

VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK

Nykirke – Barkåker

Fagrappport vibrasjoner og strukturstøy

- Akseptert
 Akseptert m/kommentarer
 Ikke akseptert / kommentert
 Revider og send inn på nytt
 Kun for informasjon

Sign:

02B	Revidert etter kommentarer fra Bane NOR	22.01.2018	AB	SO	SSN
01B	Revidert etter kommentarer fra Bane NOR	30.06.2017	AB	SO	SSN
00B	Høringsutgave	28.04.2017	AB	SO	SSN
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK NYKIRKE - BARKÅKER Fagrappport vibrasjoner og strukturstøy		Sider: 20			
		Produsert av:			
		Prod.dok.nr.:		Rev:	
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt: 965102 Parsell: 34 Nykirke-Barkåker Planfase: Detalj- og reguleringsplan	Dokumentnummer: ICP-34-A-11106		Revisjon: 02B		
		Drift dokumentnummer:	Drift rev.:		

Endringslogg

Rev.	Endring
00B	Høringsutgave
01B	Revidert høringsutgave
02B	Revidert høringsutgave

Terminologi

<u>Term</u>	<u>Utfyllende beskrivelse</u>
TRV	Teknisk regelverk
$V_{w,95}$	Veiet vibrasjonshastighet gitt som en statistisk verdi, og innebærer at det er 5 % sannsynlighet for at en tilfeldig valgt hendelse gir høyere vibrasjonsnivå enn $v_{w,95}$.
$L_{p,AF,max}$	Et mål for de høyeste, vanlige toppene i varierende støy, målt med tidskonstant "Fast". Gjelder i denne rapporten for strukturstøy.
Veiefilter	Stardiserte kurver som etterlikner ørets følsomhet for ulike frekvenser ved lavere og mindre lydtryknivå. Brukes ved de fleste vurderinger av støy. A-kurven (IEC 60651) er mest vanlig og fremhever frekvensområdet 2000-400 Hz og demper basslyd. Det er også veiefilter for vibrasjoner som tar hensyn til hvordan kroppen oppfatter vibrasjoner, definert i [5]

FORORD

Modernisering av Vestfoldbanen er en del av InterCity-utbyggingen på Østlandet, jfr. Nasjonal transportplan 2018 - 2029. Nytt dobbeltspor mellom Nykirke og Barkåker skal være bygget innen 2024.

Kommunedelplan med tilhørende konsekvensutredning for dobbeltspor Nykirke-Barkåker ble vedtatt i Horten, Re og Tønsberg kommune i oktober 2016.

Bane NOR utarbeider forslag til reguleringsplan for dobbeltspor Nykirke-Barkåker fra Fegstad/Tangentunnelen i Horten kommune til Barkåker i Tønsberg kommune. Planforslaget omfatter ca. 14 km dobbeltspor med stasjon sørvest for Skoppum. Deponiområder for mulig permanent plassering av overskuddsmasser fra anlegget inngår i planen.



Planarbeidet ledes av Bane NOR, Utbygging Vestfoldbanen, med Elsebeth A. Bakke som planleggingssjef.

Fagrapporten beskriver behov for tiltak mot vibrasjoner og strukturstøy for permanent anlegg. Rapporten er utarbeidet av Brekke & Strand Akustikk AS. Dokumentet inngår som et grunnlag for detalj- og reguleringsplanarbeidet på parsellen Nykirke-Barkåker.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	5
2	EKSISTERENDE ANLEGG	7
3	NYTT ANLEGG	8
4	GENERELT OM STØY, STRUKTURSTØY OG VIBRASJONER	10
5	GRENSEVERDIER	11
5.1	STRUKTURSTØY.....	11
5.2	VIBRASJONER.....	12
6	BEREGNEDE VERDIER	13
6.1	STRUKTURSTØY.....	13
6.2	VIBRASJONER.....	14
7	TILTAK FOR REDUKSJON AV STRUKTURSTØY	15
7.1	MULIGE TILTAK.....	15
7.2	STRUKTURSTØYREDUSERENDE TILTAK.....	17
8	OPPSUMMERING	19
9	REFERANSELISTE	20

1 INNLEDNING

Hensikt med rapport

Denne fagrapporten gjelder beregning av vibrasjoner og strukturstøy på prosjektet InterCity Nykirke-Barkåker. Rapporten er utarbeidet av Brekke & Strand Akustikk AS.

