



RAPPORT

Handläggare
Mats Hammarqvist

Tel
010-5058433

Mobil
+46701847433

E-post
mats.hammarqvist@afconsult.com

Datum
2020-03-25

Projekt-ID
751170

Rapport-ID
Dp Mörten och Nejonöga vibrationsutredning

Kund
Wallenstam

Detaljplan Mörten och Nejonöga – Vibrationsutredning med mätningar

ÅF-Infrastructure AB

Fyll i granskningsstatus.

Mats Hammarqvist

ÅF-Infrastructure AB, Grafiska vägen 2, Box 1551, SE-40151 Göteborg Sverige
Telefon +46 10 505 00 00, Säte i Stockholm, www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103, VAT nr SE556185210301



RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
2	Syfte.....	4
3	Underlag	4
4	Krav vibrationer	7
4.1	Komfortstörande riktvärden	7
4.1.1	Riktvärden Svensk Standard	7
4.1.2	Riktlinjer Trafikverket	7
4.2	Byggnadsskada	8
5	Beräkningar	8
5.1	Vibrationers alstring – väg/tåg-trafik	8
5.2	Beräkningsmodell.....	8
6	Mätningar	9
6.1	Mätningar inom tomt för Essitys kontor.....	9
6.2	Mätningar inom detaljplanen.....	9
7	Resultat	11
7.1	Beräkningar.....	11
7.2	Mätningar.....	11
7.2.1	Mp1.....	12
7.2.2	Mp2.....	13
7.2.3	Mp3.....	14
8	Slutsatser	15
9	Åtgärder.....	15
9.1	Möjliga vibrationsreducerande åtgärder.....	15
10	Referenser.....	16



RAPPORT

Sammanfattning

Beräkningar

Beräkningar visade att åtgärder kan behöva utföras för framtida byggnader undvika höga vibrationsnivåer i framtida byggnader. För att få en tydligare bild av de markburna vibrationerna i området utfördes en kompletterande mätning.

Vibrationshastigheterna från järnvägen överskrider beräkningsmässigt 0,3 mm/s men mätningar visar att järnvägstrafiken ger ett lägre bidrag.

Med till exempel farthinder i typ av gupp vägnätet eller andra ojämnheter kan vibrationshastigheterna i mark överskrida riktvärde enligt beräkningar. Lokala gator bör utföras utan ojämnheter.

Mätningar

Kompletterande mätningar har genomförts för att närmare undersöka vibrationshastigheterna inom detaljplanen. Mätningar nattetid innehåller inga vibrationshastigheter som överskrider riktvärde. Därav bedömer vi att området inte störs av E6, Västra Stambanan eller Gamla Kungsbackavägen. Mätningar dagtid innehåller värden som överskrider riktvärde. Vid genomgång av mätvärden bedöms det vara främst byggaktivitet inom närliggande tomt eller fordon som kör i direkt anslutning till mätpunkten, eftersom vibrationshastigheten endast förekommer vid en vibrationsgivare i taget, som är orsaken till de höga värdena.

Mätpunkt	Vibrationshastighet natt Högsta [RMS mm/s]	Vibrationshastighet natt 5:e högsta medelnatt [RMS mm/s]	Vibrationshastighet hela perioden dag-kväll-natt [RMS mm/s]
Mp1	0,2	< 0,1	0,8
Mp2	0,1	< 0,1	0,4
Mp3	0,1	< 0,1	1,3

Figur 1 Uppmätta komfortvägda vibrationshastigheter inom området

Höga vibrationshastigheter dagtid indikerar dock att marken är benägen att sprida vibrationer.

Slutsats

Den befintliga infrastrukturen bedöms inte ge höga vibrationshastigheter i mark men då marken har en benägenhet att sprida markburna vibrationer rekommenderas att byggnader och framtida vägar utformas för att undvika risk för komfortstörande vibrationer inom byggnaderna. Det kan genomföras genom korrekt utformning av byggnadsstomme, grundläggning och undvika ojämnheter i gator.



Figur 3 Område som redovisas i PM Geoteknik (aktuellt område ingår inte i utredning)

Det saknas specifik geoteknisk information för aktuellt område. I denna utredning sammanfattar vi underlag från nära liggande områden. PM Geoteknik, Mölndals Centrum söder om Brogatan samt detaljplan upprättad för kvarter med Scandic hotell.

Odränerad skjuvhållfasthet för gyttjig lera är i storleksordningen mellan $\tau = 10-20$ kPa i området. Det finns högsensitiva leror i omgivningen, sk. Kvickleror.

Geotekniken och anläggningars grundläggning inom området är komplex. I Sweco Civils PM (Sweco Civil AB, 2013-10-24) redovisas en sammanfattning av dessa anläggningar. Speciellt kan nämnas Mölndalsåns kulvertering som sträcker sig från Baazgatan till Tempelgatan. Denna reducerar sannolikt vibrationsnivåerna från E6 väsentligt till omgivningen. Efter denna genomgång har även Huvudkontor för Essity, som ägs av Platser Fastighet tillkommit. Vibrationsmätningar har utförts inom denna tomt i samband med projekteringen av huset. Innan utförd grundläggning var vibrationsnivåerna i storleksordningen 1 mm/s där tågtrafiken är den källa som dominerade (ÅF Ljud och vibrationer, 2014-09-02).

Enligt besked från kommunen gäller följande för Scandic hotell i dess detaljplan:

"Under torrskorpan finns ett ca 3,5 meter tjockt lager gyttjig lera med hög vattenhalt, vilket gör området speciellt känsligt för belastning. Från ca 5 meters djup börjar ett 30-33 meter mäktigt lerlager, djup till fast botten ca 35-40 meter. Grundvattennivån ligger 0,2-0,5 meter under markytan. Jorden är normalkonsoliderad för nu rådande förhållanden. Ökad belastning i t ex form av uppfyllnader kommer att medföra stora långtidsbundna sättningar. Totalstabiliteten bedöms som mycket hög."

