tågtrafik där mätbar påverkan på sömn startar. Vid 0,7 mm/s vägd RMS är enligt samma standard ungefär 1 av 3 personer störda av vibrationer från tågtrafik.

Dessa värden borde kunna tillämpas mindre strikt för kontor jämfört med bostäder.

2.2 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2014:1021, v. 4.0) för bl a vibrationer från trafik på väg och järnväg, anger för bostäder och vårdlokaler riktvärdet: **maximal vibrationsnivå, 0,4 mm/s vägd RMS inomhus**. Detta avser vibrationsnivå nattetid (kl 22–06) och värdet får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Riktvärdet avser i dokumentet gälla vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnation av infrastruktur. Enligt TDOK 2017:0686 v.3.0 (Buller och vibrationer vid planering av bebyggelse - Rutinbeskrivning) ska ovan riktvärde även gälla vid nybyggnation intill befintlig infrastruktur.

3 Bohusbanan

3.1 Tidigare utredning

Den stora skillnaden är att i tidigare utredning hade Trafikverkets tidigare riktlinjer med tillägget:

- *Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS*.

Detta uttryck är alltså borttaget i senare versioner av Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2014:1021, v. 4.0).

I tidigare utredning hade följande riskområde bedömts:

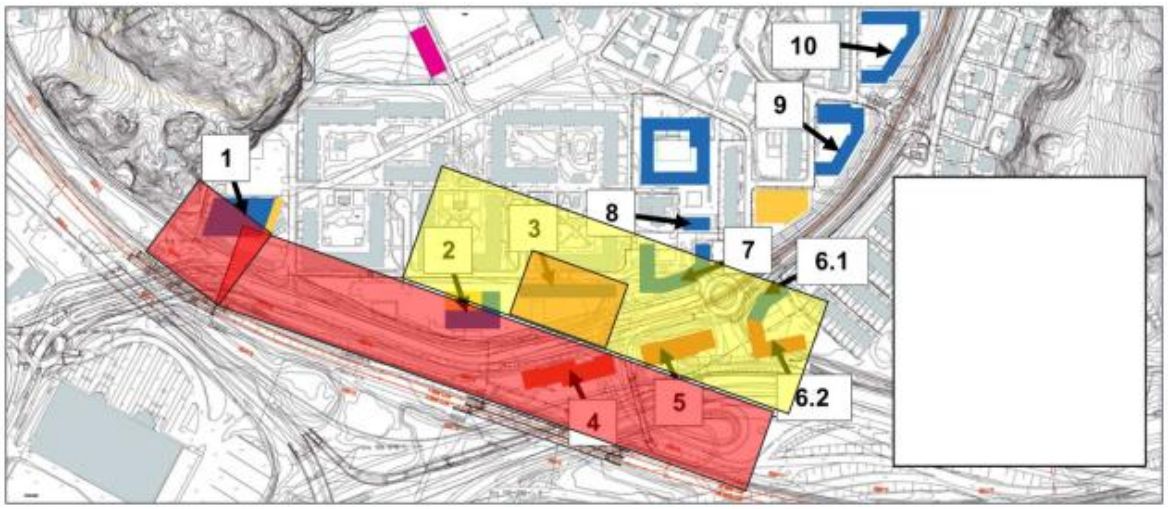
*Gult område enligt **Figur 1** avser risk för komfortvibrationer mellan 0,4 – 0,7 mm/s vägd RMS enligt responsspektraberäkningar för pålad grundläggning. Inom detta område beskrivs risker för aktuella byggnader enligt nedan.*

För Huskropp 6.2 och 7 bedöms risk kunna hanteras genom pålad grundläggning och tung stomme med styva bjälklag (lägsta egenfrekvens över ca 10 Hz).

Huskropp 5 och 6.1 bedöms kunna hanteras som kontor då komfortnivåer maximalt beräknas uppgå till 0,7 mm/s vägd RMS samt att det endast är ett fåtal passager under mätperiodens 7 dygn som medför överskridanden över 0,4 mm/s vägd RMS i responsspektraberäkningar.

*Orange område enligt **Figur 1** avser risk för komfortvibrationer mellan 0,4 – 0,7 mm/s vägd RMS enligt responsspektraberäkningar för pålad grundläggning. För bostäder i Huskropp 3 beräknas dock överskridande med åtgärder enligt ovan för Huskropp 6 och 7. Responsspektraberäkningar visar att 2 passager under mätperiodens 7 dygn skulle kunna medföra komfortnivåer på 0,5 mm/s vägd RMS. Med det kräver då att egenfrekvens i bjälklag sammanfaller med störfrekvens vid cirka 12 Hz. Denna huskropp 3 medför därmed viss risk enligt beräkningar. Det kan vara möjligt att med utökad analys och åtgärder som t ex FE-analys eller liknande reducera denna risk för att möjliggöra bostäder. Värt att nämna är också att befintliga byggnader (t ex GÖTEBORG BACKA 1:8) är uppförda på liknande avstånd.*

