



RAPPORT

Handläggare
Mats Hammarqvist

Tel
010-5058433

Mobil
+46701847433

E-post
mats.hammarqvist@afconsult.com

Datum
2018-09-03

Projekt-ID
50304

Rapport-ID
Dp Järnbrottsmotet Buller och vibrationsutredning

Kund
SBK

Detaljplan Järnbrottsmotet- vibrationsutredning



ÅF-Infrastructure AB

z

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	6
4.1	Komfortstörande riktvärden	6
4.1.1	Riktvärden Svensk Standard	6
4.1.2	Riktlinjer Trafikverket	6
4.1.3	Trafikkontoret Göteborg	7
4.2	Byggnadsskada	7
5	Mätningar	8
6	Beräkningar	9
6.1	Vibrationers alstring - vägtrafik	9
6.2	Beräkningsmodell	9
6.3	Resultat	9
7	Slutsatser	10
8	Åtgärder	12
8.1	Möjliga vibrationsreducerande åtgärder	12
9	Referenser	13



Sammanfattning

Beräkningar indikerar ett avstånd på över ca 40 meter krävs innan vibrationsnivåerna i mark är lägre än riktvärde för bostäder utifrån aktuella förhållande på platsen med mindre diskontinuiteter i vägbana ($<0,4$ mm/s). Skola och kontor kan med nuvarande utformning läggas närmare gator även om vibrationer är uppfattbara (måttligt störande, $<0,7$ mm/s).

Beräkningar visar att farthinder skulle kunna ge överskridande av riktvärde för vibrationshastighet på över 100 meters avstånd. Inom cirka 40 meters avstånd skulle vibrationsnivåerna vara sannolikt störande (>1 mm/s).

Då mätningar visar att risken är stor för framtida störande vibrationer inom området så rekommenderas att planbestämmelse utformas för att säkerställa att byggnation inte får för höga vibrationer.

För att undvika höga vibrationsnivåer kan åtgärder utföras både på gator och framtida byggnader utformas på korrekt sätt. För att inte åtgärderna ska bli för omfattande rekommenderas att utformning både av gator och byggnader tar hänsyn till risken för vibrationer på platsen. I kapitel 8 redovisas olika principiella åtgärdstyper och en fingervisning om deras effekt.

