PM

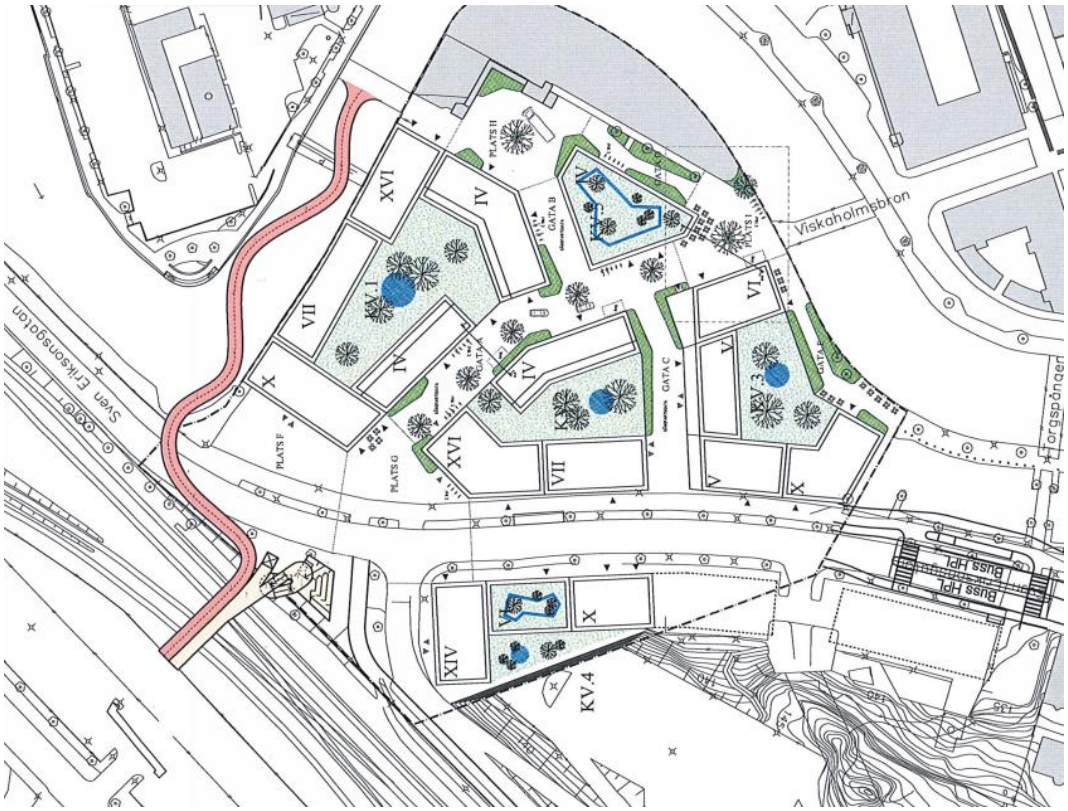
Handläggare
Mats Hammarqvist
Tel

Mobil
+46701847433
E-post
mats.hammarqvist@afconsult.com

Mottagare
Fastighets AB Viskaholm
Mikael Varde
Box 659
501 13 Borås
Sweden

Datum
2019-11-15
Projekt-ID
769361

Västerbro Borås Vibrationsutredning



ÅF Infrastructure AB
Ljud och Vibrationer

Mats Hammarqvist

Kvalitetsrådgivare

Jessica Fromell

Innehåll

Sammanfattning 3

1 Inledning 4
1.1 Bakgrund 4

2 Indata 5
2.1 Underlag 5
2.2 Vägtrafik 5
2.3 Järnvägstrafik 6

3 Bedömningsgrund vibrationer 7
3.1 Komfortstörande riktvärden 7
3.1.1 Riktvärden Svensk Standard 7
3.1.2 Riktlinjer Trafikverket 8
3.2 Byggnadsskada 8

4 Geoteknik 8
4.1 Beskrivning geoteknik inom området 8
4.2 Rekommendationer PM-GEO 9

5 Beräkningar 10
5.1 Beräkningar 10
5.2 Vibrationers alstring 10
3.2.1 Vägtrafik 10
3.2.2 Tågtrafik 10
5.3 Beräkningsmodell 11

6 Mätningar 11

7 Kommentarer 13

8 Slutsats 13

Bilagor

Bilaga 1 – Multireport

Bilaga 2 – Interval report

Bilaga 3 – Transients report

Sammanfattning

Denna utredning är beställd av Fastighets AB Viskaholm för att klargöra om förbipasserande fordon på gator och järnväg riskerar att ge kännbara vibrationer i framtida hus.