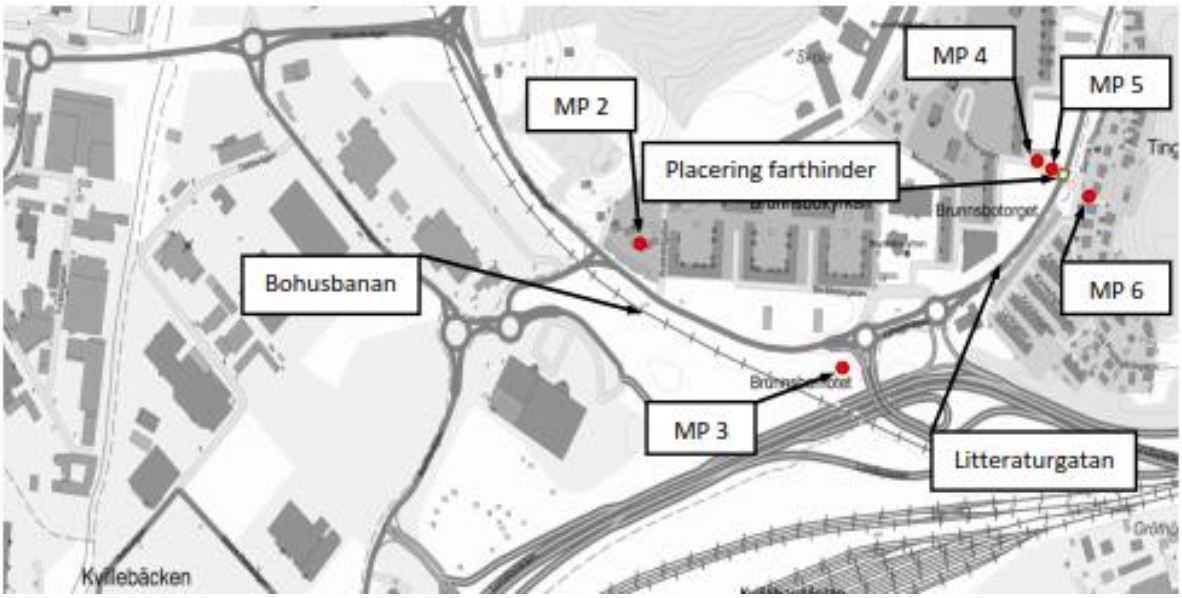
*Rött område enligt **Figur 1** avser risk för komfortvibrationer över 0,7 mm/s vägd RMS enligt responsspektraberäkningar för pålad grundläggning. Detta gäller Huskroppar 1,2 och 4. För dessa byggnader föreligger risk för komfortstörande vibrationer med avseende på bostäder och kontor.*



Figur 1. Riskområde med avseende Bohusbanan i tidigare utredning.

3.2 Mät- och beräkningsresultat tidigare utredning

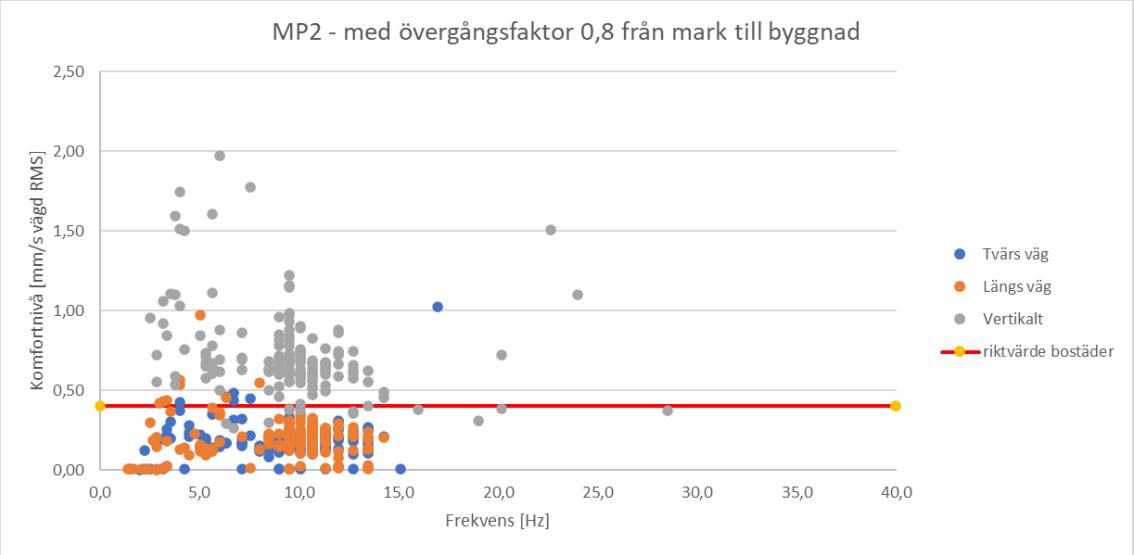
I tidigare utredning utfördes vibrationsmätningar i 6 mätpunkter, där framför allt mätpunkt 2 och 3 är relevant för Bohusbanan. Placering av mätpunkter presenteras i figur 2.



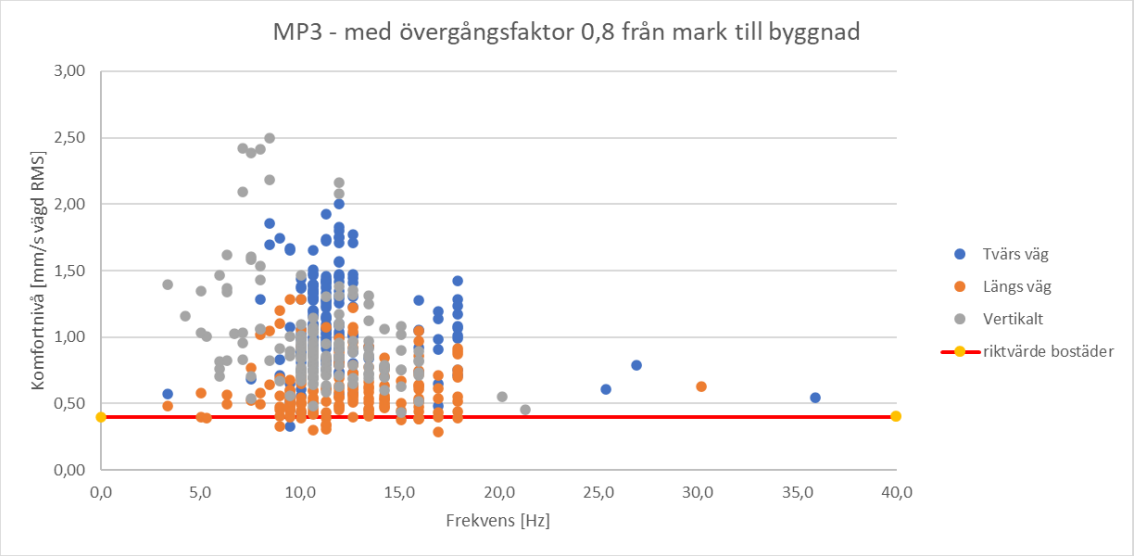
Figur 2. Placering av mätpunkter för vibrationsmätningar under 2023.

Resultat från responsspektraberäkningar för mätpunkt 2 och 3 presenteras i figur 3 och 4. Resultaten avser alltså en övergångsfaktor 0,8 från mark till byggnad.