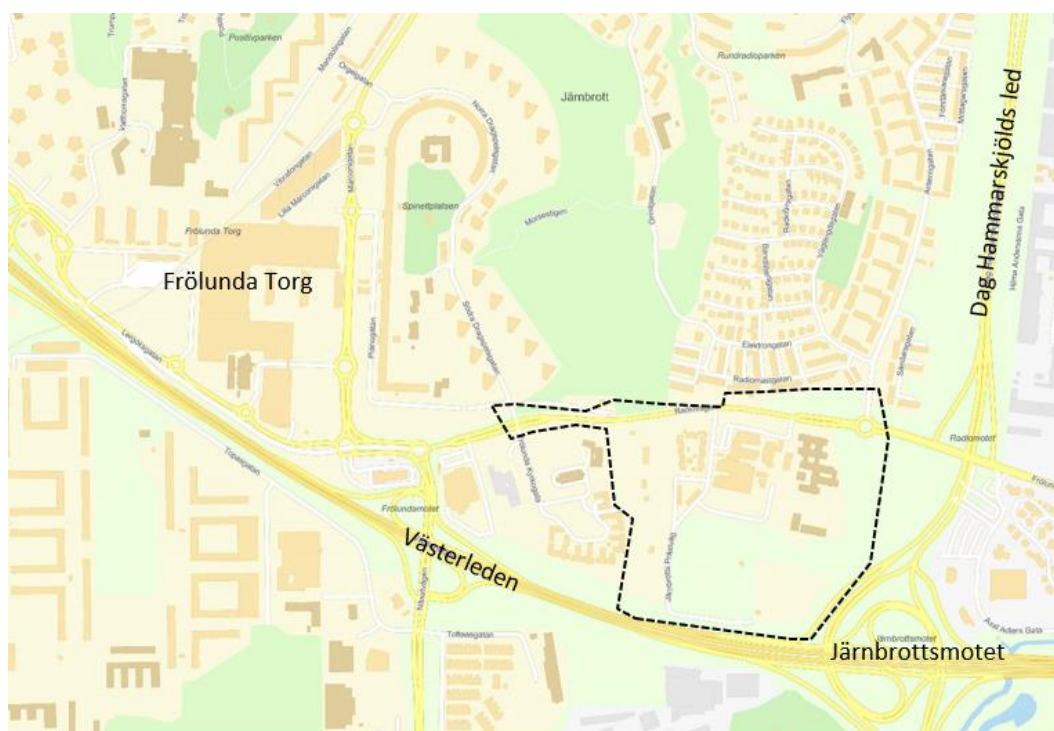


RAPPORT

1 Bakgrund

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stads, arbetar med att ta fram en ny detaljplan, Detaljplan för Bostäder, skola, verksamheter mm samt bussdepå nordväst om Järnbrottsmotet inom stadsdelen Järnbrott. Planens syfte är att möjliggöra för en bussdepå med tillhörande servicebyggnad och ett parkeringsdäck. Syftet med planen innebär även att göra möjligt för bostäder med handel och verksamheter samt tillbyggnad till befintliga kontor och att utveckla den befintliga skolan med nya skollokaler.

I samband med det arbetet utför ÅF Ljud och Vibrationer utredningar rörande miljökonsekvenser av buller och vibrationer. Denna rapport redovisar en vibrationsutredning, mätning (2 punkter) och beräkning samt bedömning av risk för påverkan på befintliga (bostäder norr om Radiovägen) och planerad bebyggelse inom planområdet.



Figur 1 Översiktsbild över området med ungefärligt planområde markerat.

2 Syfte

Syftet med utredningen är att redovisa om det krävs hänsyn till vibrationsnivåer från vägtrafik inom detaljplaneområdet vid framtida utbyggnad. Behöver gator och bussdepå utformas så att de inte ger upphov till vibrationsstörningar till omgivningen? Krävs det att framtida byggnader inom området utförs och grundläggs på ett sätt som tar hänsyn till förekommande vibrationer.

3 Underlag

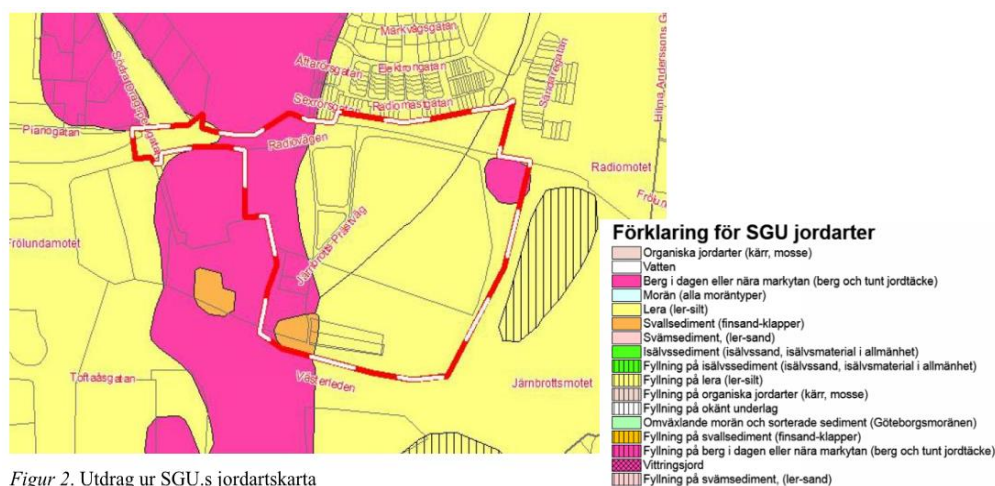
- Detaljplan för Bostäder, skola, verksamheter mm samt bussdepå nordväst om Järnbrottsmotet inom stadsdelen Järnbrott, Göteborgs Stad, Geoteknik- och bergteknisk utredning, Exploateringsavdelningen, 2018-02-02

- Programhandling, Bussdepå Radiomasten,
Geoteknik Bilaga Geo2: Markteknisk undersökningsrapport (MUR), 2016-10-14

Till största delen är planområdet relativt plant förutom i väster och nordväst där berget går i dagen både som flackare hållar och lokalt lodräta branter med flera meters höjd. Från de västra delarna med berg i dagen och fastmark övergår jordlagren successivt till lera. De lösa jordlagrens mäktighet ökar successivt från väster åt öster. Generellt utgörs jordlagerföljden de översta 1-2 m av torrskorpelera som underlagras av siltig lera, lerans mäktighet varierar stort inom området allt från någon meter till ca 30 m inom de södra delarna. Leran vilar på ett lager friktionsjord på berg, friktionsjordens mäktighet varierar mellan någon meter till över 5 m.

