

Teknisk notat



Til: Norconsult AS
v/: Rune Harbak
Kopi:
Fra: NGI
Dato: 16. juni 2009
Dokumentnr.: 20091613-00-2-TN
Prosjekt: 20091613-00 - Beregning og vurdering av strukturstøy fra
Jernbanetunnel Holm - Holmestrand.
Utarbeidet av: Karin Rothschild

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ulevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Homestrand stasjon

Innhold

1	Innledning	2
2	Grenseverdier	2
3	Beregningsforutsetninger	2
3.1	Dimensjonerende hastigheter	2
3.2	Grunnforhold og fundamentering av boliger	3
4	Beregnete strukturstøynivåer og vibrasjonsverdier fra tunnelen uten spesielle tiltak	4
4.1	Vibrasjoner	4
4.2	Strukturstøy	4
4.2.1	Beskrivelse av beregningsmetode for strukturstøy	4
4.2.2	Usikkerheter i beregningene og bruk av sikkerhetsmarginer	4
5	Beregnet strukturstøynivå	5
6	Anbefalt tiltak	5
6.1	Beregnete strukturstøynivåer med anbefalt tiltak	7
7	Referanser	7

1 Innledning

Norconsult er engasjert av Jernbaneverket med prosjektering av ny jernbanetunnel på strekningen Holm - Holmestrand. I forbindelse med dette har Norconsult bedt NGI om å utføre en vurdering av vibrasjoner og strukturlyd til boliger over tunnelen. Dette notat inneholder en vurdering av området rundt Holmestrand stasjon fra km 84,850-85,600.

2 Grenseverdier

Retningslinjene for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442 omhandler ikke strukturstøy. Anbefalt grenseverdi for strukturstøy må derfor forankres i de dokumentene som angir premissene for planarbeidet.

I reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for Vestfoldbanen parsell 5 Nytt dobbeltspor Holm - Holmestrand – Nykirke, ref [1], står det følgende under avsnitt Støy, vibrasjoner og strukturlyd:

2.8 Strukturlyd fra jernbane i tunnel og kulvert skal ikke overskride $L_{5AF} = 32dB$. Vibrasjoner fra jernbanedriften skal ikke overstige $v_{w95} = 0,3/0,6$ mm/s i boliger, i samsvar med klasse C-kravene til veid statistisk maksimalverdi for vibrasjonshastighet i NS8176.

Dette er lagt til grunn for vurderingene som er utført i dette notat.

3 Beregningsforutsetninger

3.1 Dimensjonerende hastigheter

Holmestrand stasjon vil få fire spor, to gjennomgående spor i midten der maksimal hastighet er 250 km/t, samt et spor på hver side for stoppende tog. Dimensjonerende hastighet på sporene som går til plattform blir 100 km/h ut fra sporgeometriske hensyn. Andre jernbanetekniske hensyn kan imidlertid begrense hastigheten, utformingen av plattformsporene må optimaliseres i senere planfaser.

For godstog som også bruker gjennomgående spor i midten har vi brukt 80 km/t

En dobling av hastigheten vil beregningsmessig kunne gi ca 4 dB økning av strukturstøynivået. Målinger viser imidlertid at strukturstøynivået ikke nødvendigvis øker med hastigheten. På grunn av høyere aksellaster og generelt dårligere vedlikehold av hjul tilsier erfaringen at godstogene oftest gir de høyeste strukturstøynivåene på trass av lavere hastighet. Det er i beregningene derfor forutsatt at godstogtrafikk i 80 km/time vil være dimensjonerende for tiltak.

3.2 Grunnforhold og fundamentering av boliger

Holmestrand stasjon er planlagt som en fjellhall. I henhold til ref [2] vil tunnelen i området km 84,8500 - 85,600 gå i basalt som er forholdsvis mye oppsprukket. Hva vi kjenner til finnes det lite erfaringer med strukturstøy fra tunneler i basalt. Beregningsmetoden for strukturstøy som ble brukt på det nye dobbeltsporet Skøyen-Asker er basert på målinger utført i Osloområdet hvor berggrunnen i hovedsak består av sedimentære kalk- og leirskifere som er forholdsvis tett oppsprukket. Vi har valgt å bruke metoden uten endringer på trass av forskjell i fjelltype, men har lagt på noe høyere sikkerhetsmarginer i beregningene. For å få en bedre sikkerhet i beregningene og reduksjon av sikkerhetsmarginene hadde det vært ønskelig å få kalibrert metoden for forholdene i Holmestrand gjennom målinger av strukturstøy fra eksisterende tunnelstrekning i Holmestrand sentrum.