Det är viktigt att poängtera att syfte med responsspektraberäkningar är ej att se på ett förväntat utfall utan resultaten syftar till vad som skulle kunna uppstå i ”värsta fall”. Samtidigt kan ej samtliga händelser inträffa på en plats inom byggnaden då egenfrekvens i byggnadsstomme endast erhålls vid en frekvens (eller ett smalt frekvensområde) och därmed sker inte full förstärkning över hela frekvensområdet. Som ett exempel: För ett bjälklag med en lägsta egenfrekvens på 7 Hz är det responsspektraberäkningarna runt 7 Hz som är av intresse.



Figur 3. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) och vid vilken frekvens den uppträder för registreringar där tröskelvärdet i mark överskridits, mätpunkt 2. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.



Figur 4. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) och vid vilken frekvens den uppträder för registreringar där tröskelvärdet i mark överskridits, mätpunkt 3. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

3.3 Beräkningsresultat med avseende på byggnad 2, 3 och 6

Utöver tidigare presenterade vibrationsnivåer per mätpunkt tillkommer en avståndskorrigering för mätpunktsplacering i förhållande till byggnadens placering i förhållande till Bohusbanan. Vid låga frekvenser (<20 Hz) är det framför allt den geometriska avståndsdämpningen som påverkar resultatet, dvs materialdämpningen beaktas ej i denna korrigering. För spårburen trafik generas vibrationer i mark och normalt är ytvågen (R-våg) som är dominerande och dess amplitud avtar vid avståndsdubbling med:

- $\frac{1}{\sqrt{(2)}} = 0{,}71$

Mätningar för MP 3 utfördes i tidigare utredning på ett avstånd av 21 meter från Bohusbanan. Avstånd till aktuella byggnader har i tidigare utredning redovisats i tabell 1 tillsammans med förväntad reduktion på förändrat avstånd till Bohusbanan.

Tabell 1 – Avståndskorrektion för aktuella byggnader i förhållande till MP3.

Byggnad	Avstånd till Bohusbanan	Korrektion avstånd i förhållande till MP3
Byggnad 2	47 m	0,67
Byggnad 3	96 m	0,47
Byggnad 4	17 m	1,11
Byggnad 5	72 m	0,54
Byggnad 6.1	109 m	0,44
Byggnad 6.2	143 m	0,38

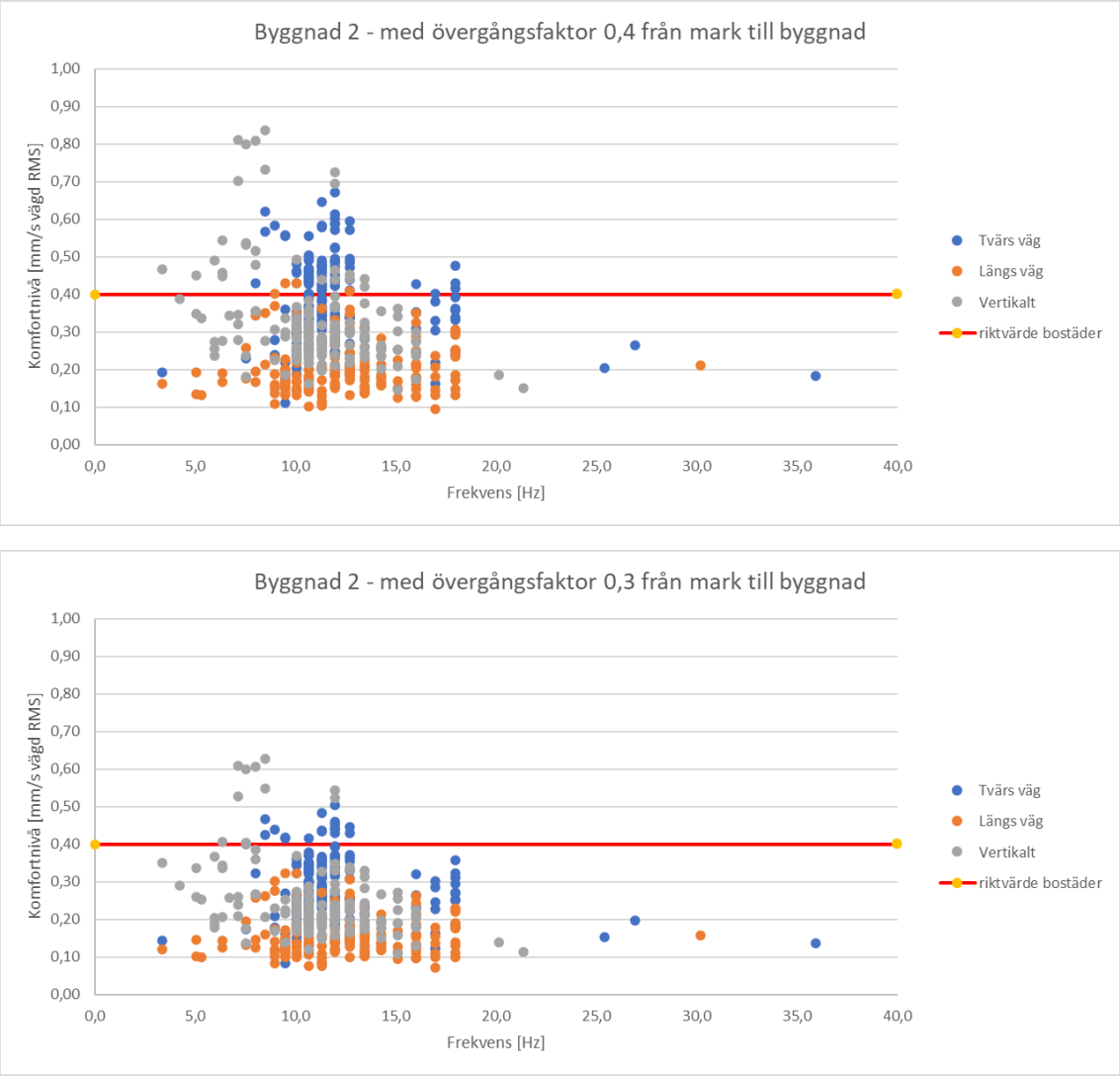
För pålad grundläggning finns en del allmänna schabloner för övergång från mark till byggnad att använda. Dessa finns dock inga referenser till utan bygger ofta på erfarenhet hos olika konsultbolag. Schabloner som normalt används för pålade grundläggningar och dess vibrationsdämpande effekt presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Schabloner för kopplingsfaktor mellan mark och byggnad för pålad grundläggning.

