

Uppdragsansvarig
Mats Hammarqvist

Handläggare
Mats Hammarqvist
Tel
+46 (0)10 505 84 33
E-post
Mats.hammarqvist@efterklang.se

Datum
2022-10-03

Projekt ID
D0081617

Kund

Skanska Fastigheter Göteborg AB

PM Vibrationer

Detaljplan Centrumutveckling vid Kilsgatan,
Göteborgs Stad

Vibrations- och stomljudsutredning inför
detaljplan

Efterklang del av AFRY

Mats Hammarqvist
Handläggare

Efterklang del av AFRY

Gunnar Ågren
Granskare

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Alternativ:.....	5
2	Bakgrund	5
2.1	Allmänt om stomljud	6
2.2	Allmänt om vibrationer från fordon	7
2.3	Stomme och grundläggning – respons hos byggnad	7
2.4	Trafikmängdsbedömning	7
2.5	Geoteknik.....	8
2.5.1	SGU – Sveriges Geologiska Undersökning	8
2.5.2	Geoteknisk undersökning – projekteringsunderlag.....	9
3	Utförda mätningar av vibrationshastigheter från vägtrafik för väg E45	10
4	Metodbeskrivningar	11
4.1	Vibrationer	11
4.1.1	Mätning	11
4.1.2	Beräkningsmodell vibrationer.....	11
4.1.3	Beräkningsmodell Stomljud	12
4.2	Kommentar val av metod	12
5	Riktvärden – bakgrund och förslag	13
5.1	Riktvärde vibrationer	13
5.2	Riktvärde stomljud	15
6	Beräkningsresultat.....	16
7	Slutsats.....	17
8	Förslag planbestämmelse	17
9	Referenser.....	18

Sammanfattning

Efterklang har fått i uppdrag att ta fram utlåtande om risk för vibrationsstörningar från fordonstrafik för planområdet, som här redovisas. Inga vibrationsmätningar har utförts på plats. Bedömningar har utförts utifrån den kända geotekniska förutsättningar som finns på platsen samt vibrationsutredningar och mätningar utförda inom angränsande detaljplaner och vägprojekt. Indikerande beräkning har utfört med hjälp av semi-empiriska beräkningsmodeller utvecklade av Efterklang

Det finns idag inga av myndigheter fastställda beräkningsmodeller för att beräkna vibrationer i omgivning av gator och vägar.

Vibrationer (kännbara)

Beräkningsmässigt så klaras Trafikverkets riktlinjer $v_w=0,4$ mm/s [komfortvägt/RMS] vid planerad byggnad med marginal. Utredningen förutsätter att generella konstruktionsmässiga krav på byggnadens dynamiska stabilitet följs.

Vägar förutsätts vara släta utan några gupp i närheten av bostadshus.

Då utformningen av väg 45 och Norra sjöfarten ligger på en stor betongkonstruktion bedöms risk för vibrationer till detaljplanen som låg. Med en slät vägbanan på Kilsgatan samt även en kompletterande utfyllnad så är risken låg för störande vibrationer från denna gata.

Vi bedömer dock att det är motiverat med planbestämmelse för vibrationer om planen innehåller bostäder på grund av ofördelaktiga markförutsättningar samt att det saknas tydligt myndighetskrav från Boverket eller Folkhälsomyndigheten.

Stomljud (hörbara vibrationer via mark)

Vid en jämförelse mot Trafikverkets riktlinjer samt Boverkets Råd så konstateras att kraven klaras med mycket god marginal. Fordonstrafik ovan mark har ett gemensamt ljudkrav för luftburet ljud och stomljud, på $L_{pAFmax,nT} = 45$ dBA och stomljudsnivån från väg i tunnel till framtida byggnad är beräkningsmässigt lägre än $L_{pAFmax,nT} = 30$ dBA vilket är med stor marginal lägre än Boverkets Råd gällande trafikbuller och klarar även stomljudskrav för trafik i tunneln, riktvärde $L_{pAFmax,nT} = 32$ dBA. Trafikverket har endast redovisat krav för järnvägstunnel.