Boliger som er fundamentert på løsmasser vil få lavere strukturstøynivåer enn boliger fundamentert rett på fjell. I henhold til løsmassekart utarbeidet av NGU, Figur 3.1, er det bart fjell med stedvis tynt løsmassedecke i det aktuelle området over stasjonen. Vi har derfor forutsatt at de fleste berørte boliger over tunnelen ligger på fjell.



Figur 3.1. Løsmassekart fra NGU

4 Beregnede strukturstøynivåer og vibrasjonsverdier fra tunnelen uten spesielle tiltak

4.1 Vibrasjoner

Når bygningene eller banen står på fjell er vibrasjonsnivåene meget lave. Det er kun i ekstreme tilfeller med korte avstander og stivt spor at det kan bli følbare vibrasjoner i boliger inntil dagstrekninger. Man kan derfor med stor grad av sikkerhet fastslå at det ikke vil bli følbare vibrasjoner i boliger over tunnelen. Det vil dermed være meget god margin til grenseverdien for vibrasjoner.

4.2 Strukturstøy

4.2.1 *Beskrivelse av beregningsmetode for strukturstøy*

Det eksisterer ingen offisiell beregningsmetode for strukturstøy. I forbindelse med prosjekteringen av nytt dobbeltspor Skøyen-Asker ble det imidlertid utviklet en empirisk metode av Brekke & Strand akustikk AS, ref [3]. Metoden er basert på målinger av strukturstøy fra eksisterende tunneler i Osloområdet. I metoden beregnes strukturstøynivået fra en tunnel av eldre type uten strukturstøyreduserende tiltak (tilsvarende målegrunnlaget). Det korrigeres for effekt av strukturstøyreduserende tiltak og for at man generelt får lavere strukturstøynivåer fra nyere tunneler. Dette skyldes at man i nye tunneler bruker mer ballast og fyllmasser og at standard mellomleggsplater mellom skinner og sviller er mykere enn i eldre tunneler. Korreksjonsfaktorene er basert på teoretiske beregninger og fullskala forsøk med ulike sporoppbygginger utført på strekningen Sandvika-Asker [5].

4.2.2 *Usikkerheter i beregningene og bruk av sikkerhetsmarginer*

Beregningsmetoden er basert på måleverdier fra eksisterende tunneler i Osloområdet. På grunnlag av målt strukturstøynivå i boliger i ulike avstander fra tunneler tilpasses en kurve som best beskriver måleverdiene som funksjon av avstanden fra tunnelen. Ved prosjektering må man imidlertid ta hensyn til de mest utsatte boligene. For Holm-Holmestrand tunnelen foreligger det dessuten usikkerhet om hvordan grunnforholdene påvirker strukturstøyutbredningen i forhold til tunneler i Osloområdet som er grunnlag for metoden. Vi har derfor brukt kurven pluss et påslag som tilsvarer ett standardavvik, noe som gir 84 % konfidensnivå (forutsetter normalfordelt data målt i dB). Dette innebærer at de fleste boligene vil få et beregnet nivå som er høyere enn målt nivå, men at noen vil få et beregnet nivå som er lavere enn målt nivå. For noen av de sistnevnte boligene kan det være en viss sannsynlighet for at grenseverdien overskrides. Sikkerhetsmarginens størrelse er en avveining mellom kostnad og nytte.

For strukturstøy fra tunnel og kulvert gjelder kravet $L_{A\text{maks}} = 32$ dB for alle etasjer med oppholdsrom. Ettersom mange boliger har sokkeletasje med beboelsesrom eller innredet kjelleretasje er alle beregningene utført for laveste etasje. Ettersom det ikke er kjent om husene har kjeller er det regnet med at laveste etasje er kjeller. For boliger som ikke har kjeller/sokkeletasje eller kjeller/sokkeletasje uten beboelsesrom vil dette innebære en ekstra sikkerhetsmargin.

5 Beregnet strukturstøynivå

Beregninger av strukturstøy viser at uten strukturstøydempende tiltak vil grenseverdien for strukturstøy fra tunnel/kulvert, $L_{A\text{maks}} = 32$ dB, bli overskredet i deler av området over stasjonen.

6 Anbefalt tiltak

Ballastmatter er Jernbaneverkets foretrukne tiltak mot strukturstøy i tunneler. I henhold til gjeldende regelverk, ref [6], er kravet til statisk stivhet $C_{\text{stat}} \geq 0.06$ N/mm³ ved hastigheter over 120 km/time og akselaster større enn > 160 kN. Dette er forholdsvis stive matter med forventet lav strukturstøydemping. For dobbeltsporet Skøyen – Asker ble det gitt dispensasjon av Jernbaneverkets Hovedkontoret for å benytte mykere matter, se Tabell 6.1.

Tabell 6.1. Ballastmatter brukt på dobbeltsporet Skøyen-Asker, ref. [4]

	Ballastmatte	Dynamisk stivhet $C_{3\text{Hz}}$, N/mm ³	Akustisk stivhet C_{akus} , N/mm ³	Tykkelse mm	Estimert støydemping i fjelltunnel dB	Pris, kr/m ² (NB! tall fra 2006)
Klasse 1	Rockballast 7015	0.010	0.024	85	11	315
	Sylodyn BN140	0.014	0.025	40	12	995
Klasse 2	Rockballast 3515	0.018	0.043	50	8	285
	Sylodyn CN225	0.021	0.035	25	10	550

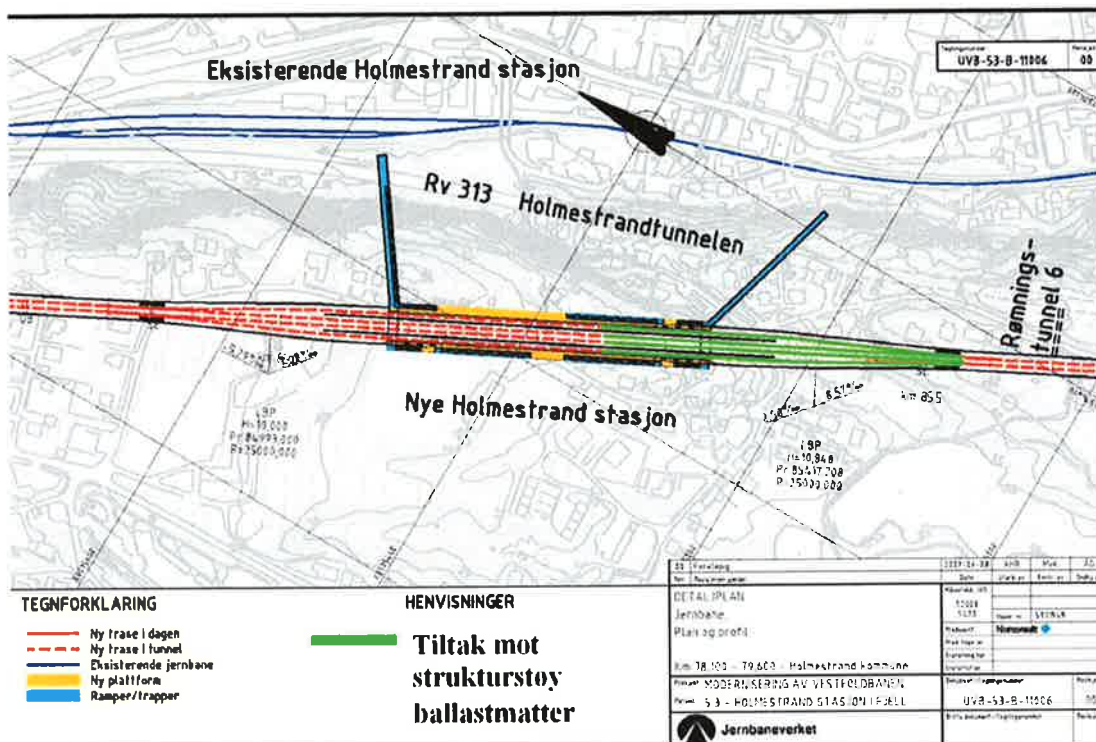
Jernbaneverkets Hovedkontor v/ Hallstein Gåsemyr har i email til NGI datert 9. desember 2008 gitt aksept for å bruke samme type myke ballastmatter for Gevingåsen som på dobbeltsporet Skøyen-Asker uten egen dispensasjonssøknad. Vi forutsetter at en slik tillatelse også vil kunne innhentes for Holm-Holmestrand. Forutsetningen er at det benyttes 550 mm ballast mellom overkant ballastmatte og underkant sville for matter i klasse 1 og 350 mm ballast for matter i klasse 2. Det må også utføres ettermålinger av skinnestigens nedbøying og frekvensmålinger av medsvingende spormasse.

Strekninger der det anbefales å legge ballastmatter er vist i tabell 2 sammen med matteklasse, se Tabell 6.1. Strekninger der det anbefales tiltak mot strukturstøy vises også i Figur 6.1.

Det anbefales også at det innhentes pris for Damtec ballastmatte (3 lag Kraiburg USM 15 mm) da denne kan være et kostnadsmessig konkurransekraftig alternativ til Rockdelta. Før Damtec matten eventuelt brukes må den imidlertid godkjennes av Jernbaneverkets Hovedkontor og det må innhentes dokumentasjon på dynamisk stivhet (målt i henhold til ISO 10846-2) for frekvenser opp til 160 Hz.

Tabell 6.2. Strekning der ballastmatter anbefales

Spor		Lengde spor (m)	Behov for støyreduksjon (dB)	Klasse ballastmatte, ref Tabell 6.1
fra km	til km			
84850	85250	Ingen tiltak		
85250	85520	270	1-6 dB	Klasse 2
85520	85600	Ingen tiltak		



Figur 6.1. Strekninger der det anbefales tiltak mot strukturstøy

6.1 Beregnede strukturstøynivåer med anbefalt tiltak

Med anbefalte strukturstøydempende tiltak vil grenseverdien for strukturstøy fra tunnel/kulvert, $L_{A\text{maks}} = 32$ dB beregningsmessig være tilfredsstillende i alle boliger over stasjonen. Tiltak dimensjoneres for de mest utsatte boligene på hver strekning. For de fleste boligene vil det derfor etter utførelse av anbefalte tiltak være meget gode forhold med hensyn til strukturstøy.

7 Referanser

- [1] Dok. nr.: UVB-50-O-20603. Reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for Vestfoldbanen parsell 5. Nytt dobbeltspor Holm - Holmestrand – Nykirke. 2. gangs behandling. Reguleringsbestemmelsene er datert 04.03.2009
- [2] NGI rapport 99103-1 Vestfoldbanen Parsell 5 Holm-Holmestrand-Nykirke. Ingeniørgeologiske vurderinger Hovedrapport – Revidert utgave. Datert 15. Mars 2000.
- [3] Dobbeltsporet Skøyen – Asker. Parsell Jong – Asker Strukturstøyreduserende tiltak. Notat fra Brekke & Strand akustikk as, 13. februar 2001.
- [4] Tunnel Lysaker – Sandvika. Byggeplan. Fagrapport strukturstøy og vibrasjoner. 2006-02-15.
- [5] Nytt dobbeltspor Sandvika – Asker. Tiltak mot strukturstøy i fjelltunnel ved Asker. Fullskalaforsøk med ulike baneoppbygginger i tunnel ved Asker stasjon – sammendragsrapport. 2004-06-09.
- [6] JD5XX Jernbaneverkets tekniske regelverk, inklusive normative referanser i dette. 2008-04-01
- [7] T-1442 Retningslinjene for behandling av støy i arealplanlegging
- [8] NS 8175 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper
- [9] NS 8176 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker.
- [10] T-1442 Støy i arealplanlegging - Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (26.01.05). Miljøverndepartementet