Grundläggning	Reduktion av vibrationshastigheten med faktor
Pålad grundläggning (spetsburna pålar)	0,3
Pålad grundläggning (mantelburna pålar)	0,4

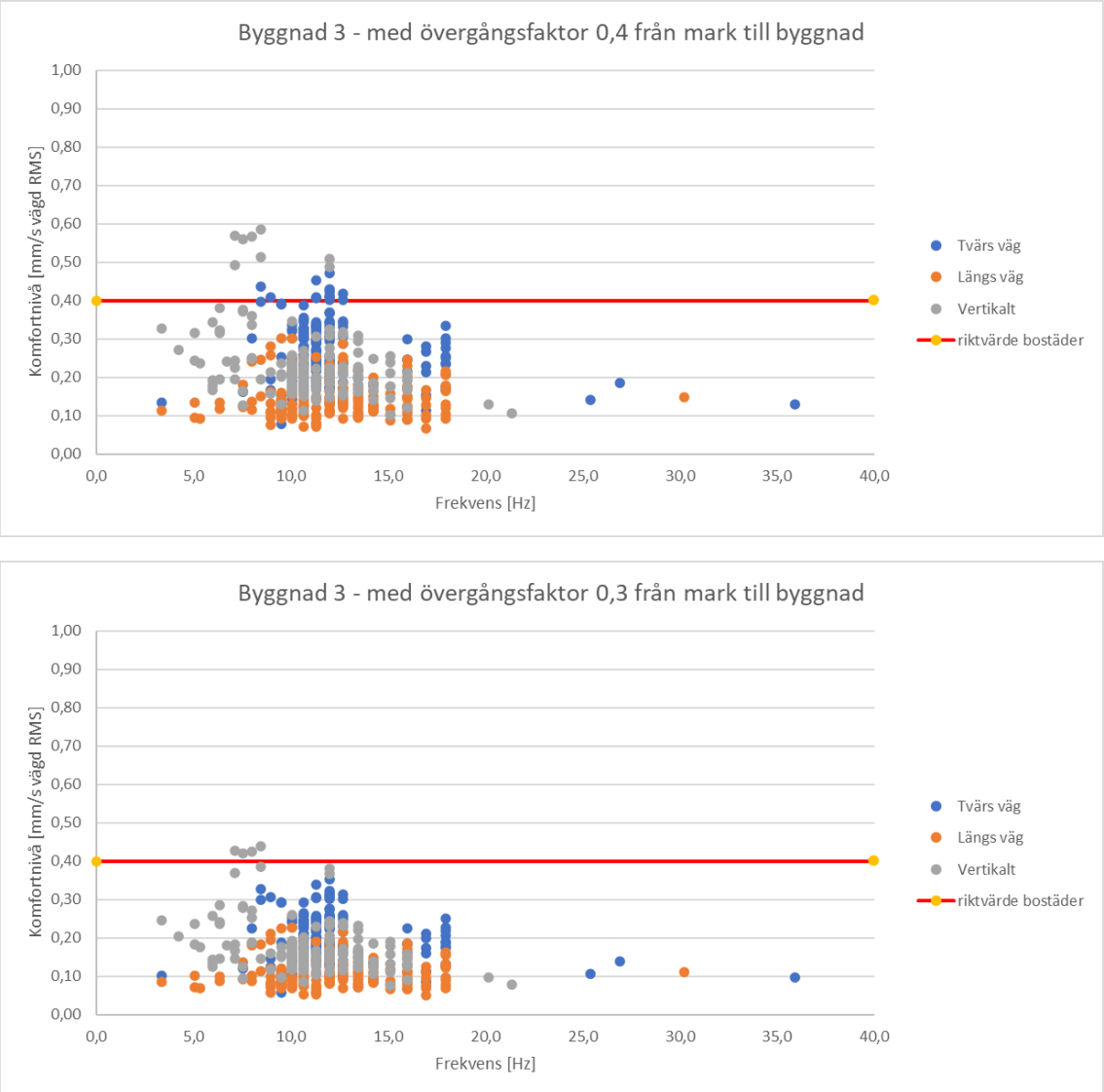
Med korrigeringar för avstånd samt pålad grundläggning för de aktuella byggnaderna erhålls följande resultat från responsspektraberäkningar.

Byggnad 2, maximala komfortnivåer uppgår fortsatt till över 0,4 mm/s vägd RMS men som figur 5 visar rör det sig endast ett fåtal händelser under mätperiodens 7 dygn. Resultaten avser alltså hela dygnet och ej enbart nattetid som Trafikverkets riktlinjer avser. Överst presenteras därmed exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).



