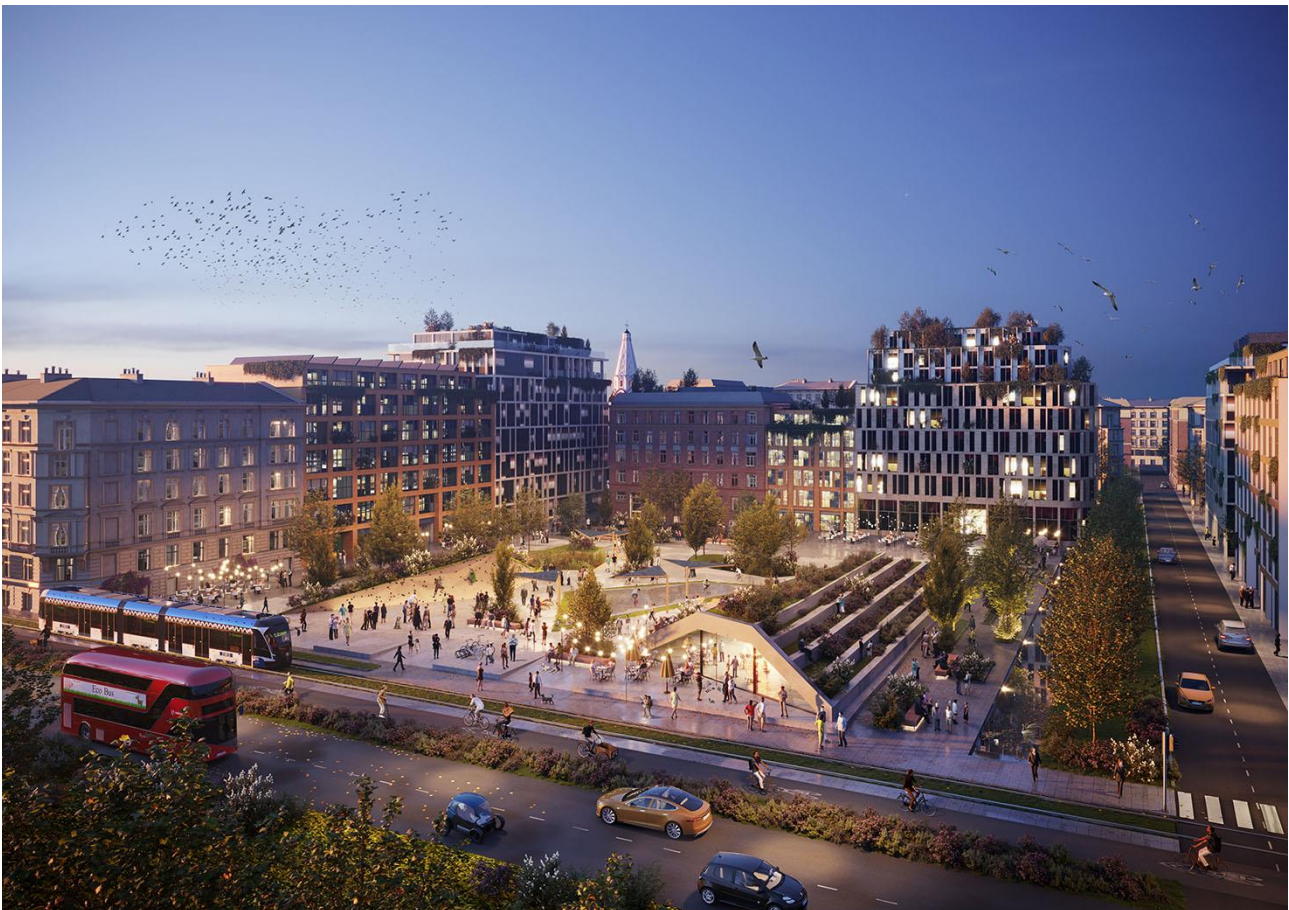


Utlåtande avseende vibrationer och stomljud



Entréhuset i Enköping inom fastigheten
Romberga 25:5



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum
Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
Romberga
30021270
Rizoferm Invest AB
Matilda Arnesson
2025-03-05
Enköping ROMBERGA 25-5 vibrationsutredning utan kommentarer