Lerans mäktighet ökar i sydvästlig riktning.



Befintliga anläggningar

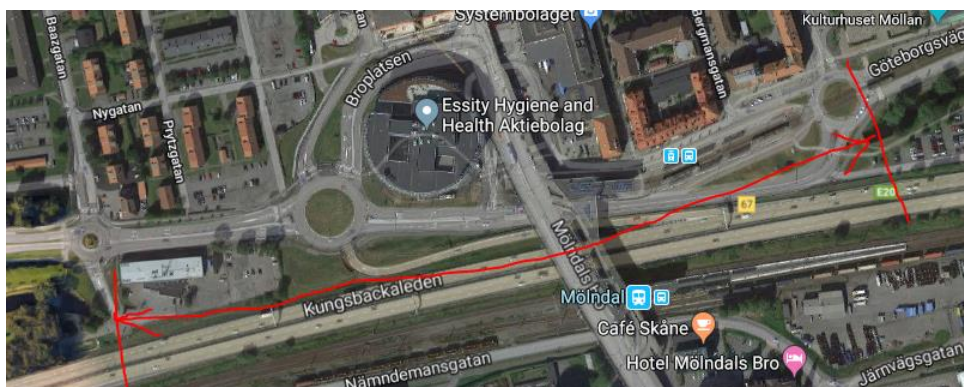
Huvuddelen av befintliga anläggningar som ligger i området för Mölndal centrum är grundlagda på pålar. Nedan sammanfattas grundläggningsförfarandet hos befintliga anläggningar inom planområdet samt några av de större objekten i närområdet:

- Tillfarter till Mölndals Bro är grundlagda genom bankpålning med stödpålar av betong närmast brons landfästen samt uppbyggnad av vägbank med lättfyllnadsmassor. Bron är grundlagd på stödpålar av betong.
- Jordvallen som ligger innanför spårvägens vändslinga har utförts med lättklinkerfyllning. Vallan anlades i samband med att vändslingan byggdes om 2011. I samband med ombyggnaden schaktades den ursprungliga jordvallen (även den utförd med lättklinkerfyllning) bort ner till nivå för omgivande markyta. Därmed finns det sannolikt kvar lättklinker under dagens markyta inom läget för den ursprungliga vallen.
- Affärscentrum vid Mölndals Bro (Kv Koljan och Kv Kungsfisken), Terminalbyggnad och Scandic Hotell är grundlagda på stödpålar.
- Kulverten av Mölndalsån, som delvis är belägen under den västra körbanan på väg E6/E20, är grundlagd på pålar till fast botten.
- Avfartsrampen från E6/E20 som ansluter till Gamla Kungsbackavägen via en cirkulationsplats precis söder om spårvägens vändslinga är grundlagd med lättklinkerfyllning. Där väggroppen passerar över den pålade kulverten för Mölndalsån har övergången utformats med pådäck och länkplattor.
- Inom hållplatsområdet norr om Mölndals Bro samt Göteborgsvägen har kompensationsgrundläggning för uppfyllnader utförts med lättklinkerfyllning. Inom

spårömråden och trafikerade områden är lättklinkern cementstabiliserad i ytan enligt den s.k. LLP-metoden (lätt lastspridande platta). Vid passagen över den pålade kulverten för Mölndalsån har övergången utformats med pådäck och länkplattor. Pådäcket är grundlagt på stödpålar av betong.

- Bullerskärmen, av betongmur och glaspartier, ut mot E6/E20 är grundlagd på stödpålar av betong.
- De två bullervallarna vid stora cirkulationen vid Broplatsen, mellan Göteborgsvägen och avfartsrampen från E6/E20 samt Gamla Kungsbackavägen och E6/E20, utgörs av svängda stödmurar av betong. Stödmurarna är grundlagda på kohesionspålar av betong.

Figur 4 Sammanställning av anläggningar med grundläggning som kan påverka geoteknik, källa Sweco Civils AB



Figur 5 Redovisning av sträcka med Mölndalsån i kulvert vilken kan fungera som vibrationsreducerande och hindra spridning in i området.



RAPPORT

4 Krav vibrationer

4.1 Komfortstörande riktvärden

Det finns idag inget tydligt vibrationskrav rörande komfortstörande vibrationer. En sammanställning har utförts inom Nationell samordning av omgivningsbuller där de konstaterar att omgivningsbuller och vibrationer hanteras av flera svenska myndigheter. Naturvårdsverket har till uppdrag att samordna myndigheternas arbete för att effektivisera, stärka och tydliggöra arbetet. Inom detta arbete finns en sammanställning av underlag inför ett framtida vibrationsråd från Svenska Myndigheter. Trafikverkets riktlinjer används ofta vid störningar från infrastruktur.

4.1.1 Riktvärden Svensk Standard

Markvibrationer kan ge påverkan både på människor och på byggnader. Känslig utrustning kan också påverkas och i extrema fall finns det en risk att skador på byggnader och andra konstruktioner kan uppstå. Människor kan uppleva vibrationer på olika sätt främst beroende på frekvensområde (relevant frekvensområde är 1-80 Hz) eller som ljud.

Tabell 1 Riktvärden för komfort i byggnader enligt Svensk Standard SS 460 48 61 "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader". Riktvärden nedan avser vägd hastighet

	Vägd hastighet [RMS 1s]	Upplevelse
Måttlig störning	0,4 – 1,0 mm/s	Ger i vissa fall anledning till klagomål
Sannolik störning	> 1 mm/s	Kännbara vibrationer och upplevs av många som störande.