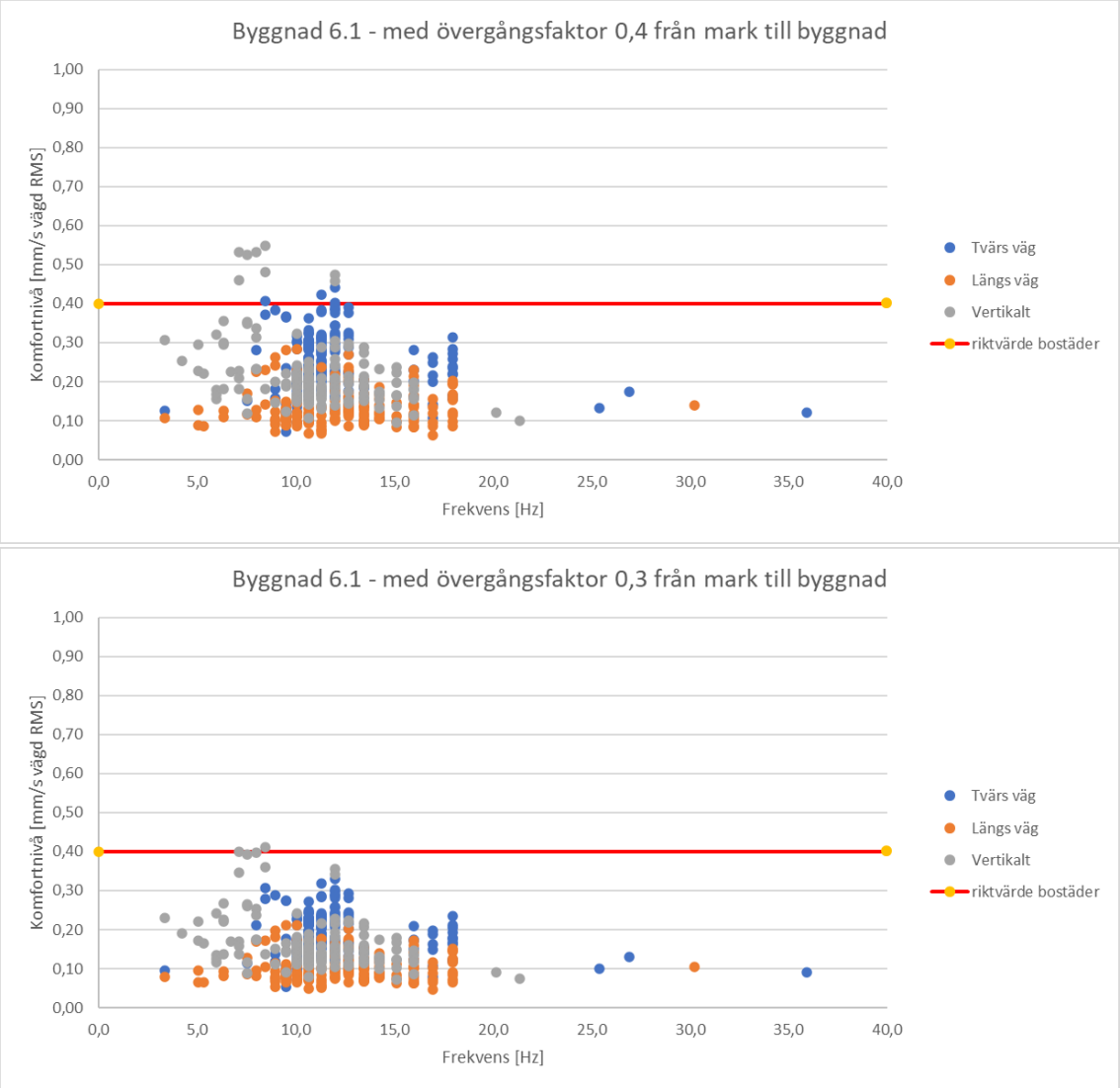
Figur 5. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 2. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

Gällande byggnad 3 reduceras vibrationsnivåer med mantelburna pålar och maximalt uppgår komfortnivåer till 0,59 mm/s vägd RMS. Antal överskridande är även här få under mätperiodens 7 dygn. Förspetsburen pålning reduceras vibrationsnivåer ytterligare ned till 0,44 mm/s vägd RMS, vilket då i teorin klarar riktvärdet på 0,4 mm/s vägd RMS. Resultaten för byggnad 3 presenteras i figur 6, överst presenteras exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).



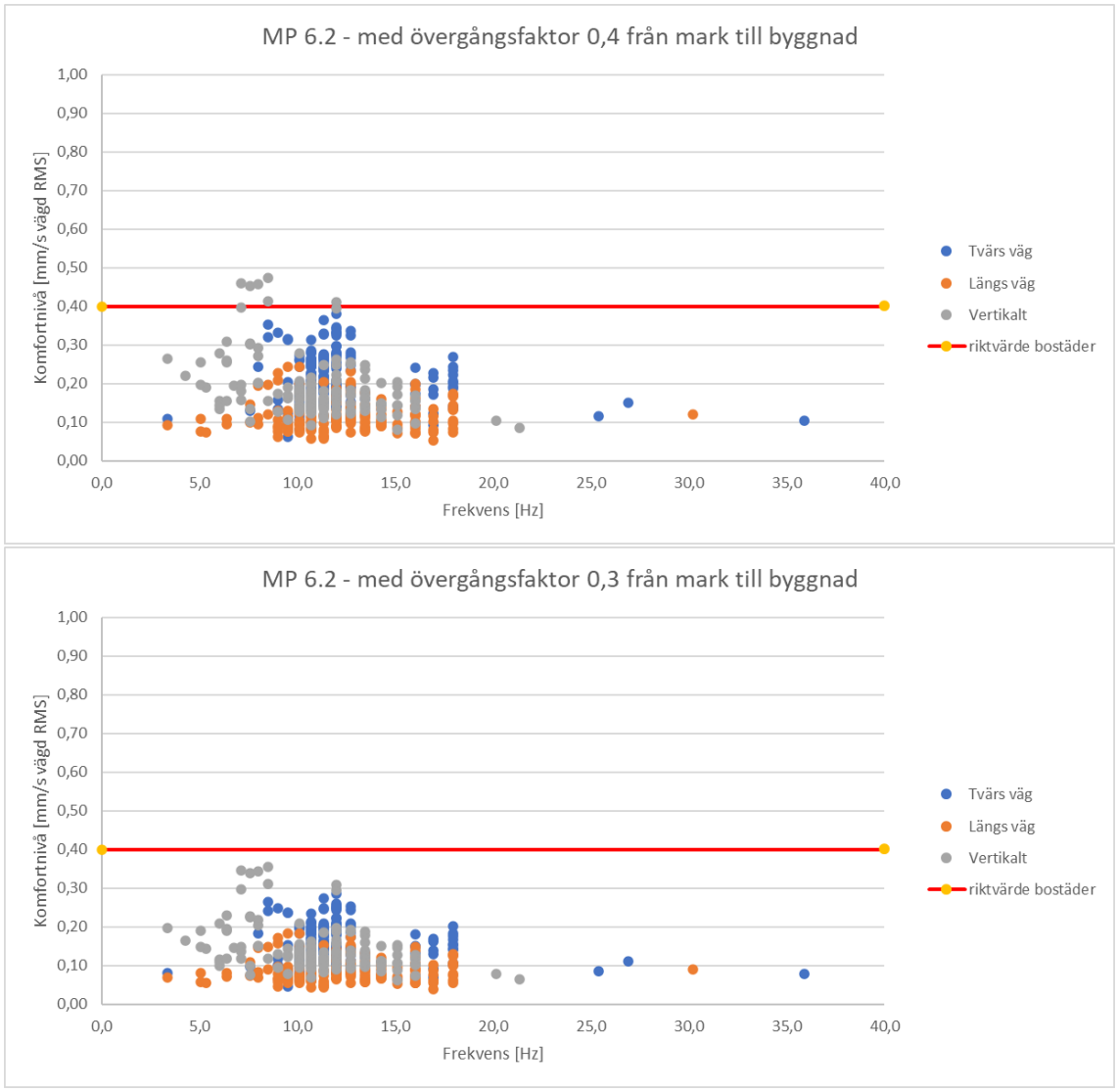
Figur 6. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 3. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