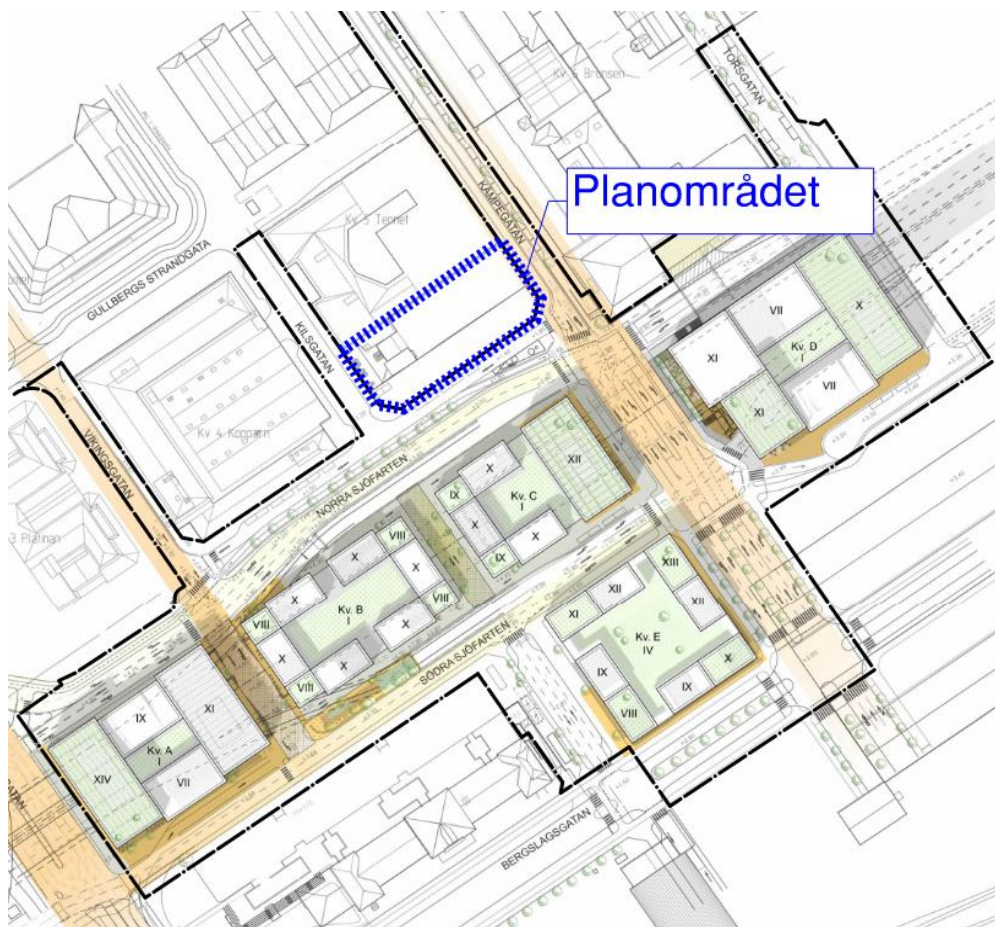
Vi bedömer att det inte krävs någon särskild planbestämmelse med avseende på stomljud inom detaljplanen.

1 Inledning

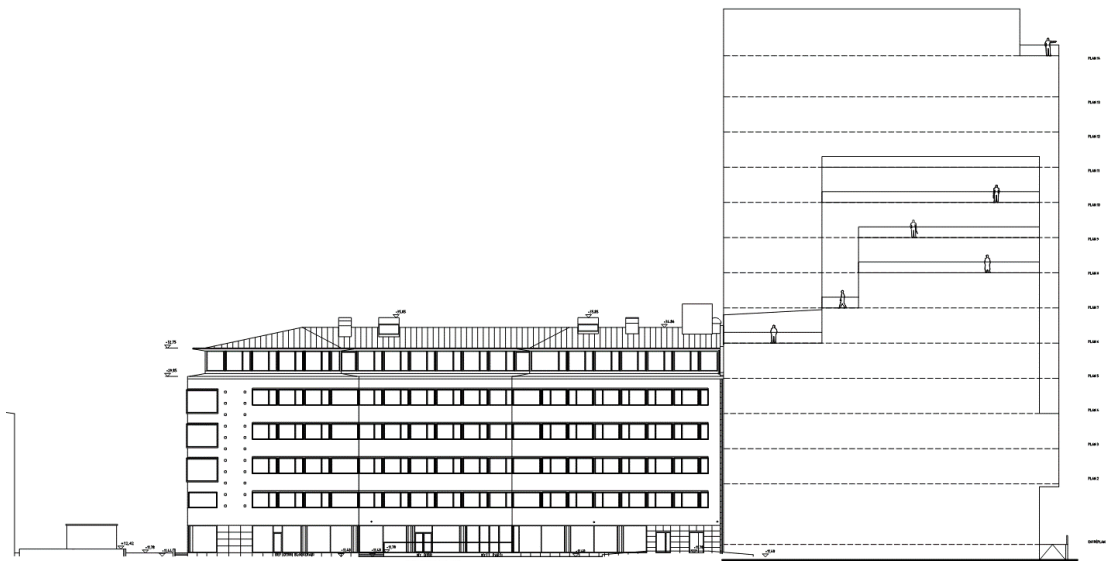
Skanska Fastigheter Göteborg AB arbetar, tillsammans med Göteborgs stad med en detaljplan för projektet Tennet 3 på Kilsgatan i Gullbergsvass. Projektet omfattar fastigheterna Göteborg Gullbergsvass 5:17 och 5:23 och har en tomtyta om ca 2300kvm. Projektet kommer omfatta en ca 15 – 20 000 kvm BTA stor byggnad, bestående av kontor och/eller hotell samt ev. viss del studentbostäder. På platsen finns idag två befintliga byggnader och en markparkering.

Byggnaden på Gullbergsvass 5:17 kommer att rivas och byggnaden på 5:23 ska bevaras. Markparkeringen kommer att försvinna. Syftet är en centrumutveckling vid Kilsgatan. Ambitionen idag är att planen ska omfatta kontor, hotell och/eller studentbostäder men att det kan ändras under planens gång.

Efterklang har fått i uppdrag att ta fram utlåtande om risk för vibrationsstörningar från fordonstrafik för planområdet, som här redovisas. Vi föreslår även planbestämmelse. Inga vibrationsmätningar har utförts på plats. Bedömningar har utförts utifrån den kända geotekniska förutsättningar som finns på platsen med hjälp av semi-empiriska beräkningsmodeller utvecklade av Efterklang. Det finns idag inga av myndigheter fastställda beräkningsmodeller för att beräkna vibrationer i omgivning av gator och vägar.



FIGUR 1: Detaljplaneområdet inskissat. Underlag: Detaljplan för Göteborg 2019-08-14 inom stadsdelen Gullbergsvass i Göteborg Överdäckning av Götaleden



FIGUR 2: Skiss med Sektion genom området med byggnad som ska bevaras till vänster. Trafikleden ligger till höger (söderut)

1.1 Alternativ:

Följande alternativ har utretts:

- Utbyggnadsalternativ inom dp Kilsgatan med överdäckning av väg 45

2 Bakgrund

Det som redovisas i denna utredning utifrån tillgängligt underlag är:

- Risk för vibrationer från fordonstrafik (kännbara och hörbara/stomljud)

Följande ingår i uppdraget:

- Genomgång av underlag.
- Sammanställning av geoteknik som bedöms relevant.
- Uppställning av riktvärden (praxis utifrån myndigheter, stad, standarder).
- Jämförelse mot riktvärden och slutsats

Bedömningar utgår från beräkningar. Inga mätningar har utförts på platsen.

Som underlag för att bedöma risk inom aktuellt område har följande underlag använts:

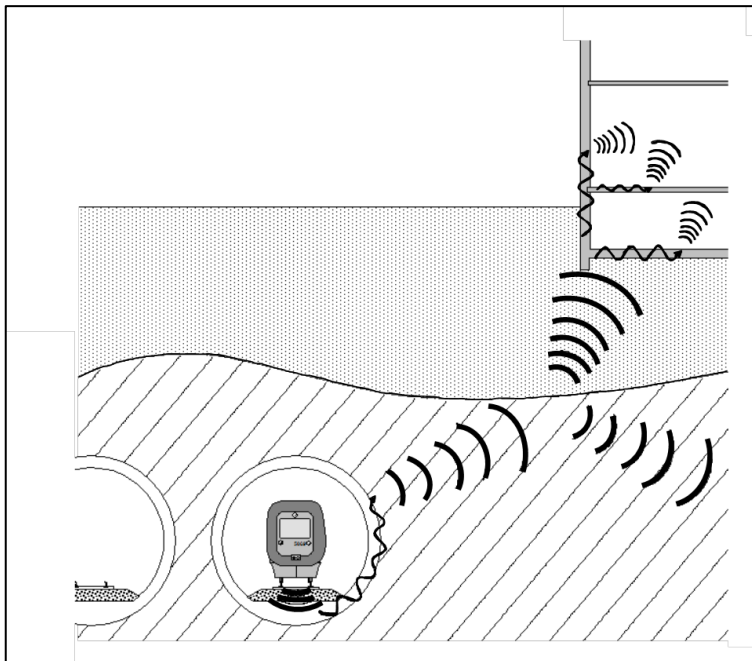
- Illustrationsritning 1-4, Detaljplan för Göteborg 2019-08-14 inom stadsdelen Gullbergsvass i Göteborg Överdäckning av Götaleden (med ny detaljplan inritad)
- Detaljplan Tennet 3, Projekterings PM Geoteknik, 2021-10-27, proj 208070 AFRY
- SGU:s Kartvisare "Jordarter 1:25 000–1:100 000"

- SGU:s Kartvisare , Jorddjup
- Vibrations och stomljudsutredning – Underlagsrapport MKB Detaljplan för Bostäder, verksamheter och uppgångar för Västlänken norr om Nordstan i Göteborgs kommun, TR 763254, Efterklang part of AFRY, 2020-09-03
- UNDERLAGSRAPPORT BULLER OCH VIBRATIONER E45 delen Lilla Bommen - Marieholm Göteborgs stad, Västra Götalands län Granskningshandling 2014-03-03 Projektnummer: AP109654

I dagsläget finns ingen information om byggnadsstommar eller byggnadernas tänkta grundläggning.

2.1 Allmänt om stomljud

Stomljud från fordon kan gå via mark uppfattas inomhus som ett dovt mullrande ljud under den tid det tar för fordonet att passera. I denna utredning utreds inte denna ljudväg men fenomenet nämns då detta ibland ses som en vibrationsfråga. Det är sällsynt att vägtrafik ger upphov till stomljud. Det är framför allt tåg och spårvagnar som ger märkbara stomljudsnivåer. Luftburet buller är normalt helt dominerande då väg/räls inte går i tunnel. Trafikverket värderar inte detta bidrag i sina utredningar och kravet är samma som för luftburet buller. När fordonen passerar över små ojämnheter ger det upphov till vibrationer i rälsen och marken och denna vibration sprider sig till omgivningen. Stomljud är alltså ljud som uppkommer i huset som först transmitteras via fasta material som berg och byggnadens stomme för att sedan, som luftljud, nå mottagarens öra. Enheten för stomljud är i dagligt tal decibel. Frekvensområdet är cirka 16–500 Hz och det huvudsakliga energiinnehållet ligger typiskt i frekvensområdet 20–250 Hz.



FIGUR 1: Illustration som visar stomljud och vibrationsutbredning från tågtunnel (vilket är den vanligaste stomljudsituationen).

Vid hörbara stömljudsnivåer i byggnaden är vibrationsnivån sällan kännbar, men de svaga vibrationerna i väggar och bjälklag kan ibland excitera saker som skickar ut ett hörbart ljud, till exempel som skallrande glas och liknande.

2.2 Allmänt om vibrationer från fordon

Tågtrafik är en av de vanligaste vibrationsorsakerna i bebyggda områden men även vägfordon kan på lösa jordarter ge upphov till störande vibrationer. För vägfordon är nästan alltid underlaget som ger problem; sneda brunnar, hål i vägbanan, farthinder som gupp, viadukter med skarpa kanter, kulvertar som korsar gatan. De mekanismer som inverkar på vibrationsalstringen är främst:

- Hastighet. Högre hastighet leder till större vibrationskrafter samt påverkar frekvensinnehåll i störningen
- Fordonets fjädring. En styvare fjädring leder till större vibrationskrafter.
- Vid vibrationer som har låga frekvenser är den totala massan av störst betydelse.
- Hjulens ytjämnhet. Jämnare hjul leder till lägre vibrationskrafter.
- Vägens jämnhet. En jämnare yta leder till lägre vibrationskrafter.
- Vägens uppbyggnad och grundläggning. En tyngre och styvare uppbyggnad, för exempelvis en tunnel eller bana på bro leder till avsevärt lägre lågfrekventa vibrationsnivåer men kan ge stömljud till omgivningen

Erfarenheterna visar att spektrum för tåg och tunga vägfordon ofta har sitt maximum i frekvensområdet under 20 Hz för lösa jordarter (kännbara vibrationer) och högre frekvenser för hårdare jordarter och berg (främst stömljud). Detta innebär att det krävs en viss mäktighet hos dominerande jordart för att mark och byggnad ska kunna vibrera. Tunga vägfordon ger sällan upphov till hörbart stömljud.

2.3 Stomme och grundläggning – respons hos byggnad

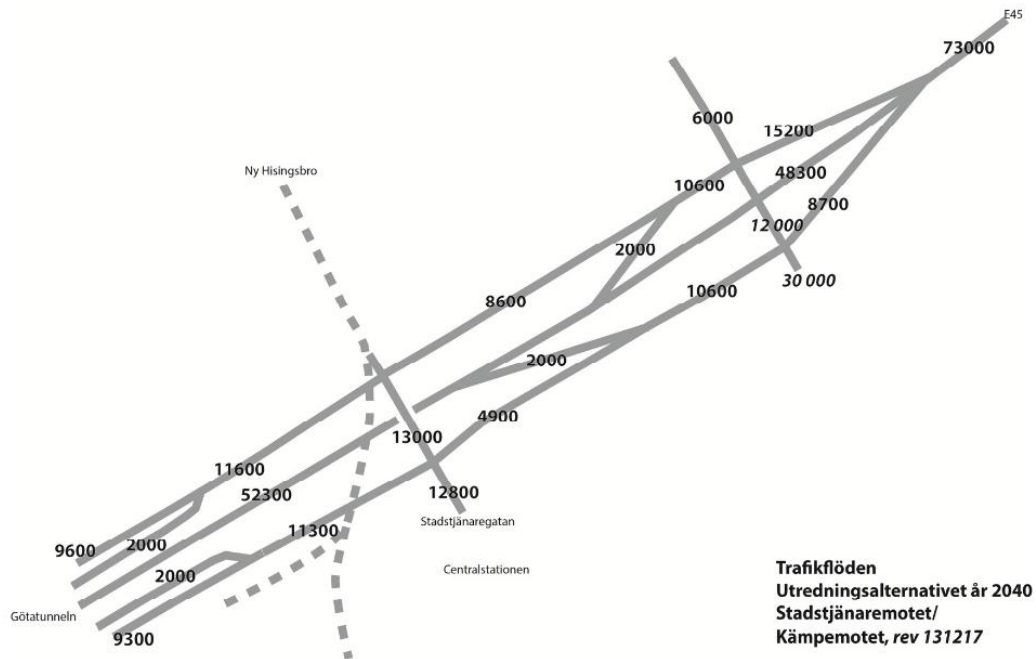
Val av byggnadsstomme och grundläggning påverkar risken att vibrationer och stömljud ska uppkomma i planerade byggnader. Betongstomme sprider stömljud bättre än en trästomme. En trästomme eller veka stommar kan öka risken för kännbara vibrationer relativt en betongstomme vid lägre frekvenser.

Grundläggning påverkar vibrationer och stömljud i framtida byggnad. En grundläggning ned till berg reducerar risken för kännbara vibrationer i huset.

Vi har bedömt att jorddjupen är så stora att grundläggning sker med mantelburna pålar.

2.4 Trafikmängdsbedömning

Genom att betrakta trafikmängder för utredningsalternativ UNDERLAGSRAPPORT BULLER OCH VIBRATIONER E45 delen Lilla Bommen - Marieholm Göteborgs stad konstaterar vi att trafiken på framtida Huvudgata (Mårten Krakowgatan/Norra Sjöfarten) förbi planerad byggnation har cirka 9000 fordon per dygn vilket innebär att den behöver tas hänsyn till i denna bedömning.

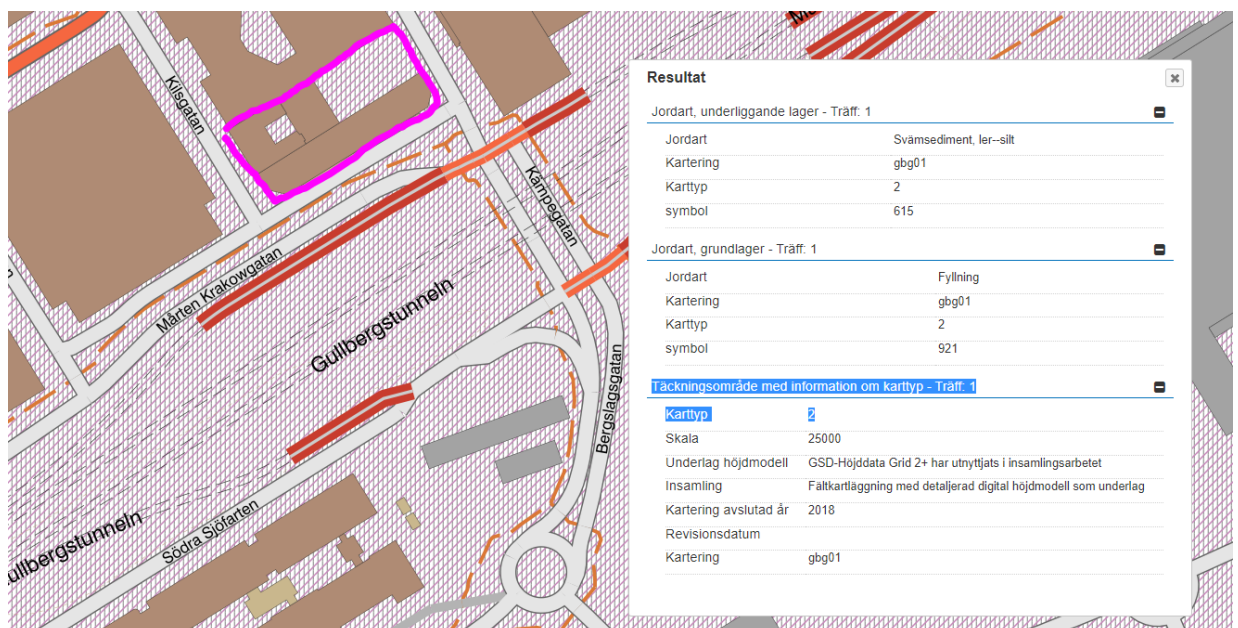


Hastighet på väg 45 är antagen att vara 80 km/h. Trafikmängder under ett dygn är stor med stor andel tung trafik.

2.5 Geoteknik

2.5.1 SGU – Sveriges Geologiska Undersökning

Inom detaljplanen finns idag befintliga byggnader. På platsen finns det enligt SGU:s jordartskarta fyllning, svämsediment och lera och silt. Jorddjupskartan anger en bedömd mäktighet på jordarter över berg på över 50 meter. Se närmare om vilka jordarter det finns på platsen under sammanställning av MUR Geotekniska utredning som är utförd. Detta överensstämmer med omkringliggande projekts erfarenheter.



FIGUR 4: Jordartskarta (övre lager) 1:25000–1:100 000, SGU(Hämtad från PM Geoteknik)



FIGUR 5 SGU – skattade samt uppmätta jorddjup (notera att vissa punkter anger borrhjup och inte läge för "fast botten")

2.5.2 Geoteknisk undersökning – projekteringsunderlag

5.3 Geotekniska förhållanden

5.3.1 Jordlagerföljd och jorddjup

Jordlagren bedöms överst bestå av fyllning av varierande mäktighet och sammansättning. Den naturligt lagrad jorden under fyllningen utgörs av lera till stort djup. Lera bedöms, ned till ca 5 m djup, vara gyttjig. Ytligt kan den vara genombruten med sandskikt. Enligt tidigare utredningar bedöms jorddjupet vara uppåt 100 m.

5.3.2 Jordegenskaper

Lerans egenskaper inom Tennet är undersökta till ca 30 m djup under markytan. Den gyttjiga lerans densitet är drygt 1,5 t/m³. Densiteten för lera därunder är drygt 1,6 t/m³. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan knappt 20 och drygt 50 kPa. Lera är mellansensitiv. Resultatet av de utförda undersökningarna inom Tennet är jämförbara med undersökningarna för Gulbergstunneln.

Lerans naturliga vattenkvot är ca 80 % i de gyttjiga lagren, successivt minskande mot djupet till ca 50 %. Konflytgränsen är i regel ca 10 %-enheter högre än vattenkvoten

FIGUR 2: Sammanfattning av geoteknik. Markteknisk PM Geoteknik

Den geotekniska utredningen visar på markförhållande som kan sprida vibrationer långa sträckor: Stora lerdjup, relativt låg odränerad skjuvhållfasthet, inslag av gyttja.

Grundläggning kommer sannolikt ske med långa pållängder och kompensationsåtgärder typ lättfyllningar krävs.

Undersökning visar även att konstruktioner och mark kan få höjdskillnader på sikt på grund av förväntade olika sättningar (sättningsdifferenser). I byggskedet kan påslagning innebära viss markrörelse/massundanträngning. De ojämnheter som då uppstår kan öka risken för att skapa vibrationer då fordon passerar dem. Vi benämner dessa anslutningar mellan vägkonstruktioner på betong och vägar på mark övergångskonstruktioner.

3 Utförda mätningar av vibrationshastigheter från vägtrafik för väg E45

Inga mätningar har utförts på platsen av vibrationshastigheter i marken eller i befintliga byggnader från passerande fordon inom denna utredning. Här redovisas tidigare mätningar på platsen.

I UNDERLAGSRAPPORT BULLER OCH VIBRATIONER E45 delen Lilla Bommen – Marieholm finns utförda mätningar av vibrationer i vissa byggnader. Mätvärden är inte direkt jämförbara med vibrationshastigheter som kan förekomma i framtida byggnad. Det är inte ovanligt att komfortvägt värde inom byggnads bjälklag $v_{w, RMS}$ [mm/s] (frekvensområde 1-80 Hz) är högre än peakvärde $v_{95, PEAK}$ [mm/s] i styv sockel. Mätpunkter ligger dock närmare fordonstrafik än vad aktuellt projekt kommer göra. Vibrationer reduceras något. Det kan dock från mätningar konstateras att vibrationshastigheterna på platsen inte är försumbara då en plats utan vibrationsstörningar ger avsevärt lägre vibrationshastigheter.

Tabell 8 Uppmätt vibrationsnivå i grundmur.

Mätpunkt, Fastighet	Mät-position	Frekvensområde	Uppmätt Maximal vibrations-nivå PEAK V_{95} mm/s
1. Gullbergsvass 3.3	Grundmur	5-150 Hz	0,09
2. Gullbergsvass 703:17	Grundmur	2-150 Hz	0,25
3. Gullbergsvass 6:24	Grundmur	2-150 Hz	0,14
4. Gullbergsvass 11.4	Grundmur	5-150 Hz	0,09
Riktvärde byggnadsskador kontor och industrilokal			5,8*

* Beräknad med SS 025211, V_0 för packning.



Figur 3 Mätarnas placering

4 Metodbeskrivningar

4.1 Vibrationer

4.1.1 Mätning

Inga mätningar har utförts på platsen i mark eller i befintliga byggnader.

4.1.2 Beräkningsmodell vibrationer

Beräkningarna baseras bland annat på:

- 1 modell för vibrationer från tunga fordon framtagen vid Transport and Road Research Laboratory i England
- 2 NGI:s empiriska beräkningsmodell för tåg vibrationer (för nordiska förhållande)
- 3 Vägnätets beräkningshandledning mm
- 4 Egen sammanställning av en mängd mätningar på vägtrafikvibrationer av Ingemansson (Efterklang idag)

Modellen grundar sig på metod för bedömning av risk för byggnadsskada. Den modellen var framtagen vid Transport and Road Research Laboratory i England. Det bör dock noteras att det saknas underlag som visar att normal vägtrafik ger byggnadsskador. Syftet med denna rapport är att utifrån beräkningsmodellen bedöma risk för störande vibrationer. Det bör även noteras att modellen inte hanterar styvhetsskiften i underlaget där ytan är kontinuerlig med det finns en underjordisk förstyvning. Exempel på detta är farthinder typ gupp, övergång från viadukt till mjuk mark, från betongplattor som används för att stabilisera spårvagnsspår till mjuk mark samt vid kulvertar och rör som korsar gata i mjuk mark.

Vi har en begränsad kunskap om vägars och gators uppbyggnad. Vi förutsätter att det är en cirka meter tjockt bärlager och förstärkningslager. Underliggande jordarter förutsätts vara likvärdig med de jordarter som finns inom detaljplanen.

4.1.3 Beräkningsmodell Stomljud

I denna utredning har inga beräkningar utförts utan slutsatser grundar sig på erfarenhet av hur långa avstånd som stomljud kan uppkomma vid aktuella hastigheter och fordonstyper. Bedömningar utgår från en gatubeläggning med slät betong eller asfalt.

4.2 Kommentar val av metod

Orsaken till val av metod är följande:

- Beräkningsmodeller som används grundar sig på en stor mängd utredningar och flera års erfarenhet av stomljud och vibrationer.
- Mätningar samt analys av dessa som underlag för beräkningar har inte utförts vilket kan krävas för detaljprojektering. Denna utredning kan ligga som grund för beslut om mätningar ska genomföras.
- Vi har inte bedömt det som nödvändigt att göra en komplett analytisk modell i FEM eller liknande beräkningshjälpmedel då risk för vibrationer och stomljud är begränsad.

5 Riktvärden – bakgrund och förslag

5.1 Riktvärde vibrationer

Det finns idag utöver Trafikverkets riktlinjer inga tydliga vibrationskrav rörande komfortstörande vibrationer. En sammanställning har utförts inom Nationell samordning av omgivningsbuller där de konstaterar att omgivningsbuller och vibrationer hanteras olika av flera svenska myndigheter. Naturvårdsverket har till uppdrag att samordna myndigheternas arbete för att effektivisera, stärka och tydliggöra samarbetet. Inom detta arbete finns en sammanställning av underlag för att ta fram ett framtida vibrationsråd från svenska myndigheter. Trafikverkets riktlinjer används idag som praxis vid störningar från infrastruktur.

5.1.1.1 Riktvärden Svensk Standard

Svensk standard har gett ut en standard som kan ligga som underlag för att bedöma störningar av markvibrationer. Markvibrationer kan ge påverkan både på människor och på byggnader. Känslig utrustning kan också påverkas och i extrema fall finns det en risk att skador¹ på byggnader och andra konstruktioner kan uppstå. Människor kan uppleva vibrationer på olika sätt främst beroende på frekvensområde (relevant frekvensområde för kännbara vibrationer är 1–80 Hz) eller som ljud.

Under 2022 har ny standard utkommit, SS 4604861:2022 "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader" som fastställdes 2022-01-11.

Tabell B.1 — Exempel på effekter vid olika vibrationsnivåer

Effekter	$v_{w,RMS}$ (s) [mm/s]
Ungefärlig känseltröskel enligt ISO 2631-1 (2010) ^a	0,2
Vibrationsnivå från tågtrafik där mätbar påverkan på sömn startar. ^b	0,4
Ungefär 1/3 störda av vibrationer från tågtrafik ^c	0,7
^a ISO 2631-1 (2010) ^b Smith, M., Ögren, M. och Persson Waye, K. Physiological reaction thresholds to vibration during sleep. Rapport 2:2015, Arbets- och miljömedicin, Göteborg, 2015. ^c CargoVibes: Human response to vibration due to freight rail traffic, 2015	

FIGUR 8: Svensk Standard: SS 4604861:2022 rörande hälsomässig konsekvens av vibrationer

¹ Skadliga vibrationer kräver avsevärt högre vibrationshastigheter än vad som beräknas i denna utredning

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 eftersom störd sömn är den viktigaste hälsomässiga konsekvensen av vibrationer. Riktvärdena kan vidare användas som målsättning för långsiktig förbättring av vibrationsförhållanden i befintliga miljöer.

5.1.1.2 Riktlinjer Trafikverket

I Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg, TDOK 2014:1021 rev 3, som gäller från 2021-01-01, beskrivs riktvärde som en 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 inom bostäder och vårdlokaler.

Riktvärde för maximal vibrationsnivå för planeringsfall nybyggnad är $v_w=0,4$ mm/s [komfortvägt/RMS] vilket avser ett visst antal händelser 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.

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

Riktvärde för maximal vibrationshastighet 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.

5.2 Riktvärde stömljud

I Trafikverkets riktlinje TDOK 2014:1021 (Trafikverket, 2021) anges riktvärdet för stömljud vid nybyggnad av infrastruktur till $L_{AmaxF} = 32$ dBA från järnväg i järnvägstunnel. Riktvärdet avser trafikårsmedelnatt (22-06). Riktvärdet innebär att ljudnivån 32 dBA får överskridas högst fem gånger per natt.

Det är rimligt att tillämpa Trafikverkets riktlinjer även vid nybyggnad av flerbostadshus.

För trafikbuller gäller idag förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader som anges ska gälla även planläggning. Då denna inte anger några krav inomhus så går den inte att applicera på stömljud vars ljud endast hörs inomhus. Vi bedömer att gällande riktvärde är Boverkets riktvärde för trafikbuller inomhus som redovisas som råd i kapitel 7 Ljud i Boverket Byggregler, BBR29.

Tabell 7:21c Dimensionering av byggnadens ljudisolering mot yttre ljudkällor.

	Ekvivalent ljudnivå från trafik eller annan yttre ljudkälla, $L_{pAeq,nT}$ [dB] ²	Maximal ljudnivå nattetid, $L_{pAFmax,nT}$ [dB] ³
Ljudisolering bestäms utifrån fastställda ljudnivåer utomhus så att följande ljudnivåer inomhus inte överskrids ¹		
i utrymme för sömn, vila eller daglig samvaro	30	45
i utrymme för matlagning eller personlig hygien	35	-

¹⁾ Dimensionering kan göras förenklat eller detaljerat enligt SS-EN 12354-3. För ljud från exempelvis blandad gatutrafik och järnvägstrafik i låga hastigheter kan förenklad beräkning genomföras med $D_{nT,A,nT}$ värden för byggnadsdelarna. Detaljerade beräkningar väger samman byggnadsdelarnas isolering mot ljud vid olika frekvenser med hänsyn till de aktuella ljudkällorna.

²⁾ Avser dimensionerande dygnsekvivalent ljudnivå. Se Boverkets handbok *Bullerskydd i bostäder och lokaler*. För andra yttre ljudkällor än trafik avses ekvivalenta ljudnivåer för de tidsperioder då ljudkällorna är i drift mer än tillfälligt.

³⁾ Avser dimensionerande maximal ljudnivå som kan antas förekomma mer än tillfälligt under en medelnatt. Med natt menas perioden kl. 22:00 till kl. 06:00. Dimensioneringen ska göras för de mest bullrande vägfordons-, tåg- och flygplanstyper, samt övrigt yttre ljud, exempelvis från verksamheter eller höga röster och skrik, så att angivet värde inte överstigs oftare än fem gånger per natt och aldrig med mer än 10 dB.

FIGUR 9: Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR29 - kapitel 7, Ljud

6 Beräkningsresultat

Beräkningar har utförts för att ta fram eventuella kännbara vibrationer och hörbara stomljuds nivåer inomhus. Dessa är mycket översiktliga och har som främsta syfte att avgöra om vibrationer behöver utredas närmare senare i planskede. Vi har gjort bedömning utifrån möjligheten att bostäder kan förekomma i utrett planområde.

Vibrationer

Beräkningsmässigt erhålls en vibrationshastighet inom planerad byggnad avsevärt lägre än riktvärde $v_w=0,4$ mm/s [komfortvägt/RMS] (bussar eller annat tungt fordon). Förutsättning är en relativt lös lera som dominerande jordlager odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} , i intervallet 20-50 kPa, källare med mantelburna pålar, betongstomme och ojämnheter på max 5 mm i körbana. Utformning av Norra Sjöfarten är fördelaktig.



Figure 1 Betongkonstruktion som reducerar vibrationer från Norra Sjöfarten (västerut /österut)

Beräkningsavstånd ca 15 meter vilket motsvarar avståndet till framtida gata Norra Sjöfarten. Kilsgatan ger låga vibrationshastigheter till detaljplanen på grund av få tunga fordon och låg trafikmängd vid slät vägbana. Väg 45 ger beräkningsmässigt inga märkbara vibrationer till planerat område.

Personbilar gav vid beräkningar lägre värde.

Stomljud

Stomljuds nivån på lägsta våningsplan är beräkningsmässigt lägre än $L_{pAFmax,nT} = 32$ dBA i framtida planerade hus. Detta förutsätter att byggnader inte är sammanbyggda med tunnelkonstruktion och dess övergångskonstruktioner. Även om byggnad är sammanbyggd med en vägtunnel eller ramper är det sällsynt med hörbara ljud från vägtrafiken. Tunnelfläktar kan ge störningar till omgivningen via betongstomme men de förutsätts vara åtgärdade så att bostäder på överdäckning direkt över tunnel inte får för höga ljudnivåer. Därav så klaras byggnationen i utredningens detaljplan.

7 Slutsats

Vibrationer (kännbara)

Beräkningsmässigt så klaras Trafikverkets riktlinjer $v_w=0,4$ mm/s [komfortvägt/RMS] med vid planerad byggnad med marginal. Utredningen förutsätter att generella konstruktionsmässiga krav på byggnadens dynamiska stabilitet följs.

Vägar förutsätts vara släta utan några gupp i närheten av bostadshus.

Då utformningen av väg 45 och Norra sjöfarten ligger på en stor betongkonstruktion bedöms risk för vibrationer till detaljplanen som låg. Med en slät vägbanan på Kilsgatan samt även en kompletterande utfyllnad så är risken låg för störande vibrationer från denna gata.

Vi bedömer dock att det är motiverat med planbestämmelse för vibrationer om planen innehåller bostäder på grund av ofördelaktiga markförutsättningar samt att det saknas tydligt myndighetskrav från Boverket eller Folkhälsomyndigheten.

Stomljud (hörbara vibrationer via mark)

Vid en jämförelse mot Trafikverkets riktlinjer samt Boverkets Råd så konstateras att kraven klaras med mycket god marginal. Fordonstrafik ovan mark har ett gemensamt ljudkrav för luftburet ljud och stomljud, på $L_{pAFmax,NT} = 45$ dBA och stomljudsnivån från väg i tunnel till framtida byggnad är beräkningsmässigt lägre än $L_{pAFmax,NT} = 30$ dBA vilket är med stor marginal lägre än Boverkets Råd gällande trafikbuller och klarar även stomljudskrav för trafik i tunneln, riktvärde $L_{pAFmax,NT} = 32$ dBA. Trafikverket har endast redovisat krav för järnvägstunnel.

Vi bedömer att det inte krävs någon särskild planbestämmelse med avseende på stomljud inom detaljplanen.

8 Förslag planbestämmelse

Följande planbestämmelse rekommenderas:

”Vibrationshastighet inom bostad ska högst vara $v_w = 0,4$ mm/s vägd RMS nattetid (22-06). Värdet får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt med som högst 0,3 mm/s.”

Anm. Detta motsvarar Trafikverkets nybyggnadskrav för ny infrastruktur.

9 Referenser

- Arnesson, M. (2016). *Analysis and Estimation of Residential Vibration Exposure from Railway Traffic in Sweden*. Göteborg: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Arnesson, M. (2016). *Analysis and Estimation of Residential Vibration Exposure from Railway Traffic in Sweden*. Göteborg: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Christian Madshus m.fl. (23 juni 1994). *Vibrationsstrategi för Gardemobanan/ Reguleringsplan og beregninggrunnlag for parsellene mellom Åråsen og Eidsvoll - Fellesrapport. 933016-6*. Oslo: Norges Geotekniske Institutt.
- Mikael Ögren, A. E. (2019). *Ground and building vibration estimation for health impact rese. IWRN*. Gothenburg: University of Gothenburg and Trafikverket.
- Rickard Torndahl, T. S. (2017). *METHODOLOGY FOR ANALYSIS METHODOLOGY FOR ANALYSIS VIBRATIONS, Master's Dissertation*. Lund: Lunds Universitet, DIVISION OF STRUCTURAL MECHANICS.
- 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.
- Svenska Geotekniska Föreningen. (2013-12-18). *Markvibrationer - SGF Informationsskrift 1:2012*. Göteborg och Stockholm: SGF:s Markvibrationskommitté.
- Trafikverket. (2017.2). *Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg. TDOK 2014:1021*.
- Trafikverket. (2021). *TDOK 2014:1021. Riktlinje - Buller och vibrationer från trafik på väg. version 3.0*. Trafikverket.
- Vågfelt, G. (2021). *Empirical Prediction of Ground-Borne Vibration from Railway Systems, Master's thesis in Sound and Vibration*. Göteborg: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- ÅF Infrastructure AB / Ljud och Vibrationer. (2013). *Vibrationshastighet för Tåg Version 0-19*. Göteborg: Internt.
- ÅF Ljud & Vibrationer. (2014-11-24). *Markvibrationer - Internkurs 2014, Rev 10.0, 2014-11-24*. Göteborg: ÅF (Odebrant/Almgren).