Enligt den bedömning som gjorts i samband med framtagningen av angivna riktvärden i svensk standard, anses mycket få människor uppleva vibrationer under skiktet "Måttlig störning" som störande.

Riktvärdena bör tillämpas vid nyetableringar och vid nybebyggelse. De kan tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder. Riktvärdena bör tillämpas mer strikt för bostäder nattetid. Riktvärdena kan vidare användas som målsättning för långsiktig förbättring av vibrationsförhållanden i befintliga miljöer.

4.1.2 Riktlinjer Trafikverket

I Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, TDOK 2014:1021, som gäller från 2016-01-01, beskrivs riktvärde som konkretisering av vad Trafikverket anser vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö. Riktvärdena utgör Trafikverkets målnivå vid genomförande av skyddsåtgärder mot höga vibrationsnivåer.

Riktvärde för maximal vibrationsnivå för planeringsfall nybyggnad är 0,4 mm/s vägd RMS vilket avser vibrationsnivå nattetid (22-06). Riktvärdet gäller i bostadsrum i permanentbostad och fritidsbostad samt i vårdlokaler avseende utrymme för sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad.



RAPPORT

Värdet får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt men får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS.

Med maximal vibrationsnivå avses den högsta vibrationsnivån i samband med en enskild vibrationshändelse under en viss tidsperiod. Komfortvibrationer uttrycks som det maximala effektivvärdet (RMS-värdet) med tidsvägning S (slow enligt SS IEC 651) av den vägda hastighetsnivån i mm/s (1–80Hz).

Det finns inga riktlinjer för skola, kontor och liknande verksamheter.

4.2 Byggnadsskada

Mycket höga nivåer av markvibrationer eller ett stort antal händelser kan i extremt ovanliga fall öka risken för byggnadsskador, antingen genom direkt spänning och töjning 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 oacceptabla för de boende.

Det finns inget som talar för att så höga vibrationsnivåer finns på platsen.

5 Beräkningar

5.1 Vibrationers alstring – väg/tåg-trafik

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 samt den totala massan av fordonet (bruttovikt). En större massa som ligger under fjädringen på fordonet leder till större vibrationskrafter.
- Däckens/hjulens typ och skick. Mjukare däck leder till lägre vibrationskrafter. Nyslipade järnvägshjul ger lägre vibrationer i omgivningen.
- Vägbanans/rälens jämnhet. En jämnare yta leder till lägre vibrationskrafter.
- Vägens/järnvägens uppbyggnad och grundläggning. En tyngre uppbyggnad eller mer omfattande grundläggning innebär lägre vibrationsnivå
- Brunnslock, vissa fartreducerande hinder (gupp), korsande spårvagnspår och andra ojämnheter i vägbanan leder till högre vibrationskrafter.
- Korsande viadukter eller kulvertar kan ge kraftigt förhöjda vibrationsnivåer då de innebär en kraftig skillnad till markens styvhet.

5.2 Beräkningsmodell

För beräkningar används mätningar utförda inom detta uppdrag som utgångsvärde samt intern beräkningsmodell "Beräkning av vibrationsnivåer från vägtrafik", version 2018.01. samt "Vibrationshastighet från tåg" Version 0-19. ÅF Ljud och Vibrationer, 2013-11-13



RAPPORT

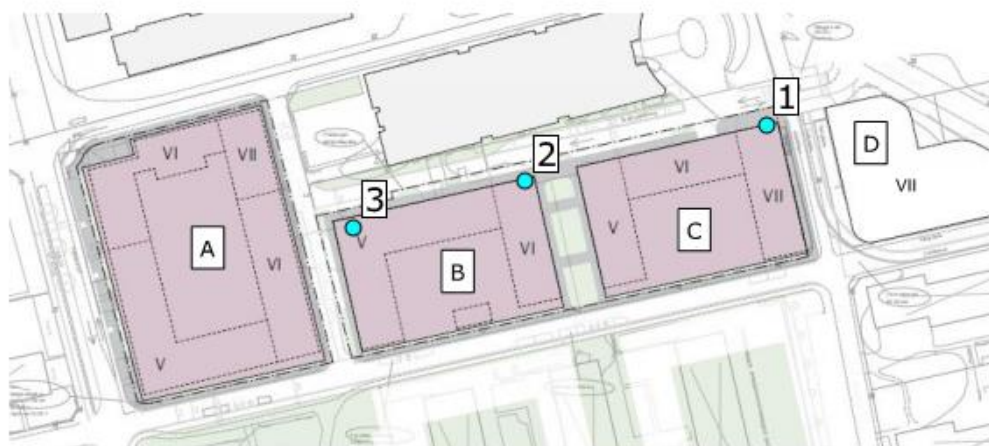
6 Mätningar

6.1 Mätningar inom tomt för Essitys kontor

Det finns mätningar utförda i kvarteret bredvid där Essitys hus har byggts. Vibrationsnivåerna var höga i marken vilket innebar att byggnaden utformades med hänsyn till detta. Även hänsyn till att spårvägen har sin vändslinga under huset togs hänsyn till. Vibrationsnivåer var större än 1mm/s i mark innan grundläggning utfördes. Inom denna tomt har spårvagnen sin vändplats, fordon kör på ramp upp till resecentrat och motorväg och Västra Stambanan är på 60 meter respektive 100 meters avstånd

6.2 Mätningar inom detaljplanen

Då det i samråd framkom synpunkter på att mätningar borde genomföras så har utredningen kompletterats med att mäta vibrationsnivåer i tre punkter inom detaljplanen.



Figur 6 Mp1, Mp2 och Mp 3 utmärkta på karta med framtida byggnader

Mätningar utfördes inom perioden 2019-11-12 – 2019-11-21 med en mätare som kontinuerligt registrerar höga vibrationshastigheter i mark. Givarna med registrering i tre dimensioner (x,y,z) har varit nedgrävd i mark. Resultat är angivna som komfortvägd hastighet för att motsvara förväntade vibrationsnivåer i framtida byggnader. Förstärkningsfaktor = 1.0.