Gällande byggnad 6.1 reduceras vibrationsnivåer med mantelburna pålar och maximalt uppgår komfortnivåer till 0,55 mm/s vägd RMS. Antal överskridande är även här få under mätperiodens 7 dygn. Förspetsburen pålning reduceras vibrationsnivåer ytterligare, vilka då i teorin klarar riktvärdet på 0,4 mm/s vägd RMS. Resultaten för byggnad 6.1 presenteras i figur 7, överst presenteras exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).



Figur 7. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 6.1. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

Gällande byggnad 6.2 reduceras vibrationsnivåer med mantelburna pålar och maximalt uppgår komfortnivåer till 0,47 mm/s vägd RMS. Antal överskridande är även här få under mätperiodens 7 dygn. Förspetsburen pålning reduceras vibrationsnivåer ytterligare, vilka då i teorin klarar riktvärdet på 0,4 mm/s vägd RMS. Resultaten för byggnad 6.2 presenteras i figur 8, överst presenteras exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).



Figur 8. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 6.2. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

3.4 Beräkningsresultat med avseende på byggnad 4 och 5

Byggnad 4 och 5 har ej varit aktuella för bostäder. Det saknas riktvärden för kontor både inom svensk standard samt Trafikverkets riktlinjer, i tidigare svensk standard *SS 460 48 61* från 1992 fanns det endast beskrivet (med avssende på riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS): *De kan tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder.*

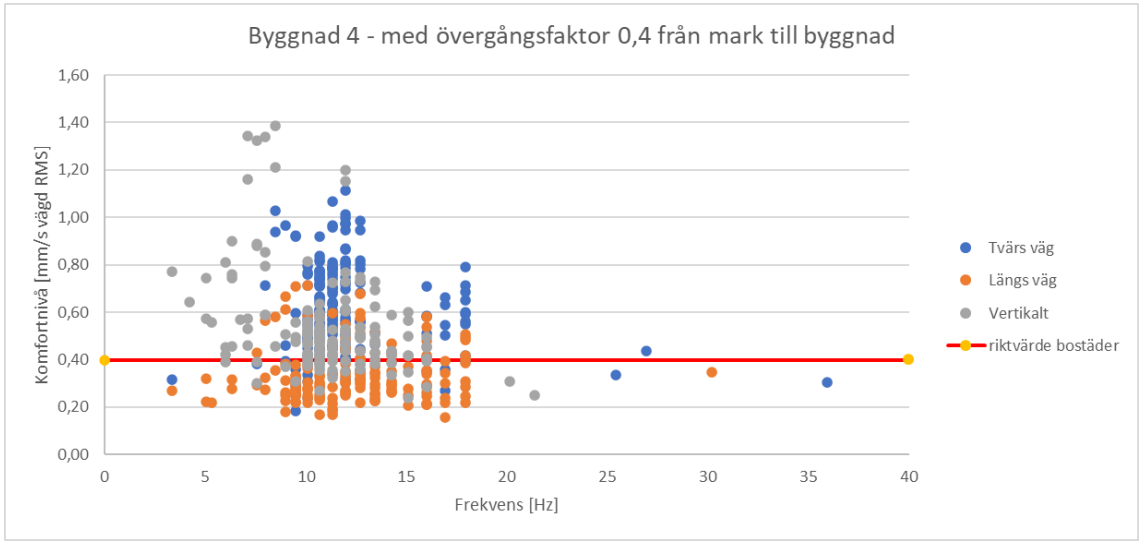
Med avseende på risk för störningar inom arbetet för framtagning av detaljplan presenteras likvärdiga resultat som för tidigare byggnader. Resultaten avser alltså responsspektraberäkningar med pålad grundläggning för respektive byggnad. För avståndskorrigering har avstånd till Bohusbanan enligt tabell 1 använts.

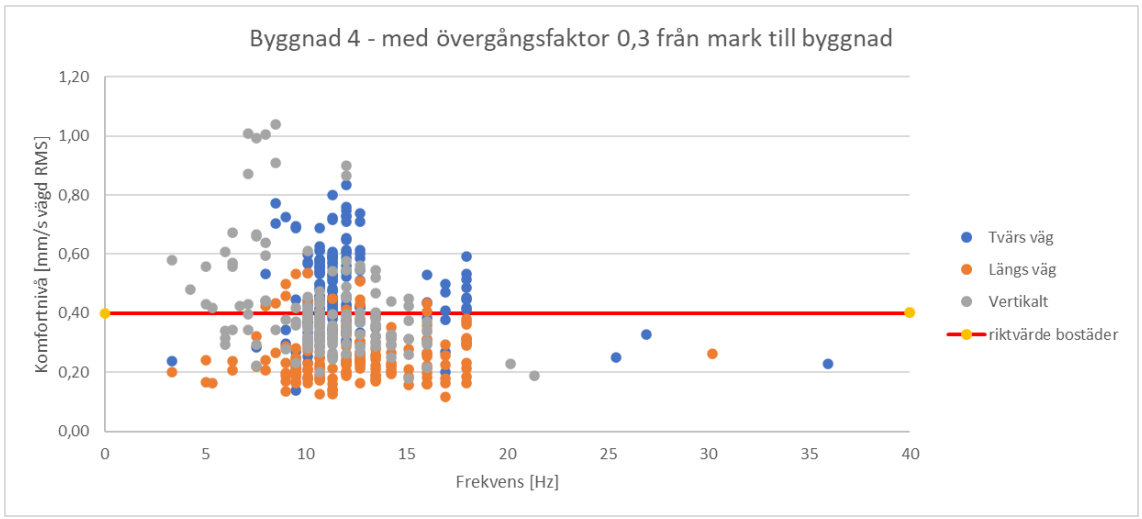
Tabell 1 – Avståndskorrektion för aktuella byggnader i förhållande till MP3.