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	3
1.1	Syfte	3
2	Markvibrationer	4
3	Bedömningsgrunder	4
4	Förutsättningar vid projektet	5
4.1	Geologiska förutsättningar runt om och inom planområdet	5
4.2	Tidigare mätningar i området	5
5	Resultat och utlåtande	6
5.1	Åtgärder för komfortvibrationer	6
5.2	Mätning av markvibrationer	7
6	Slutsats	7

1 Bakgrund

I Enköpings kommun, inom fastigheten Romberga 25:5, föreslås att uppföra ett flervåningshus med en lågdelen (cirka fyra våningar) och en högdelen (cirka 20 våningar). Lågdelen ska innehålla flera typer av verksamheter och högdelen ska innehålla verksamheter, bostäder samt restaurang- och eventdel. Fastigheten ligger precis norr om stationsområdet i Enköping och tanken är att utveckla byggnaden till en "ny klimatneutral entré till Enköping" och ska också fungera som ett nytt landmärke inom staden. I Figur 1 syns en ungefärlig markering av fastigheten Romberga 25:5 och även järnvägsstationen kan ses.



Figur 1 Fastigheten Romberga 25:5 syns i mitten av bilden där den svarta fyrkanten är en ungefärlig markering av fastighetsgränsen.

Fastigheten är belägen norr om järnvägsstationen i Enköping. Järnvägen, som passerar i öst-västlig riktning på platsen, är Mälmarbanan. Från fastighetsgräns till närmsta spår är avståndet cirka 31 meter. Det spåret är ett uppställningsspår med enbart växel i ena änden och antagligen mycket begränsad trafikering i låg hastighet. Till närmsta genomgående spår är avståndet cirka 35 meter från fastighetsgräns och till Mälmarbanans närmsta huvudspår är det cirka 45 meter.

1.1 Syfte

Syftet med detta PM är att identifiera vilka förutsättningar som finns med avseende på markvibrationer och stömljud vid byggnation av en större byggnad inom aktuell fastighet samt vad som kan behöva utredas vidare avseende vibrationer vid fortsatt arbete med projektet.

2 Markvibrationer

Markvibrationer är lågfrekventa svängningar i jorden. Dessa vibrationer kan skapa fysiskt kännbara störningar i så väl marken som i omgivande byggnader. Störningarna avser framför allt komfort för människor och kan exempelvis bidra till sömnsvårigheter. Fenomenet kallas för komfortvibrationer. Lågfrekventa vibrationer i marken från tåg uppstår genom att tåget sätter marken under spåret i rörelse. Vibrationerna som skapas under banan sprids via marken och kan ge upphov till skakningar i närliggande byggnader. Storleken av komfortvibrationer som uppstår i en byggnad beror på vilka förutsättningar som råder vid källan, längs med vägen mellan källa och mottagare (byggnad) samt inom byggnaden i sig. Lågfrekventa vibrationer sprids längre i lösa material, så som lera och organiska jordar, än i fasta material, så som morän och berg. Nivån på komfortvibrationer ökar ofta uppåt i byggnaden och är som högst på byggnadens översta plan.

Tåg kan även ge upphov till högfrekventa vibrationer i mark, som kan överföras till byggnader och ge upphov till så kallat stomljud. Stomljud sprids i berg och är därför vanligt förekommande i närheten av tunnlar som ofta går genom berg. Problem med stomljud uppstår framför allt då närliggande byggnader ligger på samma berggrund som den som tunnarna går genom. Högfrekventa vibrationer i marken, från tåg, som resulterar i stomljud uppstår även de genom att tåget sätter marken under spåret i rörelse. Vibrationerna sprids även då via marken till närliggande byggnader och gör där att byggnadsdelar börjar vibrera så att ljud bildas. Storleken av stomljud som uppstår i en byggnad beror även de på vilka förutsättningar som råder vid källan, längs med vägen mellan källa och mottagare (byggnad) samt inom byggnaden i sig. Nivån på stomljuden är oftast högst längst ner i byggnaden och avtar med ökat våningsantal.