Mätningar har analyserats och vibrationshastigheter under nattperioderna har separerats för att se hur många tillfällen det finns med komfortvägd vibrationshastighet över 0,1 mm/s. Riktvärde är 0,4 mm/s.



Figur 7 Positioner för Mp1, Mp2 och Mp 3 samt bild på pålningsverksamhet som påverkar dagmätningar



RAPPORT

7 Resultat

Resultat redovisas under två avsnitt. Först redovisas beräkningar och sedan mätningar.

7.1 Beräkningar

Vägtrafik - Varbergsvägen

Beräkningar indikerar ett avstånd på över ca 40 meter vid hastighet på 50 km/h och tunga fordon krävs innan vibrationsnivåerna i mark är lägre än riktvärde ($<0,4$ mm/s, RMS) för bostäder utifrån aktuella förhållande på platsen med mindre diskontinuiteter i vägbana. Beräkningar visar att farthinder eller någon annan ojämnheter i farbanan skulle kunna ge överskridande av riktvärde för vibrationshastighet på över 100 meters avstånd. Farthinder av typen gupp ska alltså undvikas i området.

Vägtrafik - E6

Beräkningar indikerar ett avstånd på över ca 100 meter krävs innan vibrationsnivåerna i mark är lägre än riktvärde för bostäder. Då förutsätts tunga fordon och hastighet på 100 km/h. Detta förutsätter aktuella förhållande på platsen som kan utläsas i PM Geoteknik och mindre diskontinuiteter i vägbana. Då vägen är placerad på Mölndalsåns kulvert så är vibrationsnivåerna sannolikt avsevärt lägre och risken för vibrationer från E6 liten. Då trafiken kör upp på respektive lämnar kulvert så är vibrationsnivåerna till omgivningen sannolikt lokalt högre än i omgivningen.

Tågtrafik

Beräkning med godståg som kör i 100 km/h ger $>0,5$ mm/s i mark beräkningsmässigt, vilket överskrider riktvärdet (0,4 mm/s, RMS).

7.2 Mätningar

Mätningar som redovisas i denna sammanställning redovisar endast vibrationshastigheter i vertikal led på grund av att de genomgående ger de högsta värdena. Horisontella komponenter redovisa i bilaga 1.

Mät punkt	Vibrationshastighet natt Högsta [RMS mm/s]	Vibrationshastighet natt 5:e högsta medelnatt [RMS mm/s]	Vibrationshastighet hela perioden dag-kväll-natt [RMS mm/s]
Mp1	0,2	$< 0,1$	0,8
Mp2	0,1	$< 0,1$	0,4
Mp3	0,1	$< 0,1$	1,3

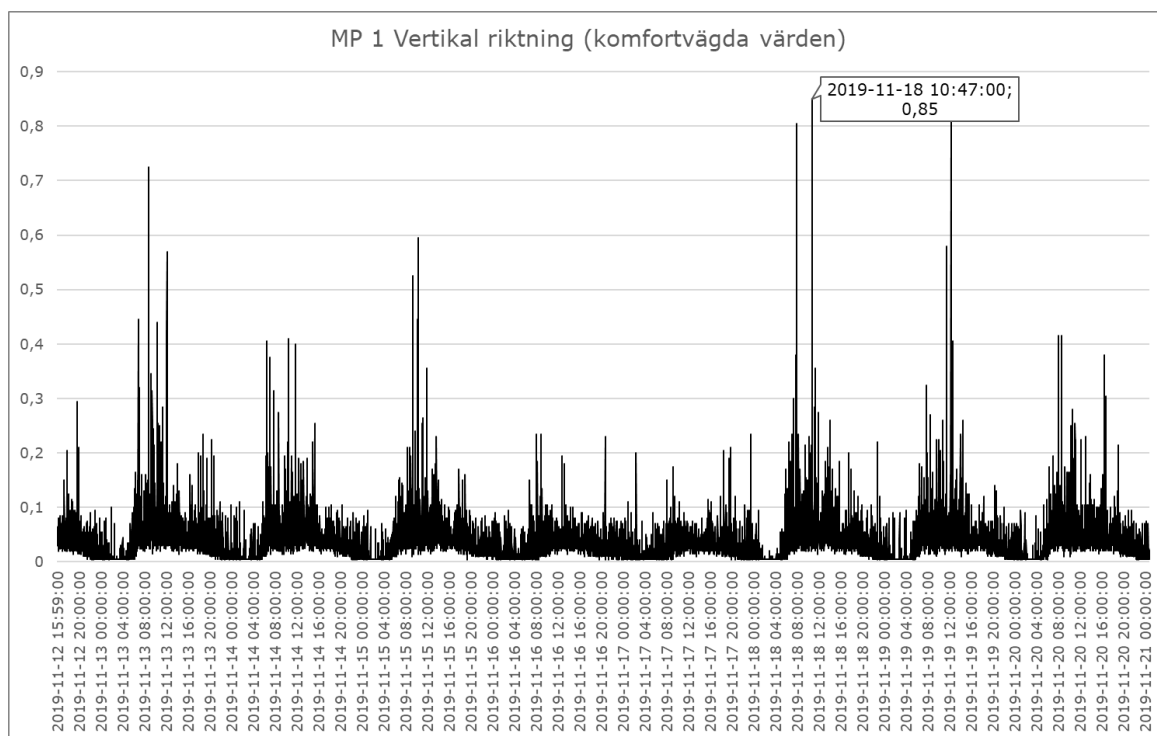
Figur 8 Uppmätta komfortvägda vibrationshastigheter inom området

Inga riktvärden överskrider nattetid under mätperioden. Det förekommer höga vibrationshastigheter dagtid men det bedöms att de kommer från fordon som passerar i direkt närhet till givarna eller från byggverksamheten i kvarteret bredvid. De vibrationshastigheter som uppmätts dagtid ger högsta värde i Mp3 som ligger längst från Varbergsgatan, E6 och Västkustbanan vilket talar för att de inte är källan.