Aktuellt planområde är beläget öster om Sven Erikssonsgatan i Borås. Utmed planområdet passerar vägarna Sven Erikssonsgatan, Västerbrogatan och Västerlånggatan samt järnvägsspåren Götalandsbanan och Älvsborgsbanan. Inom området planeras ca 400 bostäder (75% bostadsrätter och 25% hyresrätter).

Utredningen påvisar att det förekommer vibrationshastigheter i mark från passerande fordon som ligger i storleksordningen som kan vara kännbara. Vibrationshastigheterna överskrider dock inte riktvärde för komfortstörande vibrationer i styrka eller högsta tillåtna antal gånger per årsmedelnatt, högst 0,4 mm/s vägd RMS fem gånger per årsmedelnatt.

Vid traditionellt flerbostadshus med betongstomme som är grundlagd med pålning/plintar mot berggrund eller med friktionsmaterial mot berg bedöms vibrationshastigheterna bli lägre inom byggnaden än i mark och risken för kännbara vibrationer vara mycket låg.

Notera dock att veka och höga konstruktioner kan exciteras och ge högre vibrationshastigheter i byggnad än i mark. Vid val av annan vekare eller lättare stomme som till exempel trästomme, pelardäck-system eller bjälklag med stora spännvidder eller konsoler kan något högre vibrationshastigheter uppkomma. Då bör hänsyn tas till vibrationshastigheter i marken vid dimensionering av byggnadsstomme och grundläggning.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Fastighets AB Viskaholm önskar en uppdatering av tidigare trafikbullerutredning för järnväg- och vägtrafikbuller för att de ska gälla förutsättningar som nu planeras för området.

Aktuellt planområde är beläget öster om Sven Eriksonsgatan i Borås. Utmed planområdet passerar vägarna Sven Eriksonsgatan, Västerbrogatan och Västerlånggatan samt järnvägsspåren Götalandsbanan och Älvsborgsbanan. För området planeras ca 400 bostäder uppföras (75% bostadsrätter och 25% hyresrätter).

Figur 1: Lokalisering av planområdet och befintliga byggnader som ska rivas eller behållas.

Figur 2: De fem aktuella kvarteren på Västerbro, med antalet våningar för respektive byggnadskropp.

2 Indata

2.1 Underlag

- Illustrationsbild med föreslagen bebyggelse, dat 2019-09-25
- PM Trafikdata till bullerberäkning Viskaholm, Sweco, dat 2019-10-03
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR GEO, Västerbro Geoteknik och förorenad mark, daterad 2019-09-11, WSP
- PM-Geoteknik, Västerbro, Borås, del av Eriksonsgatan, Innerstaden 1:1, Viskaholm 2

2.2 Vägtrafik

Vägtrafiksprognoser för år 2040 är levererad av kund och beräknad 2019-09-30. Trafikmängderna har tagits fram med stöd av Borås stads trafikberäkningsmodell Visum.

Vägsträcka	ÅDT[1] år 2040	Andel tunga fordon	Hast. km/h
Sven Eriksonsgatan, mellan Stationsgatan och Magasinsgatan	11200	12%	30[2]
Sven Eriksonsgatan, mellan Cirkulationen vid Lilla Brogatan och Magasinsgatan	9600	12%	30[2]
Yxhammargatan, mellan Södra Nybrogatan och Allégatan	8500	12%	50
Södra Nybrogatan, delvis gångfartsgata	1000	4%	50
Västerlånggatan, mellan Nybro och Västerbrogatan	3100	4%	50
Västerbrogatan	300	4%	50[3]
Magasinsgatan, mellan Norrby tvärgata och Sven Eriksonsgatan	8900	4%	50
Magasinsgatan, mellan Centralbron och Norrby tvärgata	4200	4%	50
Norrby Långgata, närmast Norrbyrondellen	25400	8%	50
Norrby Långgata, norr om Norrby tvärgata	28600	8%	50
Stationsgatan, östra delen (norr om Krokhallsberget)	2200	4%	50[3]
Centralbron	26100	8%	50
Lilla Brogatan, mellan Sven Eriksonsgatan och Hallbergsgatan	10800	8%	50
Hallbergsgatan	800	4%	50
Holmsgatan, delvis gångfartsgata	100	4%	50[2]
Torggatan, gångfartsgata öster om Västerlånggatan	900	4%	50
Sven Eriksonsplatsen, mellan Varbergsvägen och Stationsgatan	1000	100%	50
Sven Eriksonsplatsen, östra delen där även bilar får trafikera	2300	80%	50

1) ÅDT=Årsdygnstrafik, medeltrafik för årets alla dygn, fordon/dygn
2) Gårdsgata, lägre hastighet än redovisat ger inte lägre ljudnivå pga motorljudet är dimensionerande i lägre hängigheter istället för däckljudet
3) Delvis gångfartsgata, räknat med 50 km/h i beräkningarna

2.3 Järnvägstrafik

Trafikuppgifter för spårtrafik enligt underlag från Trafikverket. Trafikuppgifterna är en prognos för år 2040, där Götalandsbanan är utbyggd. Samtliga persontåg antas stanna i Borås, enligt Trafikverket.

Kust-till-kust, vid fullständig utbyggnad, befintligt läge			
Tågtyp	Antal (st)	Medellängd (m)[1)]	Hastighet (km/h)
Godståg	15	500	60
X50-54	70	100	60
Pass	12	120	60

Älvsborgsbanan			
Tågtyp	Antal (st)	Medellängd (m)[1)]	Hastighet (km/h)
Godståg	5	450	100
X12	35	60	100

Trafikeringen antas inte förändras med utbyggnaden av Götalandsbanan, enligt Trafikverket.

Viskadalsbanan			
Tågtyp	Antal (st)	Medellängd (m)[1)]	Hastighet (km/h)
Godståg	5	450	60

3 Bedömningsgrund vibrationer

3.1 Komfortstörande riktvärden

Det finns idag inget tydligt nationellt 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 och är praxis att använda.

3.1.1 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.

3.1.2 Riktlinjer Trafikverket

TDOK 2014:1021 - Riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg

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 vibrationsmiljö. Riktvärdena utgör Trafikverkets målnivå vid genomförande av skyddsåtgärder mot höga vibrationshastigheter.

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. 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.

TDOK 2016:0246 - Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg

Detta dokument är en fördjupning och innehåller detaljerade beskrivningar kopplat till Trafikverkets riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, TDOK 2014:1021 som är styrande för Trafikverkets ställningstagande till åtgärder för att förebygga och reducera störningar från buller och vibrationer från trafik på statlig infrastruktur. Dokumentet redovisar t.ex. hur man hanterar ett område med både höga vibrationshastigheter och bullernivåer. Dokumentet redovisar också Trafikverkets syn på när åtgärder är aktuella då riktvärde eller högsta acceptabla värde överskrids.

3.2 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 upplevas som oacceptabla för de boende.

4 Geoteknik

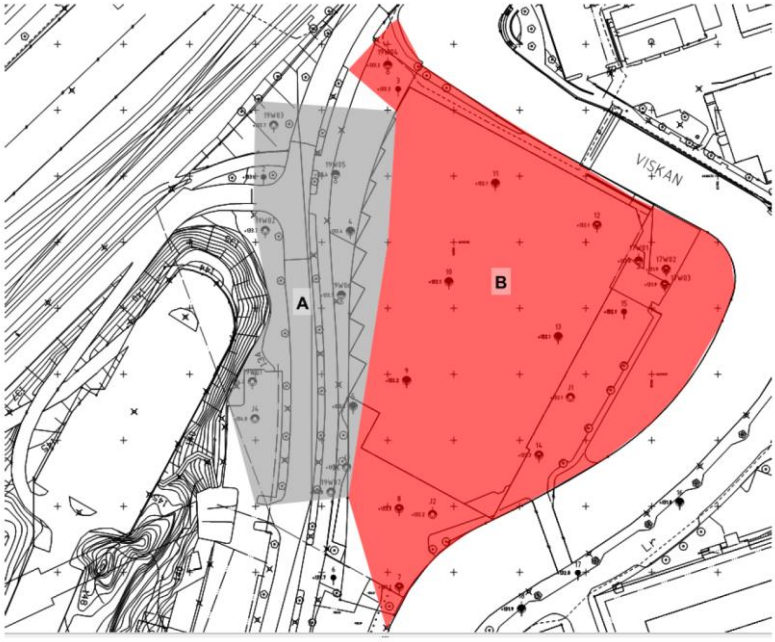
4.1 Beskrivning geoteknik inom området

Som sammanfattning i PM Geoteknik, WSP, anges att det främst är sand inom området och att de mäktigheten minskar mot väster. Vid närmare studier konstateras dock att det i Viskans närhet även finns inslag av leror och gyttjor.

"De geotekniska undersökningarna visar att jordlagerföljden i normalfallet består av 1-2 m **fyllning** som via **sand** vilar på **fastare friktionsjord** ovan **berg.** Djup till berg är ca 20 m från befintlig markyta närmast Viskan och minskar sedan västerut mot Krokshallsberget. Grundvattenytan påträffas mellan 0,5-1,0 m djup under markytan och påverkas sannolikt av vattenståndet i Viskan.

Planerade byggnader rekommenderas pål- och/eller plintgrundläggas till följd av lösare jordlager i området i kombination med byggnadernas höga höjd. "

Figur 3 Del av sammanfattning i PM-GEO, WSP, 2019-10-04



Figur 4 Uppdelning av olika områden med relativt enhetliga jordlagerföljder enligt PM-GEO

Område A består framförallt av fyllnadsmaterial och naturliga jordarter med grövre fraktioner som grusig siltig, något stenig, Sand och grusig siltig Sand. Bergyta på högst 3 meter från markytan.

Område B består överst av fyllnadsmaterial liknande det som finns område A med en mäktighet mellan 0,5-2,5 meter. Fyllningen överlagrar svämsediment av främst sand och silt med en mäktighet på 12-17 meter. Under svämsediment finns fastare friktionsjord, troligen morän. Läge bergyta osäker men har vid kontorsbyggnad verifierats till -20 meter relativt markyta. Tunnare mot väster. Inslag av gyttja, lera (vid Viskan) och torv enligt provtagning. Under Sven Erikssonsgata återfinns bergytan på 1,5 till 2,5 meters djup.

4.2 Rekommendationer PM-GEO

Rekommendation i PM-GEO är grundläggning med pålar alternativt plintar till berg. Detta är fördelaktigt ur vibrationssynpunkt.

5 Beräkningar

5.1 Beräkningar

Kompletterande beräkningar har utfört med semi-empiriska modeller utvecklade av ÅF Ljud och Vibrationer. Syftet med beräkningar är att avgöra rimligheten av mätta vibrationshastigheter utifrån avstånd till gator och järnväg och relatera vibrationshastigheter i mark till vibrationshastigheter som kan förväntas inom framtida bebyggelse.

Skillnaden mellan vibrationshastigheter i mark och förväntade vibrationshastigheter i framtida bebyggelse beror främst på grundläggning, stomsystem, geoteknik och avstånd från källa/mätpunkt.

5.2 Vibrationers alstring

3.2.1 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) och andra ojämnheter i vägbanan leder till högre vibrationskrafter.
- Korsande viadukter eller kulvertar ger styvhetskillnader i underlaget som kan excitera vibrationer

3.2.2 Tågtrafik

- Hastighet. Högre hastighet leder till större vibrationskrafter.
- Tågtyp – och axellast
- 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.
- Hjulens rundhet – tåg med inbromsningsskador på hjul exciterar högre vibrationshastigheter
- Rälernas jämnhet och spårlägesstabilitet. En jämnare yta leder till lägre vibrationskrafter.
- Järnvägens uppbyggnad. En tyngre uppbyggnad eller mer omfattande grundläggning innebär lägre vibrationsnivå. En betongplatta kan reducera vibrationshastigheter till omgivningen
- Grundläggning järnväg – utskiftning av massor, kalk-cementstabilisering eller pålgrundläggning reducerar vibrationer till omgivningen
- Växlar – genomfart kan ge högre vibrationshastigheter.
- Korsande viadukter eller kulvertar ger styvhetskillnader i underlaget som kan excitera vibrationer

5.3 Beräkningsmodell

För översiktliga beräkningar utifrån mätningar används två interna beräkningsmodeller:

- ”Beräkning av vibrationsnivåer från vägtrafik”, version 2018.01.
- ”Beräkning av vibrationsnivåer från Tåg”, version

Beräkningar undersöker använder mätningar som kontrollpunkter och undersöker vilka vibrationshastigheter som kan förekomma på andra platser inom planområdet.

Bedömning av risk för höga vibrationshastigheter inom framtida bostäder utifrån byggnadstyp utförs.

6 Mätningar

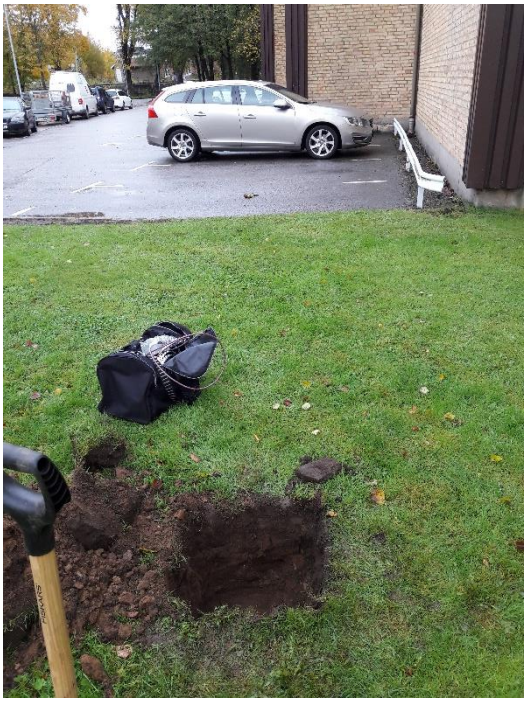
Mätningar har utfört på 3 platser inom detaljplanen mellan 2019-10-14 och 2019-10-23. Mätningen innehåller totalt 9 dygn. Mätutrustningar, kalibreringsdatum och översiktliga diagram samt tabeller av registrerade mätningar finns redovisade i bilaga 1-3.

Mätpunkt	Avstånd gatukant [meter]	Avstånd järnväg [meter]	Kommentar
MP1 – Parkeringsstolpe	**6**	**25**	Givare nedgrävd i mark för att erhålla god koppling till mark
MP2 – Gräsmatta framför byggnad	**10**	**60**	Givare nedgrävd i mark för att erhålla god koppling till mark
MP3 – Längre avstånd från gatan vid ån	**55**	**70**	Givare nedgrävd i mark för att erhålla god koppling till mark

Metodiken har varit att mäta vibrationshastigheter i mark då vi bedömt att detta ger bäst bedömning av koppling mellan mätpunkt och förväntad vibrationsnivå i framtida bostäder. En mätning i befintliga byggnaders socklar förkastades eftersom de mätpunkterna sannolikt inte motsvarar förutsättningarna för planerade byggnader. Registrerad vibrationshastighet är toppvärde på tidssignalen. Detta innebär normalt ett något högre värde än om värdet uppmätts som ”komfortvägt”. Orsaken till val att registrera toppvärdet är att det tar marginal för risken att framtida vibrationshastighet på byggnadens bjälklag förstärks något på grund av bjälklagsresonans.

Vid utvärdering konstaterades att de enskilda punkterna registrerar flera höga vibrationshastigheter (Mp1: 0,77 mm/s, Mp2: 0,89 mm/s, Mp3: 2,5 mm/). Vid närmare utredning bedöms dessa bero på ovidkommande aktiviteter i direkt anslutning till mätaren. Denna bedömning grundar sig på noggrann genomgång av underlaget, dels så konstateras mycket korta transienta förlopp vid de höga värdena (slag/stötar) och dels att de inte ger någon motsvarande utslag/tidssignal vid andra mätpunkter vilket borde vara fallet vid ett passerande fordon på vägen eller på järnvägen. Drygt 800 registreringar har kontrollerats. Alternativ metod hade varit att sätta en trigg-mätare vid gatan och vid järnvägen som styrde registreringen inom planområdet. Då detta hade blivit en mer komplex mätuppställning med behov av trigg-punkt både vid järnväg och gata så valdes aktuell metod.

Figur 5 Mätposition 1



Figur 6 Mätposition 2

Figur 7 Mätposition 3

7 Kommentarer

I denna sammanställning har de värden, vilka bedömts bero på stötar och slag i marken i givarens omedelbara närhet och inte fordonspassager på gator och järnväg, exkluderats.

Majoriteten av registrerade mätningar ligger i intervallet 0,2-0,4 mm/s. Ett mycket fåtal registreringar finns nattetid där vibrationer registrerats samtidigt i mer än en mätpunkt. MP1 har en vibrationshastighet på cirka 0,3 mm/s nattetid som överskrids mer än 4 gånger. Dessa registreringar bör vara orsakade av fordonspassager på gatan. De registreringar som bedöms vara godståg utifrån tidssignalen har en vibrationshastighet på ca 0,3-0,4 mm/s (MP1 & 2). I MP2 är vibrationshastigheterna i intervallet 0,2-0,4 mm/s där källan bedöms vara trafiken på närmaste gata. I MP3 bedömer vi att trafik på järnväg och gator inte ger vibrationshastigheter över känseltröskeln marken (mindre än 0,2 mm/s).

Uppmätta vibrationshastigheter är toppvärden på tidssignalen. De högsta värdena som bedömts som relevanta som passerande fordon har en dominerande frekvens mellan 10 och 20 Hz i MP1, mellan 40 Hz och 50 Hz i MP2 och under 5 Hz i MP3. Detta beror på mäktighet och typ av jordarter på platserna. Lera, silt och gyttja med större mäktighet ger lägre frekvenser. Större fraktioner och mindre mäktighet ger högre frekvenser.

Responsen hos byggnaden beror bland annat på frekvensinnehållet i störningen. Låga frekvenser ger globala modformer i större byggnader eller stelkropps-svängningar hos enbostadshus i byggnaden (<10 Hz). Något högre frekvenser kan koppla till enskilda bjälklag som har moder vilka överensstämmer i frekvens med ”störningssignalen” i mark. Vibrationshastigheten i byggnaden beror även på storleken på vibrationshastigheten i marken samt massa och dämpning i byggnaden. Att de lägsta frekvenserna inte har en tendens att excitera enskilda bjälklag vid mycket låga frekvenser beror på andra konstruktiva krav som den största acceptabla statiska nedböjningen i svenska byggregler.

Grundläggning till berg reducerar normalt lågfrekventa vibrationshastigheter i byggnaden.

8 Slutsats

Det förekommer vibrationshastigheter i mark från passerande fordon som ligger i storleksordningen som kan vara kännbara. Vibrationshastigheterna överskrider dock inte riktvärde för komfortstörande vibrationer i styrka eller antal per natt, högst 0,4 mm/s vägd RMS fem gånger per årsmedelnatt.

Vid traditionellt flerbostadshus med betongstomme som är grundlagd med pålning mot berggrund eller med friktionsmaterial mot berg bedöms vibrationshastigheterna bli lägre inom byggnaden än i mark och risken för kännbara vibrationer vara mycket låg.

Notera dock att veka och höga konstruktioner kan exciteras. Vid val av annan vekare eller lättare stomme som till exempel trästomme, pelardäck-system eller bjälklag med stora spännvidder eller konsoler bör hänsyn tas till vibrationshastigheter i marken vid dimensionering av byggnadsstomme och grundläggning.

Ol