Riktvärden avseende komfortvibrationer och stomljud är anpassade efter människors upplevelse. Mått på komfortvibrationer anges som vägd maximal vibrationsnivå, RMS, vilket är den högsta vibrationsnivån i samband med en enskild vibrationshändelse under en viss tidsperiod. Mått på stomljud anges i dBA.

Vibrationer från järnvägstrafik orsakar i normala fall inte skada på byggnader.

3 Bedömningsgrunder

I infrastrukturpropositionen¹ redovisades nationella riktvärden gällande buller. Propositionen saknas dock riktvärden för komfortvibrationer och stomljud.

I Trafikverkets styrande dokument TDOK 2014:1021² redovisas riktvärden som gäller vid bedömning från Trafikverkets synvinkel av de bostadsbyggnader där boende påverkas av komfortvibrationer och stomljud till följd av en järnväg som drivs i Trafikverkets regi. Mätning och bedömning av komfortvibrationer görs enligt Svensk Standard SS 4604861:2022 - *Vibration och stöt – Mätning och vägledning för bedömning av komfort i byggnader*

I Svensk Standard SS 4604861:2022 - *Vibration och stöt – Mätning och vägledning för bedömning av komfort i byggnader* finns de evidensbaserade riktvärden som anges i Tabell 1. *Vägledning för bedömning av komfort i byggnader avseende vibrationer*, som finns som bilaga i SS 4604861:2022,

¹ Sveriges Riksdag (1996) Regeringens proposition 1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter. Stockholm.

² Blidberg, K. (2024) Riktlinje Buller och vibrationer vid planering av bebyggelse. TDOK 2014:1021 version 4.0. Trafikverket: Borlänge.

är avsedd för icke tillfälliga störningar i bostäder. Vetenskapligt underlag saknas för störning i andra typer av lokaler än bostäder.

Tabell 1 Riktvärden angivna i SS 460 48 61:2022 för olika nivåer av komfortvibrationer och vad dessa generellt har för effekt på människor

Effekt	Komfortvägd vibrationsnivå mm/s vägd RMS 1–80 Hz
Ungefärlig känseltröskel ³	0,2
Vibrationsnivå från tågtrafik där mätbar påverkan på sömn startar	0,4
Ungefär 1 av 3 personer är störda av vibrationer från tågtrafik	0,7

I TDOK 2014:1021 framgår att en maximal vibrationsnivå på 0,4 mm/s vägd RMS inte ska överskridas inomhus i bostäder och vårdlokaler fler än fem gånger per natt (klockan 22–06). Riktvärdet 0,4 mm/s syftar till att minimera negativa effekter på människors hälsa till följd av vibrationer. Vid vibrationsnivåer över 0,4 mm/s vägd RMS riskerar boende normalt sett inte en direkt försämrad hälsa, utan snarare störning av komfort och att på sömnen påverkas negativt, vilket i längden kan få hälsopåverkande effekter.

Vid nybyggnation av bostäder bör de utformas så att vibrationsnivån ej överstiger 0,4 mm/s vägd RMS enligt TDOK 2014:1021.

4 Förutsättningar vid projektet

4.1 Geologiska förutsättningar runt om och inom planområdet

Enligt Sveriges geologiska undersökningars (SGU) jordartskarta⁴ består marken under både järnväg mitt för fastigheten, och inom fastigheten, av fyllningsmaterial ovanpå postglacial sand. Strax öster om fastigheten består marken, både bredvid fastigheten och under järnväg, av ett övre lager med fyllning ovanpå gyttjelera (eller lergyttja). Enligt jorddjupskartan är jorddjupet i den västra delen av fastigheten 5–10 meter och i den östra delen 10–20 meter. Nordöst om fastigheten finns ett litet område med berg i dagen.