Byggnad	Avstånd till Bohusbanan	Korrektion avstånd i förhållande till MP3
Byggnad 4	17 m	1,11
Byggnad 5	72 m	0,54

Gällande byggnad 4 reduceras vibrationsnivåer med mantelburna pålar och maximalt uppgår komfortnivåer till 1,4 mm/s vägd RMS. Antal överskridande (över 0,4 mm/s vägd RMS) är betydligt fler än vad som presenterats för övriga byggnader men återigen avser resultatet alltså hela mätperiodens 7 dygn. Framför allt är det många händelser omkring 10–12 Hz som medför höga vibrationsnivåer. Med mycket styva bjälklag skulle denna risk alltså kunna reduceras ytterligare utöver detta exempel med pålad grundläggning.

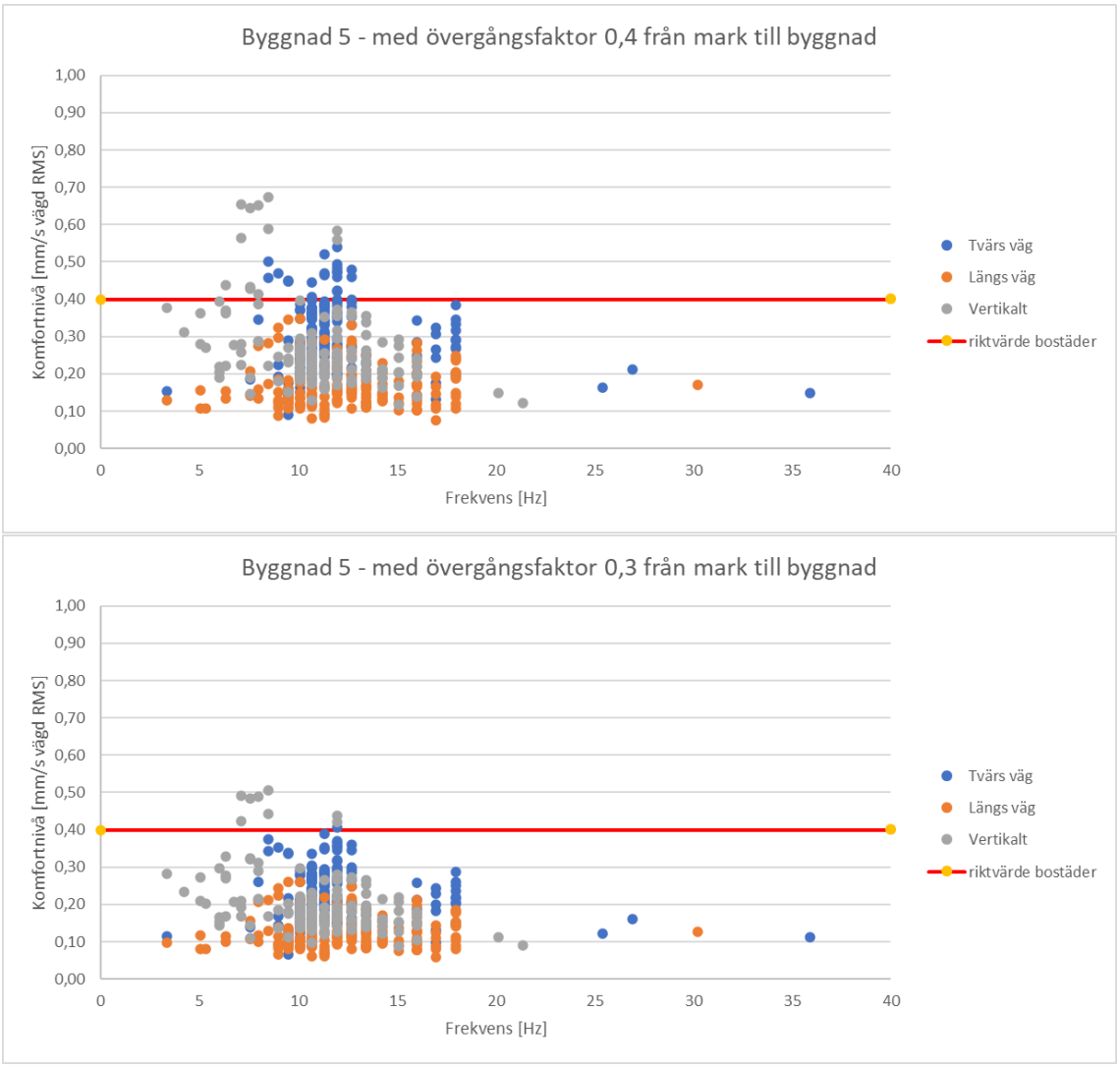
Förspetsburen pålning reduceras vibrationsnivåer ytterligare och uppgår maximalt till 1,0 mm/s vägd RMS. Resultaten för byggnad 4 presenteras i figur 9, överst presenteras exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).





Figur 9. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 4. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

Gällande byggnad 5 reduceras vibrationsnivåer med mantelburna pålar och maximalt uppgår komfortnivåer till 0,67 mm/s vägd RMS. Antal överskridande är även här få under mätperiodens 7 dygn. Förspetsburen pålning reduceras vibrationsnivåer ytterligare ned till 0,51 mm/s vägd RMS. Resultaten för byggnad 5 presenteras i figur 10, överst presenteras exempel för mantelburna pålar (faktor 0,4) samt undre figur avser spetsburna pålar (faktor 0,3).



Figur 10. Högsta komfortnivå från responsspektraberäkningar (Q=10) med korrigering för avstånd och mantelburna respektive spetsburna pålar tillsammans med vid vilken frekvens den uppträder, byggnad 5. Resultat vid högre frekvenser än 40 Hz har filtrerats bort.