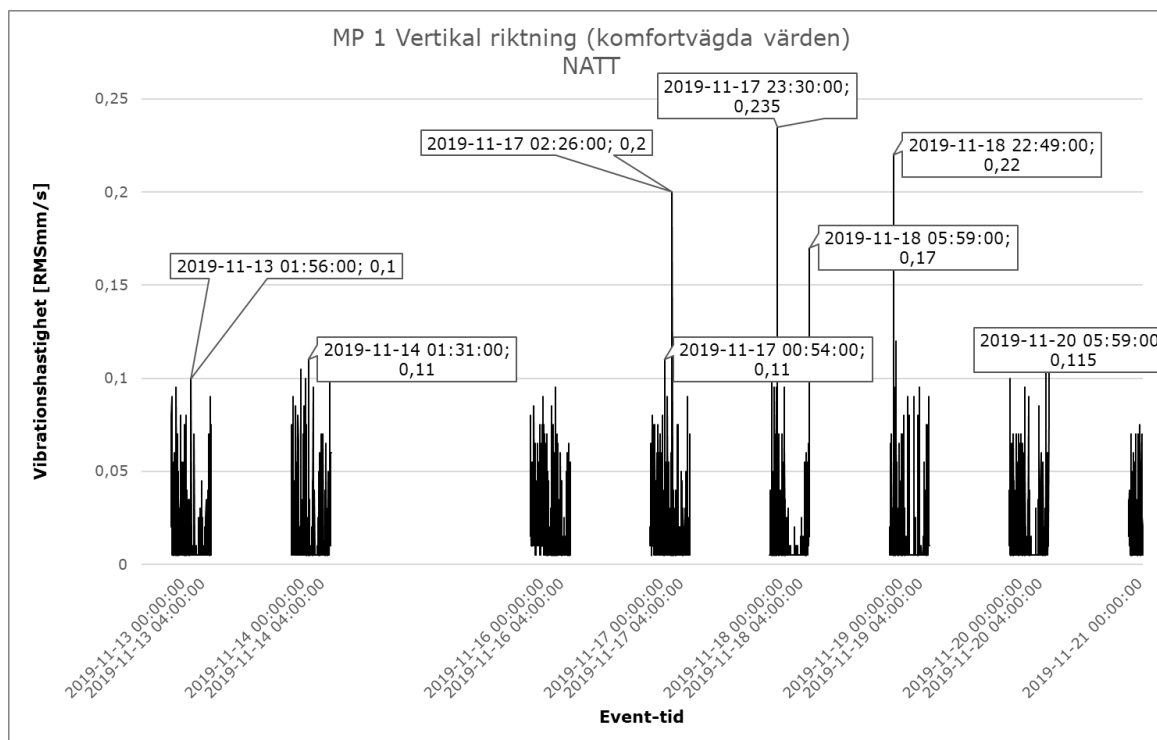


RAPPORT

7.2.1 Mp1



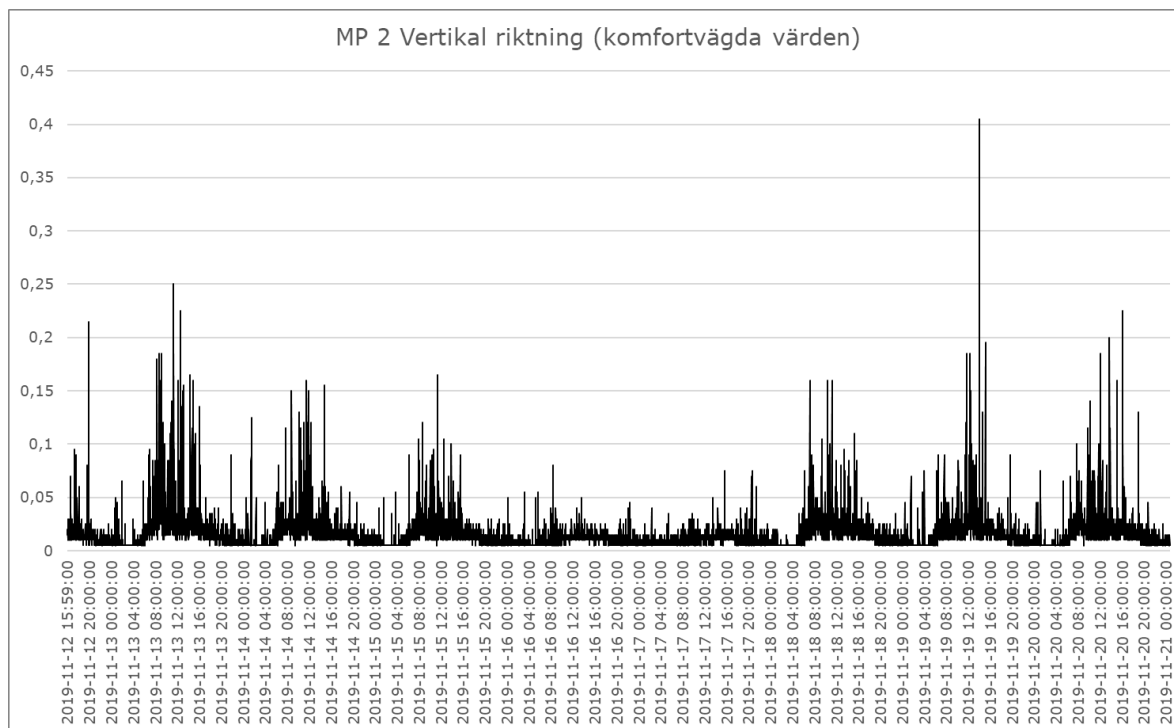
Figur 9 Komfortvågdade vibrationshastigheter i vertikal riktning, hela mätperioden



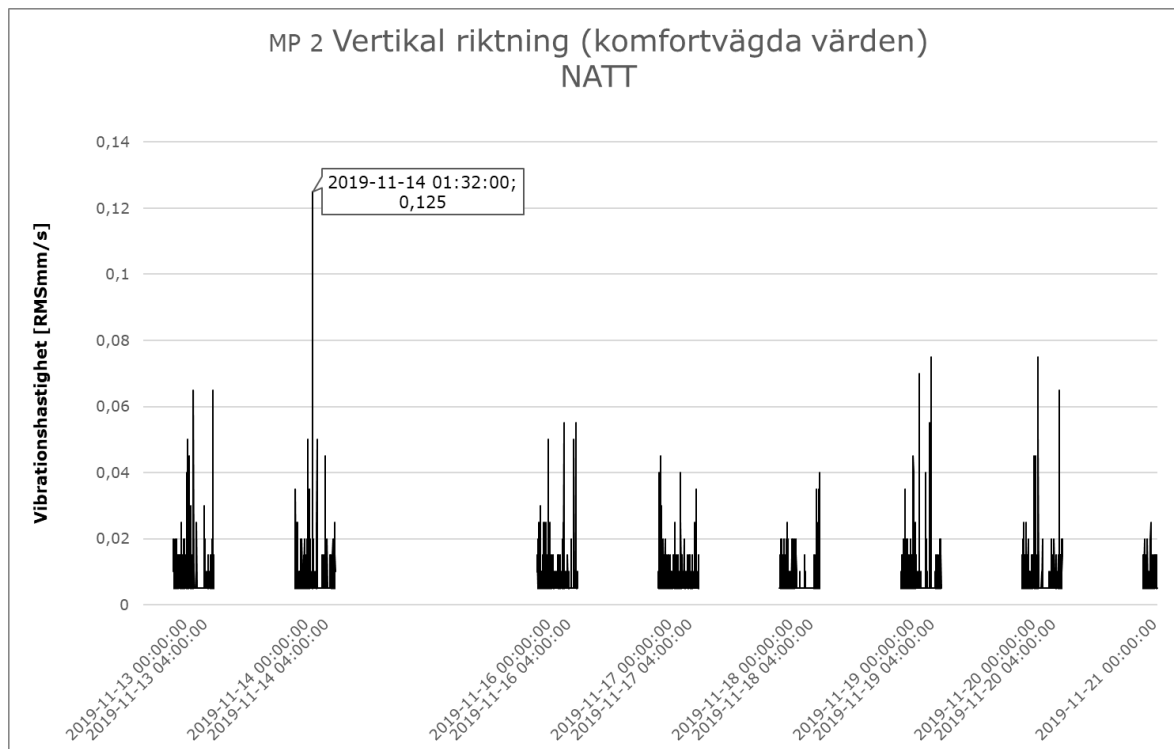
Figur 10 Komfortvågdade vibrationshastigheter i vertikal riktning, nattperioder (kl 22-06)



7.2.2 Mp2



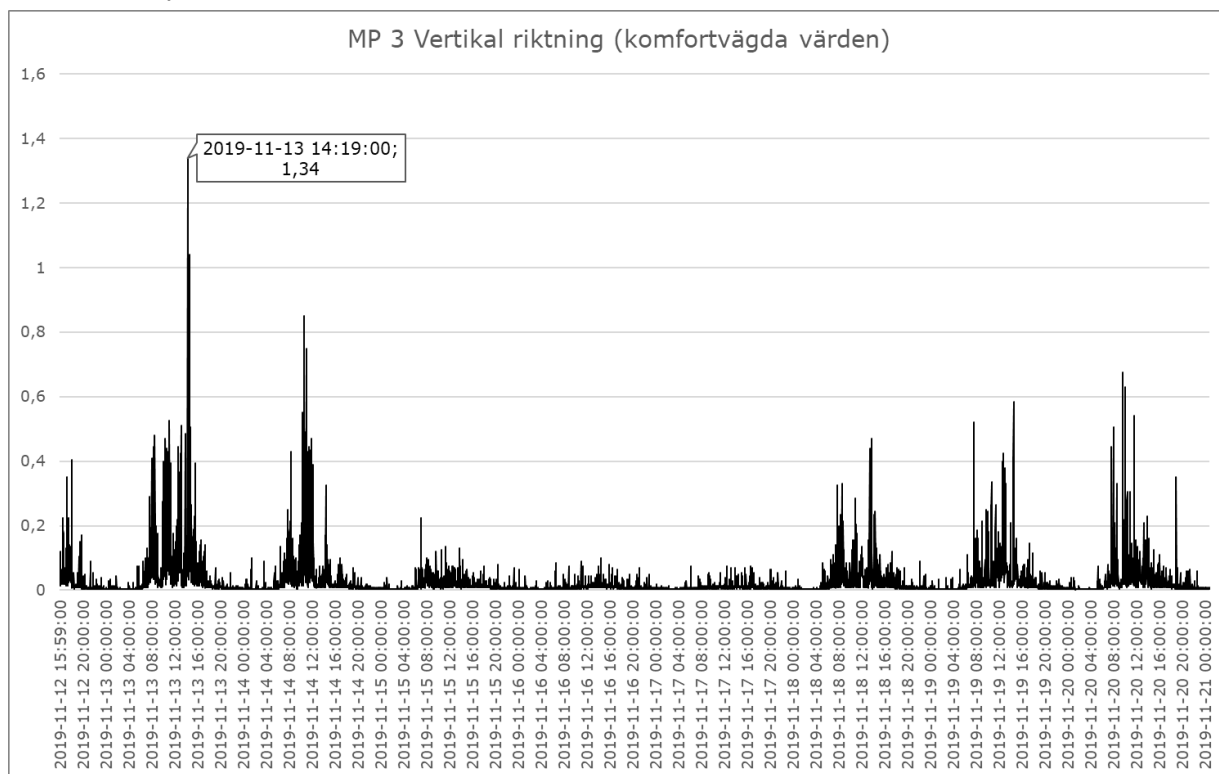
Figur 11 Komfortvägda vibrationshastigheter i vertikal riktning, hela mätperioden