Inom området finns både hårdgjorda ytor och gräsytor, inom de hårdgjorda ytorna kan det förväntas fyllningsjord av bergkrossmaterial med upp till någon meters mäktighet inom grönyttorna utgörs de översta 0,2-0,3 m av mulljord.

Vid okulärbesiktningen konstaterades att jordartskartan stämmer väl överens med verkligheten, se figur 2.



Figur 2. Utdrag ur SGU:s jordartskarta

I underlaget kan man läsa att det sannolikt kommer krävas pålning ned till fast grund för byggnader på de leror som finns på platsen.

Odränerad skjuvhållfasthet är i storleksordningen mellan $\tau = 10-30$ kPa i området. Mer omfattande utredningar har utförts inom planerad bussdepå, men inget som motsäger att det är motsvarande markförhållande längre norrut.

Söderleden har en förstärkning/kompensationsutfyllnad vid övergången från bergunderbyggnad och ut på den mer sättningsbenägna lerjorden.

Vid okulär besiktning på plats konstaterades sättningar i brunnar samt sneda fundament, vilket talar för att det finns risk att framtida brunnar kan sätta sig och ge diskontinuiteter om de ligger i körfält. Vilket i sin tur ökar vibrationsnivåer till omgivning.



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.

4.1.3 Trafikkontoret Göteborg

Mål 2010	Nybyggnad av bostäder samt nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur.
Normalfall Skall uppfyllas om så är möjligt med rimliga kostnader	0,6 mm/s (Klass D)
Eftersträvas Om det kan uppnås med små kostnader	0,3 mm/s (Klass C)

Anm: Värdena avser komfortvägt statistiskt maximalvärde för hastighet, vw, 95 mätt inomhus i golv.
Klasserna C-D som anges i tabellen syftar på vibrationsklasser enligt Norsk Standard NS 8176:1999.

Trafikkontoret i Göteborg tog 2006 fram ett Miljöprogram för trafiken i Göteborg som stödjande dokument som avstamp för deras konkreta handlingsplaner. Där specificerades deras syn på vilka vibrationsnivåer som inte skulle överskridas.

Målen är indelade i Normalfall och Eftersträvas beroende på vilka medel som ställs till förfogande

Figur 2 Målvärden från Trafikkontorets miljöpolicy 2006

4.2 Byggnadsskada

Mycket höga nivåer av markvibrationer eller ett stort antal händelser kan i 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.

5 Mätningar

Utförda mätningar visar att vibrationshastigheterna är högre än riktvärde i båda mätpositionerna.

Mätriktningar redovisas som: V – vertikalt / L – Längs vägen / T – Tvärs vägen



Figur 3 Mätpunkternas placering

Tabell 2 Mätpunkt A - 12.6 meter från vägkant

Datum	Tid	Maxvärde mm/s komfortvägd RMS (1s)		
		V	L	T
2018-04-13	13:10:39	0.58	0.44	0.25
2018-04-13	21:53:08	0.35	0.29	0.31
2018-04-13	23:52:16	0.31	0.26	0.28
2018-04-16	00:22:46	0.28	0.25	0.26
2018-04-16	23:18:31	0.54	0.70	0.26



RAPPORT

Tabell 3 Mätpunkt B - 5.7 meter från vägkant

Datum	Tid	Maxvärde mm/s komfortvägd RMS (1s)		
		V	L	T
2018-04-13	19:20:16	0.73	0.01	0.53
2018-04-13	20:51:42	0.77	0.14	0.59
2018-04-15	01:47:03	0.66	0.09	0.48
2018-04-15	03:45:52	0.74	0.12	0.57
2018-04-16	23:18:31	0.63	0.09	0.47

Dessa vibrationshastigheter mäts i det aktuella fallet med diskontinuiteter i vägbanan på 1-3 cm. Mätning av nivåskillnad över brunnslock visade på att brunn ligger 3 cm under omkringliggande vägbana.

6 Beräkningar

6.1 Vibrationers alstring - vägtrafik

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 typ och skick. Mjukare däck leder till lägre vibrationskrafter.
- Vägbanans jämnhet. En jämnare vägyta leder till lägre vibrationskrafter.
- Vägens uppbyggnad. En tyngre uppbyggnad eller mer omfattande grundläggning innebär lägre vibrationsnivå
- Brunnslock, vissa farthinder (gupp), korsande spårvagnspår och andra ojämnheter i vägbanan leder till högre vibrationskrafter.
- Korsande viadukter eller kulvertar

6.2 Beräkningsmodell

För beräkningar används mätningar utförda inom detta uppdrag som utgångsvärde samt intern beräkningsmodell "Beräkning av vibrationsnivåer från vägtrafik", version 2018.01.

6.3 Resultat

Beräkningar indikerar ett avstånd på över ca 40 meter krävs innan vibrationsnivåerna i mark är lägre än riktvärde för bostäder utifrån aktuella förhållande på platsen med mindre diskontinuiteter i vägbana (<0,4 mm/s). Skola och kontor kan med nuvarande utformning läggas närmare gator även om vibrationer är uppfattbara (måttligt störande, <0,7 mm/s).



RAPPORT

Beräkningar visar att farthinder skulle kunna ge överskridande av riktvärde för vibrationshastighet på över 100 meters avstånd. Inom cirka 40 meters avstånd skulle vibrationsnivåerna vara sannolikt störande (>1 mm/s).

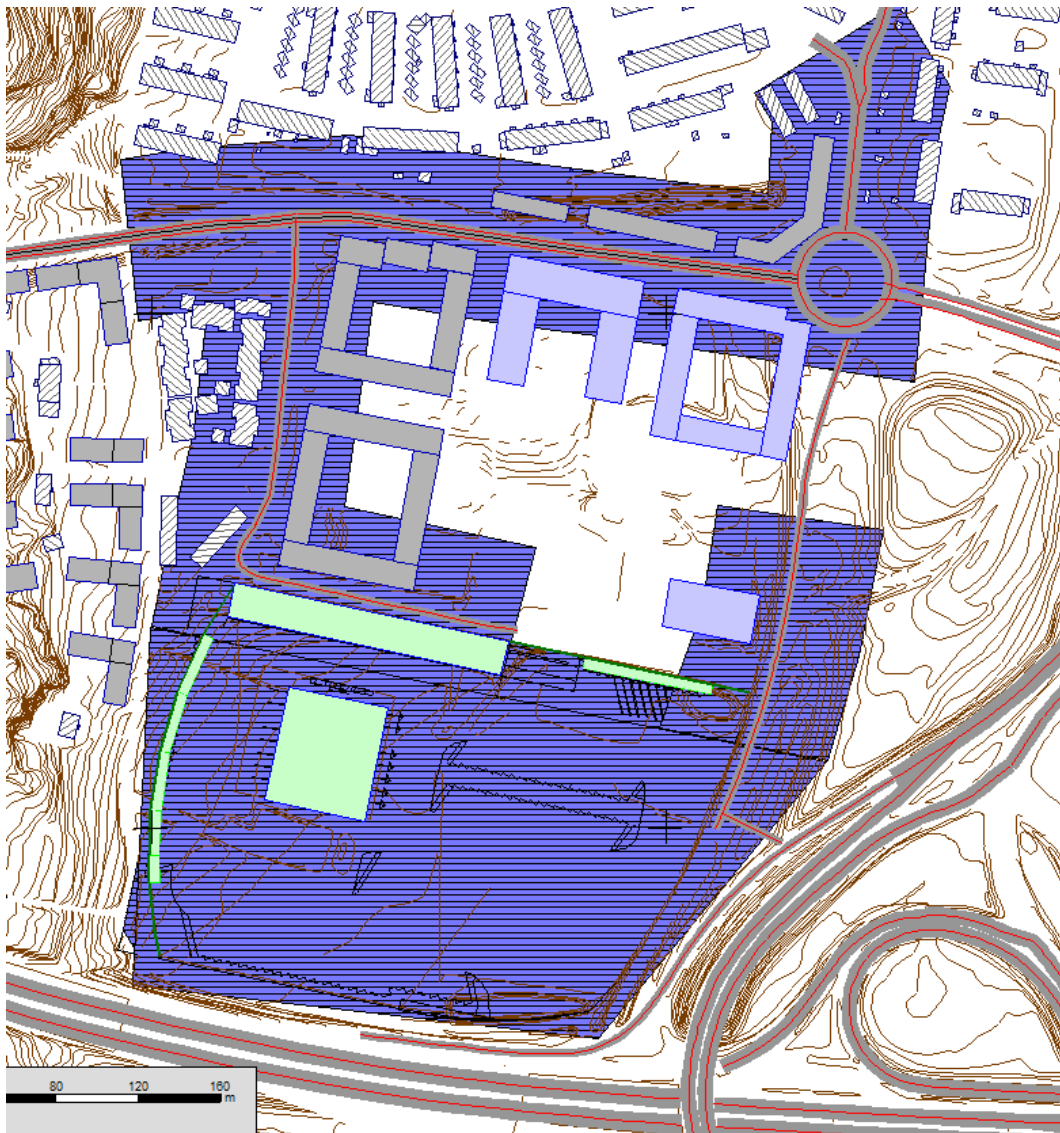
Då mätningar visar att risken är stor för framtida störande vibrationer inom området så rekommenderas att planbestämmelse utformas för att säkerställa att byggnation inte får för höga vibrationer. Vi har i denna rapport utgått från Trafikverkets normer då de är praxis att använda i Sverige. Trafikkontorets riktvärden baseras på ett norskt sätt att utvärdera vibrationer och har många fördelar. Diskussion krävs för att i detta fall välja optimala krav.

För att undvika höga vibrationsnivåer kan åtgärder utföras både på gator och framtida byggnader utformas på korrekt sätt. För att inte åtgärderna ska bli för omfattande rekommenderas att utformning både av gator och byggnader tar hänsyn till risken för vibrationer på platsen. I kapitel 8 redovisas olika principiella åtgärdstyper och en fingervisning om deras effekt.

7 Slutsatser

Då mätningar visar att risken är stor för störande vibrationer inom området så rekommenderas att planbestämmelse utformas för att säkerställa att framtida byggnation inte får för höga vibrationer.

För att undvika höga vibrationsnivåer kan åtgärder utföras både på gator och framtida byggnader. För att inte åtgärderna ska bli för omfattande rekommenderas att utformning både av gator och byggnader tar hänsyn till risken för vibrationer på platsen. I kapitel 9 redovisas olika principiella åtgärdstyper och en fingervisning om deras effekt.



Figur 4 Område markerat med skrafferat blått där vibrationsnivåer över 0,4 mm/s kan uppkomma vid passage av tunga fordon. Bedömning grundar sig i stora delar på SGU:s översiktliga information i områdets nordvästliga delar.



8 Åtgärder

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

8.1 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.

Då vibrationsalstringen också påverkas av interaktionen mellan fordonets stötdämpning/massa och underlaget kan högre hastigheter ibland reducera vibrationsalstringen, se närmare under diskussion om farthinder.

Jämnare vägbana (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 vibrationsspridning till omgivningen.

Information av fartdämpning 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_fartdampning.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:

Åtgärd (relativt bana/väg med normal uppbyggnad)	Minskning av vibrationshastigheten med
Kalk/cementstabilisering under banan/vägen	50 %



RAPPORT

Utskiftning av mjuka lermassor mot stabila massor till ca 3 m djup	30 %
Utskiftning av mjuka lermassor mot stabila massor ned till fastare jordlager	70 %
Betongdäck som stöds på pålar ned till stabila 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:

Åtgärd (relativt platta på mark)	Minskning av vibrationshastigheten med
Mantelburna pålar	25 %
Spetsburna pålar (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. Mätningar i det aktuella fallet visar höga vibrationsnivåer i mark inom frekvensområdet mellan 8 Hz och 11 Hz. Betongbjälklag med korta spännvidder ger högre egenresonanser. Långa spännvidder har risk att hamna i ofördelaktigt frekvensområde. Träbjälklag har förhöjd risk att få låga överensstämmande egenresonanser.

9 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.
- Odebrant, T. (den 16 04 2018). Beräkning av vibrationer från vägtrafik Version 0.10. Göteborg.
- Pålkommisionen -Hintze, Liedberg, Massarsch, Hanson, Elvhammar, Lundahl och Rehnman. (1997). *Omgivningspåverkan vid pål- och spontslagning - Rapport 95*. Linköping: Pålkommisionen 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.
- 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*



RAPPORT

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.

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).