Regelverk, føringer og avvikhåndtering

Teknisk regelverk og teknisk designbasis

Fagrapporter er basert på Bane NORs tekniske regelverk, gjeldende utgave pr. 01.02.2017 [1]. I tillegg er den basert på Teknisk designbasis for InterCity, rev. 03A, datert 14.11.2016 [2].

Alle eventuelle avvik fra Bane NORs regelverk skal godkjennes iht. Bane NORs tekniske regelverk Felles bestemmelser kap. 2 tabell 1 (se under). Dette gjelder også der formuleringene «bør» er benyttet.

Tabell 1: Myndighet til å gi dispensasjon

Regel	Verb	Myndighet til å gi dispensasjon
Myndighetskrav	<i>skal (i kursiv)</i>	Krav som Bane NOR selv ikke har myndighet til å gi dispensasjon fra
Krav	skal	Teknologidirektør
Anbefaling	bør	Infrastruktureier
Mulighet/alternative løsninger	kan	Den som prosjekterer, bygger eller vedlikeholder

Avvik fra Teknisk designbasis for InterCity skal håndteres som endringer fra prosjektbestillingen og følge vanlig endringsprosedyre for prosjekter. Alle avvik fra Teknisk designbasis for InterCity skal forelegges leder teknikk og konsept før prosjekteiers endelige beslutning.

Det er opprettet en egen avvikslogg der alle avvik blir registrert (ICP-34-Q-00005, Avviksregister for Nykirke - Barkåker). I prosjekteringen er det lagt til grunn at foreslåtte avvik vil bli godkjent.