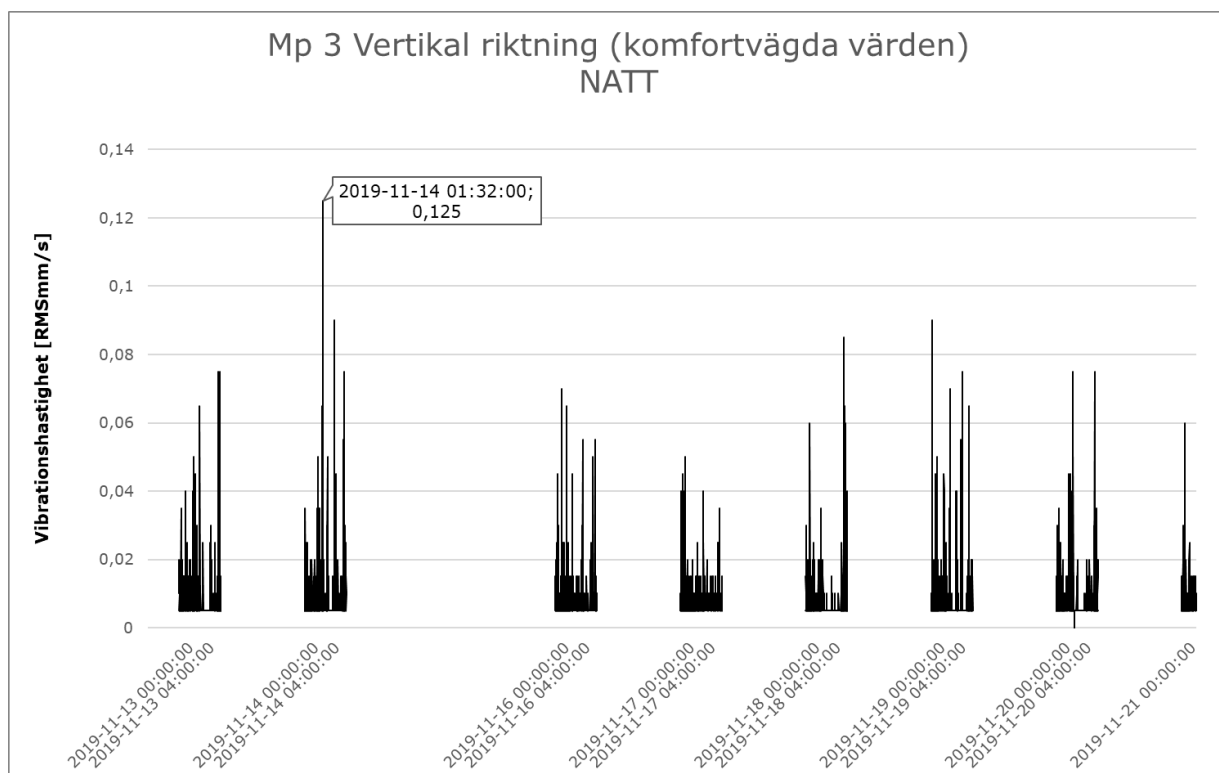
Figur 12 Komfortvägda vibrationshastigheter i vertikal riktning, nattperioder (kl 22-06)



7.2.3 Mp3



Figur 13 Komfortvägda vibrationshastigheter i vertikal riktning, hela mätperioden



Figur 14 Komfortvägda vibrationshastigheter i vertikal riktning, nattperioder (kl 22-06)



8 Slutsatser

Mätningar på platsen konstaterar att det inte förekommer några höga vibrationshastigheter från nuvarande omkringliggande infrastruktur nattetid. Även om antalet fordon ökar dagtid bör det inte innebära att vibrationshastigheterna ökar på grund av att fordonstyperna är olika.

Höga vibrationshastigheter dagtid från aktiviteter i närområdet innebär dock att viss hänsyn bör tas till markburna vibrationer då vägnät kan förändras med tiden.

Det kan innebära att grundläggning bör ske med pålning eller ned till fast underlag. Byggnader i trä eller betongbyggnad med längre bjälklagslängder bör anpassas för utifrån kommande vibrationer.

Vägar och gator bör utformas utan ojämnheter.

I kapitel 9 redovisas olika principiella åtgärdstyper och en fingervisning om deras effekt.

9 Åtgärder

Nedan följer en kort mycket översiktlig redovisning av åtgärder som kan användas för att reducera vibrationsnivåer kring trafikerade ytor.

9.1 Möjliga vibrationsreducerande åtgärder

Nedan listas ett antal tänkbara åtgärder. De som berör vägens eller husens grundläggning kan av naturliga skäl endast bli aktuella vid nyproduktion.

Reducera fordonens hastighet

För både vägtrafik ger normalt en halvering av fordonshastigheten också ungefär en halvering av vibrationshastigheten. Det bedöms inte som realistiskt att reducera hastigheter på Västra Stambanan eller E6. Möjligtvis kan detta vara en åtgärd på lokalgator.

Jämnare väg- spår-bana (geometriskt och dynamiskt)

Vibrationshastigheten är ungefär proportionell mot vägbaneojämnheten. Detta innebär att en skarp kant (ex. beläggningsskada) eller kanter vid brunnar ger en mycket kraftig ökning av vibrationshastigheten. Korsande kulvertar och viadukter kan ge en plötslig skillnad i vägbanans styvhet (bäddmodul) som även den kan excitera höga vibrationsnivåer. Farthinder av typ gupp kan ge mycket höga vibrationsnivåer till omgivningen. De utredningar som finns rörande farthinder visar att utformningen är viktig; vibrationshastigheten är proportionell mot farthindrets kvot höjd/längd i färdriktning. En klock-formad profil ger avsevärt lägre vibrationsnivå till omgivningen än ett sinusformat gupp. Vibrationsnivån ökar upp till en viss fordonshastighet för att sedan ofta minska igen vid högre hastigheter. Nackdelen med att anpassa farthindret för att inte sprida vibrationer är att optimering innebär att reaktionskrafterna som bilföraren upplever reduceras väsentligt. Farthindrets negativa påverkan på åkkomforten och fartreducerande effekt kan då försvinna om farthindret optimeras med avseende på reducerad vibrations-spridning till omgivningen.



RAPPORT

Information av farddämpning finns här:

https://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Foretag/Bygga_och_underhalla/Vag/Vagutformning/Dokument_vag_och_gatuutformning/Vagar_och_gators_utformning/Sektion_tatort-gaturum/11_fardampning.pdf

Grundläggning av gator

På mjuk mark som lera, silt, sand eller grus ger en styvare och tyngre grundläggning lägre vibrationshastigheter.

Grovt kan följande tumregler ges:

<i>Åtgärd (relativt bana/väg med normal uppbyggnad)</i>	<i>Minskning av vibrationshastigheten med</i>
Kalk/cementstabilisering under banan/vägen	50 %
Utskiftning av mjuka lermassor mot stabilare massor till ca 3 m djup	30 %
Utskiftning av mjuka lermassor mot stabilare massor ned till fastare jordlager	70 %
Betongdäck som stöds på pålar ned till stabilare massor eller berg	90 %

Grundläggning av byggnader

På mjuk mark som lera, silt, sand eller grus ger pålgrundläggning lägre vibrationshastigheter.

Grovt kan följande tumregler ges:

<i>Åtgärd (relativt platta på mark)</i>	<i>Minskning av vibrationshastigheten med</i>
Mantelburna pålar	25 %
Spetsburna pålar (krävs sannolikt på platsen)	40 %

Utformning av byggnader

Om det förekommer höga vibrationsnivåer i marken krävs anpassning av byggnader för att inte riktvärde för vibrationer ska överskridas inom byggnaderna.

Bjälklag får inte ha resonansfrekvenser i de frekvensområdet där markvibrationsnivåerna är som högst för att reducera vibrationshastigheter till byggnadens bjälklag. Betongbjälklag med korta spännvidder ger högre egenresonanser frekvensmässigt. Långa spännvidder har risk att hamna i ofördelaktigt frekvensområde. Träbjälklag har förhöjd risk att få låga överensstämmande egenresonansfrekvenser.

10 Referenser

A. Lak, M. &. (oktober 2011). The effect of road unevenness on the dynamic vehicle response and ground-borne vibrations due to road traffic. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, ss. 1357-1377. 10.1016.



RAPPORT

- Odebrant, T. (den 16 04 2018). Beräkning av vibrationer från vägtrafik Version 0.10. Göteborg.
- Pålkommissionen -Hintze, Liedberg, Massarsch, Hanson, Elvhammar, Lundahl och Rehnman. (1997). *Omgivningspåverkan vid pål- och spontslagning - Rapport 95*. Linköping: Pålkommissionen ISSN 0347-1047.
- SIS/TK 111 . (1992). *SS 4604861 vibrationer och stöt - mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader*. Stockholm: SIS Förlag AB.
- Sweco Civil AB. (2013-10-24). *PM Geoteknik, Mölndals Centrum, söder om Brogatan*. Mölndal: Mölndals Stad.
- Svensk material- och mekanstandard, SMS (SIS/SS). (1998-05-08). *SS-ISO 2631-1, Vibration och stöt – Vägledning för bedömning av helkroppsvibrationers inverkan på människan – Del 1:Allmänna krav*. Stockholm: SIS.
- Svensk material- och mekanstandard, SMS (SIS/SS). (2003-08-08). *SS-ISO 2631-2, Vibration och stöt – Vägledning för bedömning av helkroppsvibrationers inverkan på människan – Del 2: Vibratio i byggnad (1 Hz till 80 Hz)*. Stockholm: SIS.
- Trafikverket. (2017-03-13). *TDOK 2014:1021, Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, version 2*. Borlänge: Trafikverket.
- Watts, G. o. (2000). Ground-borne vibration generated by vehicles crossing road humps and speed. *Applied Acoustics*, ss. 59(3):221-236.
- Vägverket. (2008). *Temabladd till MKB för vägprojekt, publikation 2008:32*. Borlänge: Trafikverket.
- Västra Götalandsregionen - Miljömedicinskt centrum / Mikael Ögren. (2016). *Vibrationer inomhus från trafik*. Stockholm: Natruvårdsverket.
- ÅF Infrastructure AB, Martin Carlsson. (2016-12-05). *Vibrationsanalys - Tändstickan, Rev B, uppdragsnummer 722806*. Göteborg: Skanska Sverige AB.
- ÅF Ljud & Vibrationer. (2014-11-24). *Markvibrationer - Internkurs 2014, Rev 10.0, 2014-11-24*. Göteborg: ÅF (Odebrant/Almgren).
- ÅF Ljud och Vibrationer. (2013-11-13). *Vibrationshastighet från tåg Version 0-19*. Göteborg: ÅF.