4.2 Tidigare mätningar i området

Enligt Trafikverket har närmsta utförda vibrationsmätning, som finns sparad i deras databas Projektnavet, genomförts inom fastigheten Romberga 2:33, som ligger 1,4 km från fastigheten Romberga 25:5. Den mätningen kan med stor sannolikhet inte ge någon antydning om vibrationsförhållanden för marken inom utredd fastighet.

³ ISO (1997) *Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration*. SS-ISO 2631-1.

⁴ Sveriges geologiska undersökning, Jordarter 1:25000 - 1:100000. [<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=-903228.986205973,6082743.395596791,2082976.986205973,7687146.604403209>].

5 Resultat och utlåtande

Inom fastigheten består marken framför allt av sand, som i vissa fall kan vara vibrationskänsligt och i andra fall kan vara något mindre vibrationskänsligt sett till markvibrationer. Intill fastigheten finns ett större område av framför allt gytjelera som är en lertyp med innehåll av organiskt material. Det brukar vara en jordart som är mycket vibrationskänslig sett till markvibrationer. Enligt SGU finns gyttreleran inte inom fastigheten, men precis intill. SGUs kartmaterial är inte alltid så precist att det inte kan uteslutas att gytjelera även kan finnas inom marklagren inom Romberga 25:5, vilket i så fall kan innebära att lösa och vibrationskänsliga material kan finnas som kan påverka en framtida byggnad på ett negativt sätt avseende komfortvibrationer.

Markvibrationer som fenomen påverkar framför allt på två sätt. I byggnader som är byggda med vekt bjälklag, exempelvis ett småhus med träregelstomme, är vanligtvis vertikala vibrationer de dimensionerande och vibrationerna som kommer i marken kan göra att huset "hoppa". Byggs byggnaden med tyngre stomme, och med korta spännvidder, blir vanligtvis problemen mindre men kan vid dåliga markförhållanden ändå vara störande för de som bor där och påverka deras hälsa negativt.

Komfortvibrationer kan också uppstå som förstärks uppåt i byggnaden på så sätt att byggnaden svajar i sidled. Horisontella vibrationer är då de som blir dimensionerande. Detta fenomen blir värre i högre byggnader för att det finns fler våningar som kan svaja. Det blir också värre av veka bjälklagstyper, som träkonstruktioner, jämfört med styva bjälklag (betong eller stålkonstruktion). Det finns också tendenser för höga byggnader att svajandet framför allt drabbar mittenvåningarna (runt våning 6-8), typ som att byggnaden "rockar rockring" och svajar mest på mitten. Vid föreslagen byggnad inom projekt Myran/Entréhuset skulle detta problem med stor sannolikhet kunna uppstå om marken visar sig vara vibrationskänslig.

Avseende stomljud så uppstår det vanligtvis om byggnad och järnväg är anlagd på berg och fenomenet brukar framför allt bli dimensionerande om järnvägen går i tunnel. Vid Romberga 25:5 är varken byggnad eller järnväg anlagd på berg, utan på lösare jordar, där de frekvenser som orsakar stomljud inte fortplanter sig i lika stor utsträckning. Risken är därför väldigt liten att vibrationer från järnvägen ska orsaka problem med stomljud inom föreslagen byggnad.

5.1 Åtgärder för komfortvibrationer

För en byggnad kan grundläggningsmetod hjälpa mot att markvibrationer ska orsaka problem i en byggnad. Pålning till fast mark/berg kan göra att vibrationerna inte påverkar lika mycket. Att enbart bygga med källare eller att försöka bygga barriärer med KC-pelare eller spont mellan järnväg och byggnad är metoder som ibland föreslås, men som visat sig ha dålig eller ingen inverkan på uppkomna vibrationsnivåer i den uppkomna byggnaden. Dessa metoder är dessutom kostsamma sett till hur mycket verkan de har och bör därför undvikas.

Normalt är problem med komfortvibrationer svåra att åtgärda när en byggnad eller järnväg väl uppförts. Det vanliga är att byggnader med problem får rivas alternativt att störningen får accepteras. Därför är det viktigt att problem med komfortvibrationer utreds innan byggnader uppförs. Undantag för när åtgärder kan ge en förbättring avseende komfortvibrationer är om det finns en uppenbar skada på järnväg, järnvägsväxel eller vägen. Skadorna kan vara orsakade av sättningar som ger gupp i infrastrukturen eller att rälen är ojämn. Om skador orsakats av sättningar kan marken i vissa fall förstärkas eller järnvägsrälsen riktas om.

Exempel på där vibrationsproblem har visat sig uppstå i en nybyggd hög byggnad är att exempelvis de våningsplan som är värst drabbade används till aktiviteter där komfortvibrationer inte påverkar så mycket, som att förlägga gym där, snarare än verksamhet som inkluderar sömn eller att fokuserat titta på en skärm.

Vidare finns egentligen enbart satta riktlinjer nationellt avseende komfortvibrationer för bostäder. Vissa tillstånd och lokala riktlinjer i kommuner kan finnas för andra typer av verksamheter. Generellt, för att personer ska uppleva en miljö som trevlig att vara i, är det dock bra att försöka undvika höga komfortvibrationer även i exempelvis kontorsmiljöer och skolor där människor upplever det störande när skärmar och liknande skakar så fort ett tåg passerar. Vidare upplever personer samma störning av komfortvibrationer om de sover på ett hotell som i en bostad även om hälsopåverkan blir inte mätbar om exponeringen inte sker under lång tid även om personen upplever sig störd av vibrationerna.

5.2 Mätning av markvibrationer

Vid byggnation inom fastigheten Romberga 25:5 bör markvibrationer utredas på flera ställen längs den yta där närmsta byggnadsdel ska förläggas. Förslagsvis bör mätning göras på minst tre positioner vid byggnadsgräns och då i mark, under fyllnadslagret, och i tre riktningar. Mätning bör också ske vertikalt ännu närmre spår för att kunna verifiera mätningarna mot tågpassager. Utifrån uppmätta vibrationsnivåer i mark kan bedömningar göras om hur mycket vibrationer som kan uppstå i en framtida byggnad.

Förslag på mätpunkter kan ses i Figur 2.



Figur 2 Fastigheten Romberga 25:5 och de punkter som föreslås för vibrationmätning vid en framtida byggnation inom fastigheten. Röd punkt visar föreslagen mätpunkt för triaxiell mätning och blå punkt betyder mätning i vertikal riktning.

6 Slutsats

Vibrationsmätning rekommenderas starkt att genomföras för fortsatt projektering. Mätning ska då göras i mark.

Vid val av konstruktion för byggnaden behöver resultat från vibrationsmätning beaktas så att vibrationer inte förstärks uppåt i byggnaden. Träkonstruktion ger högre risk för störande komfortvibrationer än styvare konstruktionslösningar som betong och stål. Oavsett användning av byggnaden är störande komfortvibrationer viktigt att undvika i möjligaste mån.

Grundläggningsmetod behöver väljas med omsorg. Pålning ner till berg är att föredra för att minska risken för problem med störande komfortvibrationer. Att enbart bygga med källare eller att förstärka marken på annat sätt kommer vara svårt att genomföra för att få tillräcklig dämpning av markvibrationer.

För att säkerställa att riktvärden avseende komfortvibrationer inte överskrids bör vikt läggas vid val av användning av ytor inom den byggnad som uppförs inom Romberga 25:5. Om bostäder planeras i denna byggnad bör placering av dessa ses över och anpassas för att fungera i en framtida byggnad. Att placera bostäder på gynnsamma ställen sett till komfortvibrationer behöver göras i kombination med val av stomsystem och grundläggning. Detta då enbart bostäder har riktvärden för komfortvibrationer. Även för andra typer av verksamheter/annan användning är en låg vibrationsnivå att föredra för att människor ska trivas att vistas i en byggnad.