3.5 Kommentarer till resultat

I tidigare utredning utfördes responsspektraberäkningar med en faktor 0,8 som övergång från mark till byggnad. I redovisade riskområden för pålade grundläggning användes en faktor 0,4 för denna övergång från mark till byggnad för att visa resultat oberoende om mantelburna pålar eller spetsburna pålar användes. Gränserna avsåg då när komfortnivåer över 0,7 mm/s vägd RMS överskrids vilket ej finns kvar inom de nya riktvärdena från Trafikverket. I detta PM har alltså avståndsjusteringar samt lite av en maximal åtgärd för grundläggning genom pålad grundläggning (mantelburna respektive spetsburna pålar) beaktats för att visa på effekt av åtgärder. Utöver denna åtgärd tillkommer de övriga generella åtgärder som redovisats tidigare.

Resultat med avseende på spetsburna pålar visar på något mindre risk för de aktuella byggnaderna än i tidigare utredning. Gällande byggnad 2 erhålls fortfarande komfortnivåer över 0,4 mm/s vägd RMS för responsspektraberäkningarna. Antalet händelser är dock få under de 7 dygn som mätning utförts över.

För mantelburna pålar ökar alltså redovisade nivåer i figur 5 – 8 med 33%. Vilket även då innebär fler händelser under mätperiodens 7 dygn som överskrider 0,4 mm/s vägd RMS. I kombination med styvare bjälklag kan ändå antalet händelser minimeras.

För byggnad 4 och 5 är bostäder ej aktuellt, resultaten från responsspektraberäkningar med pålad grundläggning presenteras i figur 9 och 10 för att visa på risker och att åtgärder för dessa byggnader också är aktuella för att minimera risk för klagomål. Dock finns inga riktvärden presenterade i svensk standard eller Trafikverkets riktlinjer för kontor.

För samtliga byggnader som studerats vidare här föreligger fortsatt risk om inga åtgärder utförs. Enligt tidigare utredning så krävs fortsatt åtgärder enligt följande där en eller en kombination av flera behöver beaktas.

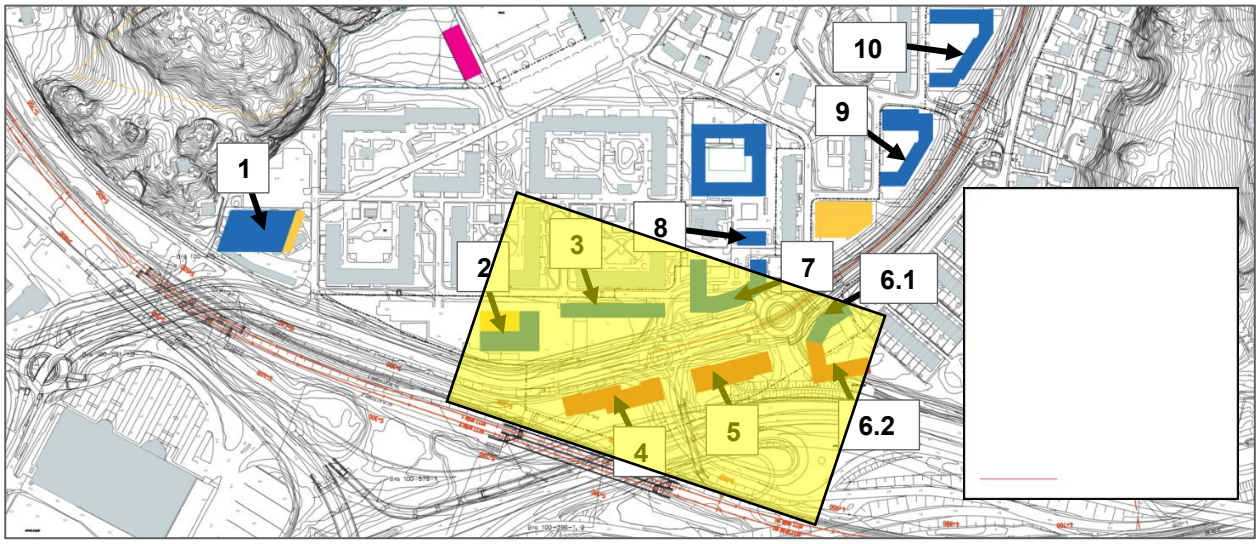
- Bygga tung källargrund
- Vid platta på mark; pålning för ”låsning” av grunden i lager med lägre vibrationsamplitud.
- Styva bjälklagskonstruktioner med hög egenfrekvens.
- Byggnad med hög sidostyvhet för hög lägsta egenfrekvens hos byggnad

4 Slutsats

Att standard och Trafikverkets riktlinjer ändrats påverkar i sig inte ambitionen att vibrationsnivåer maximalt ska uppgå till 0,4 mm/s vägd RMS för att minimera risk för störningar i de planerade byggnaderna. Men de nya riktlinjerna innefattar ej ett maxnivåkrav för enstaka händelse under 7 dygn utan riktvärdena gäller endast nattetid (22–06) samt får överskridas 5 gånger per trafikårsmedelnatt. Detta medför att enstaka händelser under de 7 dygn mätningar avser inte bör vara dimensionerande för byggnadskonstruktion eller grundläggning på samma sätt.

Denna lite mer fördjupande genomgång innebär alltså fortsatt att passager på Bohusbanan medför risk för komfortstörande vibrationer för byggnad 2, 3 och 6. Beräkningar visar dock att med föreslagna åtgärder kan vibrationsnivåer minimeras och därmed efterleva aktuella riktvärden. I figur 11 nedan presenteras en ny figur med de aktuella byggnader där risk för komfortstörande vibrationer föreligger. Enligt Trafikverkets riktlinjer gäller riktvärden med avseende komfortvibrationer endast för bostäder och vårdlokaler.

I detta PM presenteras även beräknade komfortnivåer för byggnad 4 och 5 (Ej bostäder) med pålad grundläggning för att visa på risk för komfortstörande vibrationer, där framför allt byggnad 4 erhåller kraftiga vibrationsnivåer.



Figur 11. Riskområde baserat på responsspektraberäkningar utan pålad grundläggning.

Baserat på denna information föreslås att en planbestämmelse för aktuella byggnader gällande bostäder och vårdlokaler inom riskområdet införs enligt följande:

Bostadsbyggnader ska utföras så att maximal vibrationsnivå inomhus inte överstiger 0,4 mm/s vägd RMS. Detta avser vibrationsnivå nattetid (kl 22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt.