

NOTAT

OPPDRAAG	Støyvurdering Markus Thranes vei 2	DOKUMENTKODE	129998-RIA-NOT-002
EMNE	Vibrasjonsmålinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Marcus Thranes vei 2 Eiendom AS	OPPDRAAGSLEDER	Vemund S. Thorød
KONTAKTPERSON	ARCASA arkitekter AS v/Eivind Bing	SAKSBEHANDLER	Clas Ola Høsøien
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10106020 Akustikk

SAMMENDRAG

Det er gjennomført måling av vibrasjoner fra tog ved eksisterende bygg i Marcus Thranes vei 2 og 6 i Lørenskog kommune. Hensikten har vært å kartlegge om det er nødvendig med spesielle tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd i nye bygg som skal oppføres på samme adresse.

Analyse av måleresultater tilsier at vibrasjonshastighet i nye bygg skal være håndterlig, og at det må tas hensyn til strukturlyddemping ved prosjektering av fundamentering, gulv på grunn/bunnplate, ytter-/kjellervegger og bæresystem.

1 Om oppdraget

Multiconsult Norge AS er engasjert av Marcus Thranes vei 2 Eiendom AS for å gjennomføre målinger av vibrasjoner fra jernbanetrafikk på tomt hvor det blant annet skal oppføres boliger. Adresse er Marcus Thranes vei 2 og 6 i Lørenskog kommune. Hensikten med målingene er å avgjøre om det er nødvendig med spesielle tiltak for å unngå at vibrasjoner og strukturlyd overskrider respektive grenseverdier i nye bygg på tomte.

To målekjeder med geofoner ble montert onsdag 9. mai 2018 og demontert fredag 18. mai 2018 av siv.ing. Clas Ola Høsøien.

2 Grenseverdier

2.1 Vibrasjoner

Krav om beskyttelse mot vibrasjoner i bygninger er gitt i TEK17 [1] § 13-6, 3. ledd:

"Vibrasjonsforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsarealer avsatt for rekreasjon og lek."

I veiledning til TEK17 § 13-6, 3. ledd, er det angitt at:

"Erfaringer viser at vibrasjonsforhold i boliger ligger på tilfredsstillende nivå, dersom en legger til grunn de anbefalte grenseverdiene i vibrasjonsklasse C i NS 8176:2005."

Aktuell veiledende grenseverdi i tillegg B i NS 8176:2005 [2] er gjengitt i tabell 1 nedenfor.

00	04.06.2018	Resultater fra vibrasjonsmålinger	Clas Ola Høsøien	Peter Klaveness	Vemund S. Thorød
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

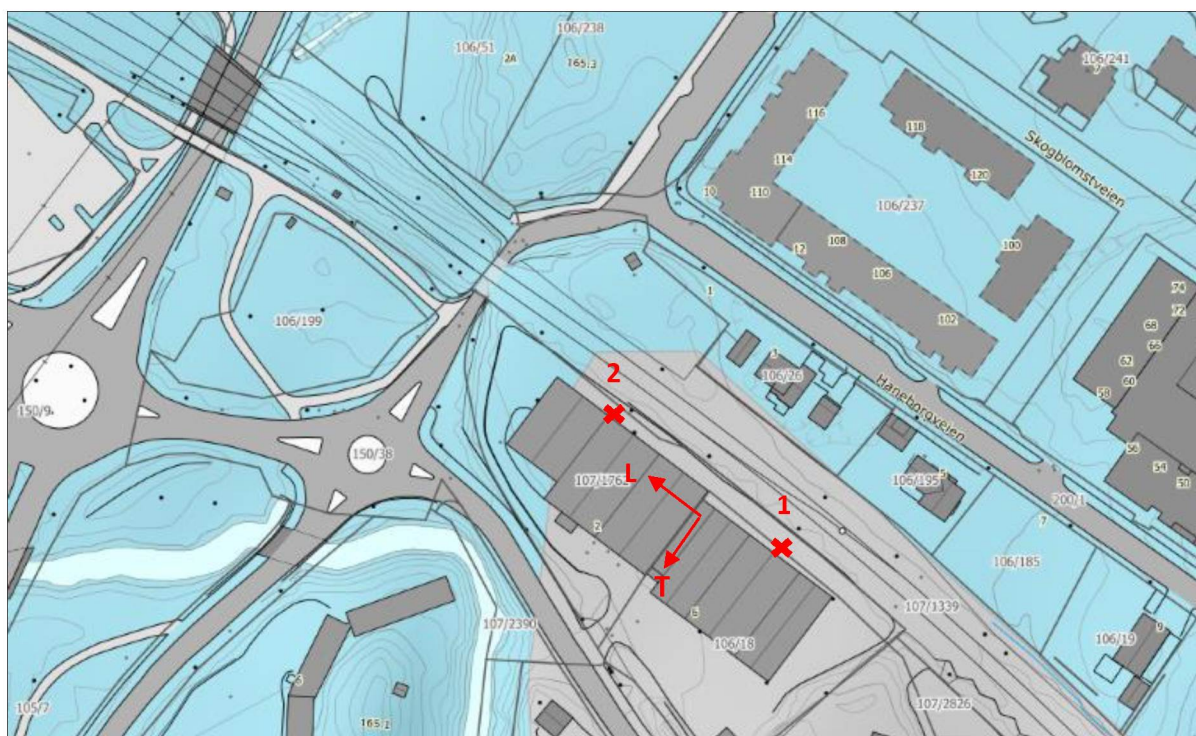
Tabell 1: Anbefalt grenseverdi for boliger etter NS 8176:2005, tillegg B.

Type vibrasjonsverdi	Klasse C
Statistisk maksimalverdi for veid hastighet, $v_{w,95}$ [mm/s]	$\leq 0,3$ mm/s

3 Instrumentering og målested

Målingene er gjennomført med to målekjeder rett utenfor eksisterende bygninger som skal rives. Både eksisterende og planlagte bygninger ligger parallelt med spor for Hovedbanen mellom Oslo S og Lillestrøm. Denne trafikkeres av person- og godstog.

Figur 1 nedenfor viser plassering av målekjede 1 og 2 i forhold til jernbanespor og eksisterende bygninger. Avstand til senterlinje nærmeste spor er ca. 12,6 m for målekjede 1 og ca. 10,6 m for målekjede 2. Målekjede 1 ligger mellom to sporvekslere.



Figur 1: Utsnitt fra området som viser plassering av eksisterende bygg, jernbanespor og plassering av geofoner (markert med røde kryss). Blå flater indikerer løsmasse av type hav- og fjordavsetning med mektighet større enn 0,5 m, mens lys grå flater indikerer fyllmasser av ulik art. Utsnittet er hentet fra NGUs løsmassekart (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>).

Hver målekjede bestod av en vertikalgeofon (Sigicom INFRA V10) plassert nær togsporet, og en vertikalgeofon (Sigicom INFRA V10) som målte komfortverdier etter NS 8176. Geofonen nær togsporet leverte et triggersignal til den egentlige målegeofonen. I tillegg ble det brukt en triaksial geofon ((Sigicom INFRA V12) som målte vibrasjoner vertikalt, transversalt og longitudinalt (henholdsvis "T" og "L" i figur 1) i forhold til jernbanesporene. Geofonene for triggering var utstyrt med jordspyd som ble trykket ned i bakken, mens geofonene for komfortverdier og triaksiale verdier var montert på metallplate som ble plassert direkte på bakken og belastet med 25 kg sandsekker. Oppsett for målekjede 2 er vist i figur 2 og figur 3.

Signaler fra geofonene ble logget med Sigicom INFRA mini.

Vibrasjonsmålinger



Figur 2: Målekjede 2. Geofoner for komfortverdier og triaksiale målinger nærmest kamera, trigger nærmest spor.



Figur 3: Målekjede 2. Geofoner for komfortverdier og triaksiale målinger belastet med sandsekk.

Vibrasjonsmålinger

Det er registrert togpasseringer i tidsrommet onsdag 9. mai kl. 14:40 til fredag 18. mai kl. 14:40. Til analysene er det brukt passeringer i tidsrommet fredag 11. mai kl. 09:04 til fredag 18. mai kl. 14:40.

Skiltet hastighet inn mot Lørenskog stasjon (retning Oslo) er 80 km/t, og skiltet hastighet ut fra Lørenskog stasjon (retning Lillestrøm) er 100 km/t. Fredag 18. mai var registrerte vibrasjonsnivåer generelt vesentlig lavere enn i resten av perioden. Manuell måling 18. mai ga toghastigheter rundt 40 km/t. Det antas derfor at tidligere passeringer har vært i nærheten av skiltet hastighet.

4 Grunnforhold og nye bygninger

Det foreligger foreløpig ikke detaljert informasjon om grunnforholdene ettersom det ikke er gjennomført grunnundersøkelser. På område vest for eksisterende bygg er det et tynt løsmasselag på fjell (dette området er allerede sprengt ut), og øst for eksisterende bygg er det delvis fjell i dagen. Resultater fra målekjede 2 tyder på at det også er kort avstand ned til fjell mellom disse områdene med synlig fjell.

Planlagte bygninger består av næringsareal i nederste etasjer mot vest, og parkeringskjeller under bolig for resten av bebygd areal. Korteste avstand mellom togspor og kjeller-/yttervegg for næringsbygg og parkeringskjeller vil være ca. 15 m, og ca. 20 m for boligbygg. Fundamentering og bygningskonstruksjoner er foreløpig ikke besluttet.

5 Måleresultater

Togpasseringer som er brukt i beregning av vibrasjonshastighet er basert på kurveopptak over en viss toppverdi av vibrasjonshastighet (0,60 mm/s for målekjede 1, og 0,75 mm/s for målekjede 2).

Det er stor forskjell på målte vibrasjoner i målekjede 1 og målekjede 2. Dette skyldes sannsynligvis at steinfyllingen ved målekjede 1 fungerer som et filter som reduserer amplitudeverdiene og endrer dominerende frekvens. Dette ses tydelig ved å sammenligne måleresultatene i Figur 5 og Figur 6 nedenfor. I målekjede 2 (Figur 5) er det rimelig sammenfall mellom geofon nærmest sporet (trigger) og geofon i selve målepunktet med hensyn på frekvensområde. På grunn av generelt lavere toppverdier, og vesentlig mer spredte og generelt høyere dominerende frekvenser i målekjede 1, er det i vurderingene videre brukt data kun fra målekjede 2. Disse anses som mer representative for en fremtidig konstruksjon direkte på grunn.

Planlagte passeringstidspunkter for godstog overensstemmer med observerte hendelser. Dette tyder på at utvalget i all hovedsak består av godstogpasseringer.

Tabell 2: Resultater fra analyse av togpasseringer relatert til størrelser i NS 8176.

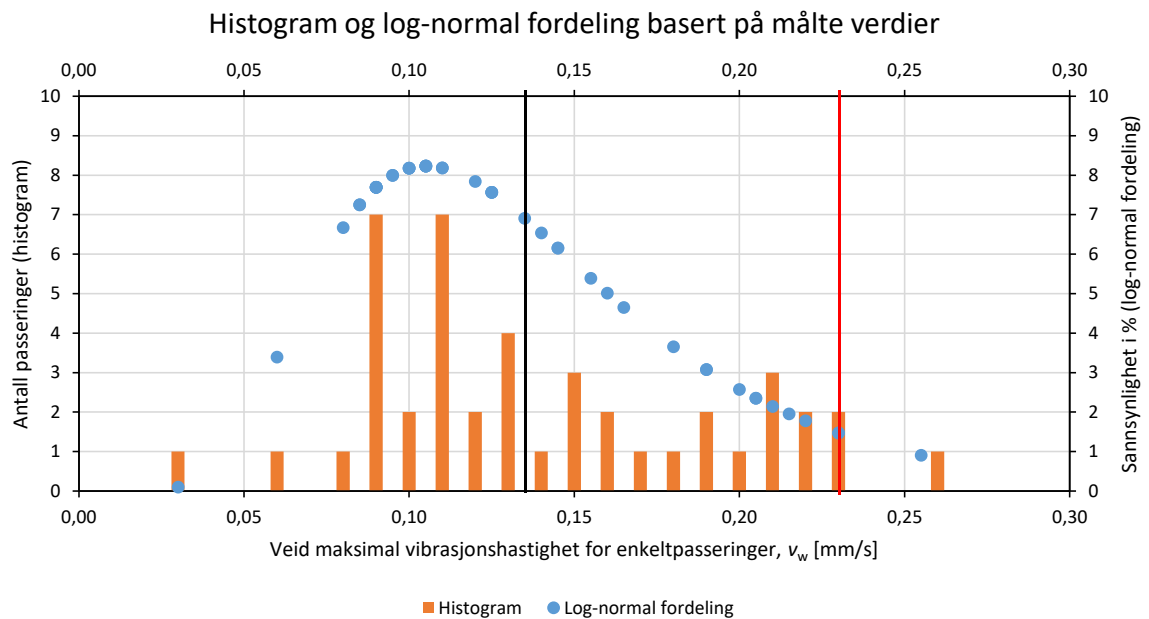
Utvalg (antall passeringer)	Statistisk maksimalverdi, $v_{w,95}$	Middelverdi, $v_{w,max}$	Standardavvik, σ	Variasjonskoeffisient, c_v	Høyeste målte verdi, $v_{w,max}$
Kjede 2 (44)	0,23 mm/s	0,14 mm/s	0,05	0,39	0,26 mm/s

Bakgrunnsvibrasjoner i området ligger rundt 0,0-0,005 mm/s. Laveste målte verdi som inngår i utvalget er 0,03 mm/s. Signal-/støyforholdet er dermed større enn en faktor på 3.

Formel for beregning av statistisk maksimalverdi er basert på en log-normal fordeling av måledata, og er gyldig når variasjonskoeffisienten er mindre enn 1,0. Som vist i tabell 2 er variasjonskoeffisienten 0,39, og formelgrunnlaget dermed gyldig.

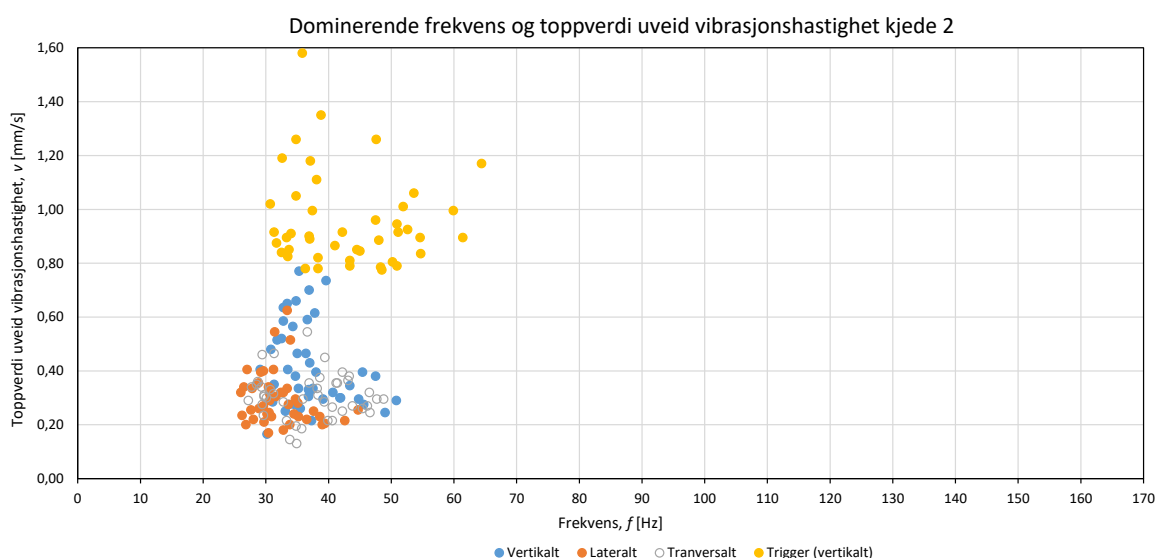
Figur 4 nedenfor viser antall passeringer med ulike veide vibrasjonshastigheter (som histogram) og beregnet log-normal fordeling basert på måledataene for målekjede 2. Histogrammet viser at måledataene har en tilnærmet log-normal fordeling.

Vibrasjonsmålinger



Figur 4: Antall passeringer med ulike vibrasjonshastigheter og beregnet log-normal fordeling basert på måledataene for utvalget i kjede 2. I tillegg er beregnet middelværdi og statistisk maksimalverdi markert med henholdsvis svart og rød strek.

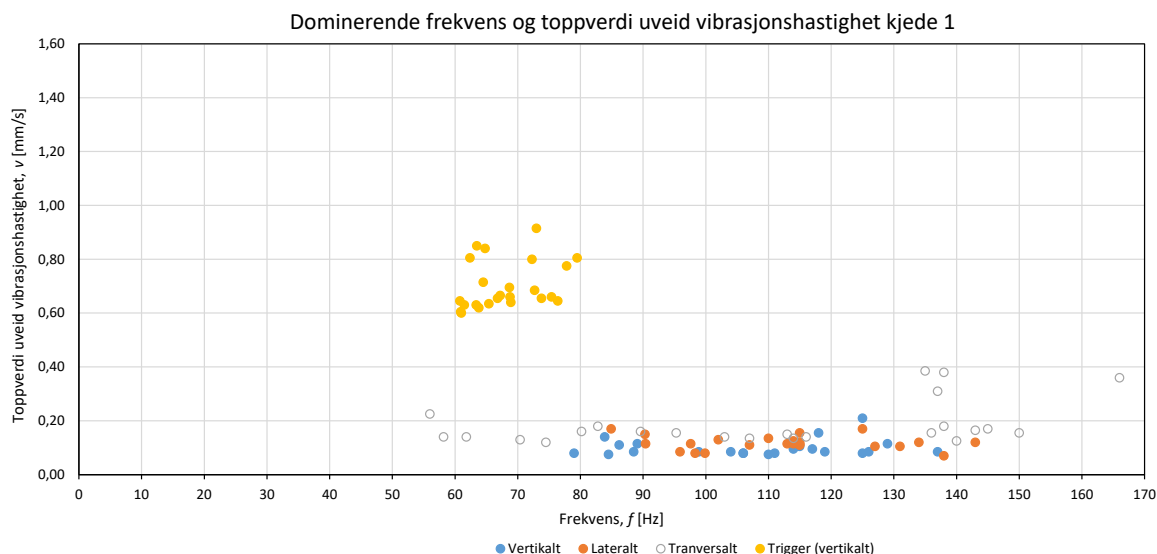
Figur 5 nedenfor viser dominerende frekvens i vertikal, lateral og transversal retning i forhold til jernbanesporene. Som vist i figuren gir togpasseringene generelt høyest utslag vertikalt.



Figur 5: Dominerende frekvens og målt toppverdi av uveid vibrasjonshastighet i tre retninger relativt til spor, målekjede 2.

Dominerende frekvens ligger i området 25-50 Hz for alle tre retninger. Dette tyder på at grunnen er rimelig fast, og at strukturlyddemping må ivaretas gjennom fundamentering og (fra)kobling mellom kjellervegg og terreng, samt å unngå forsterking på grunn av bygningsresonanser. For sammenligningens skyld er tilsvarende data for målekjede 1 vist i figur 6.

Vibrasjonsmålinger



Figur 6: Dominerende frekvens og målt toppverdi av uveid vibrasjonshastighet i tre retninger relativt til spor, målekjede 1.

6 Vurderinger

Det er registrert vibrasjonshastighet direkte på grunn noe nærmere spor enn nærmeste ytter-/kjellervegg for planlagte bygg. Koblingstap mellom grunn og bygning kan være betydelig for tunge bygninger [3], særlig for frekvenser over 1/3-oktavgbåndet $f = 20$ Hz [4].

Dette betyr at vibrasjoner sannsynligvis vil bli dempet til under grenseverdi i nytt bygg uten tiltak rettet kun mot vibrasjonsdemping. På grunn av at registrerte vibrasjoner er i hørbart område må følgende vurderes mer i detalj for å unngå overføring og forsterkning av strukturlyd fra grunn til boligrom i bygning:

- fundamentering av byggene
- tilbakefylling av masser mot kjeller-/yttervegg
- egenfrekvenser for bæresystemet (ligger gjerne i området 20-30 Hz for bygninger med f.eks. hulldekker, det vil si i samme område som registrerte vibrasjoner). Dette tilsier at vibrasjonene i byggenes grunnstruktur bør reduseres mer enn hvis vibrasjonene fra tog hadde vært fremherskende i et annet frekvensområde.

7 Referanser

- [1] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «FOR-2017-06-19-840 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17), sist endret FOR-2017-07-07-1164», Oslo, jul. 2017.
- [2] Standard Norge, «NS 8176:2005 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker», 2005.
- [3] C. E. Hanson, D. A. Towers, og L. D. Meister, «Transit noise and vibration assessment», U.S. Department of Transportation - Federal Transit Administration, Final report FTA-VA-90-1003-06, Mai 2006.
- [4] Banedanmark, «New vibration model», Technical report, jan. 2015.