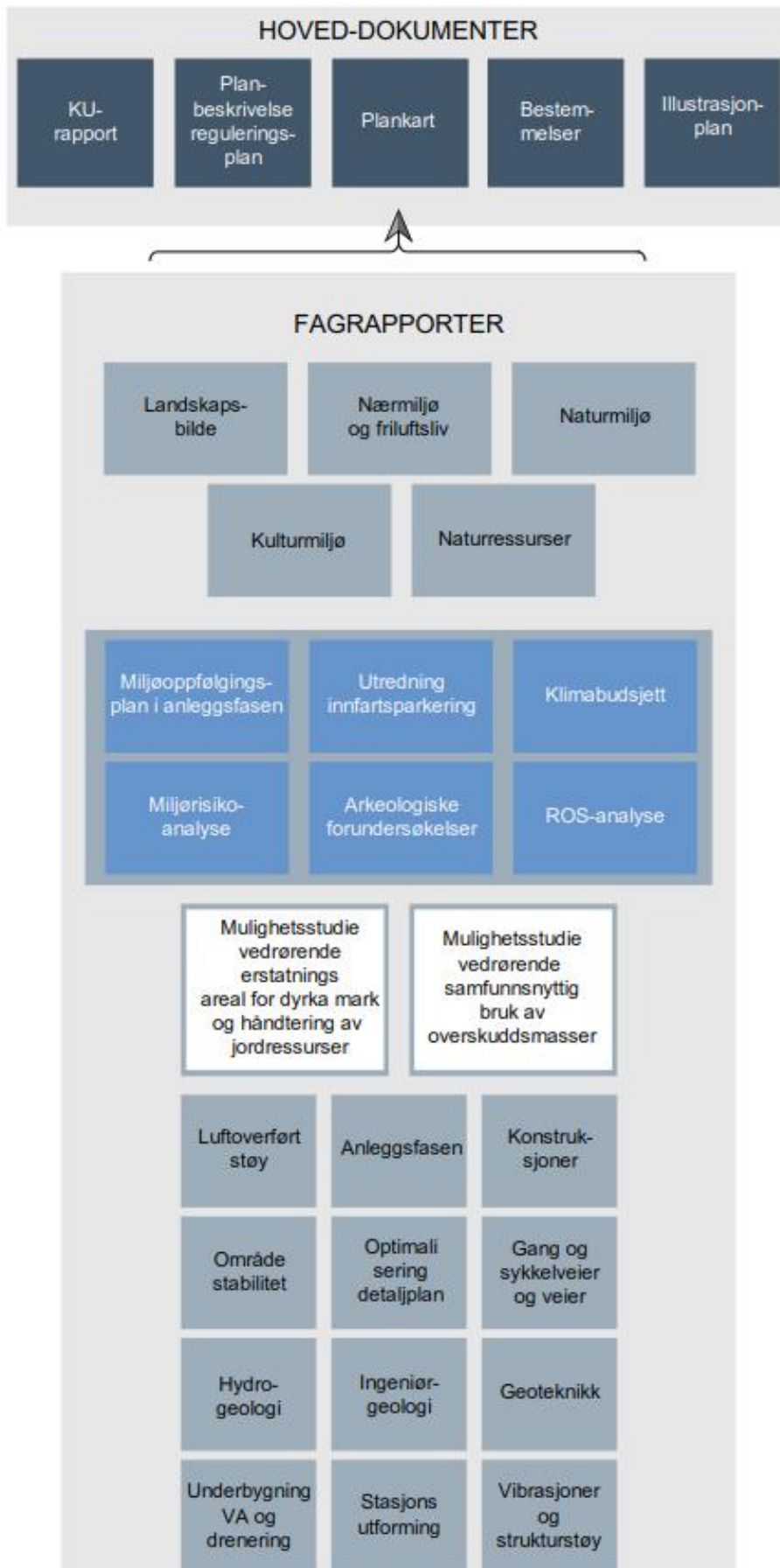
Norsk Standard

Følgende standarder angir grenseverdier for vibrasjoner og strukturlyd:

- Norsk Standard NS8175 «Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper» [4]
- Norsk Standard NS8176 «Vibrasjoner og støt - Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker» [5]

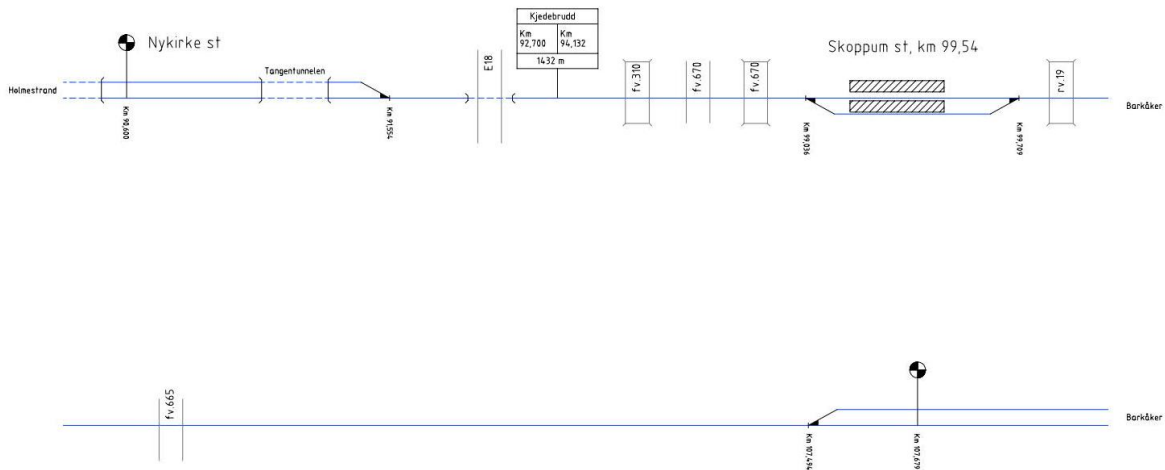
Andre fagrapporter

Det er laget en rekke andre tekniske fagrapporter. Figuren nedenfor viser dokumentene for reguleringsplanen.



2 EKSISTERENDE ANLEGG

Nytt dobbeltspor Nykirke-Barkåker tilknytter seg dobbeltsporet Holm-Nykirke i nord (åpnet i 2016) og dobbeltspor Barkåker-Tønsberg som åpnet i 2011.



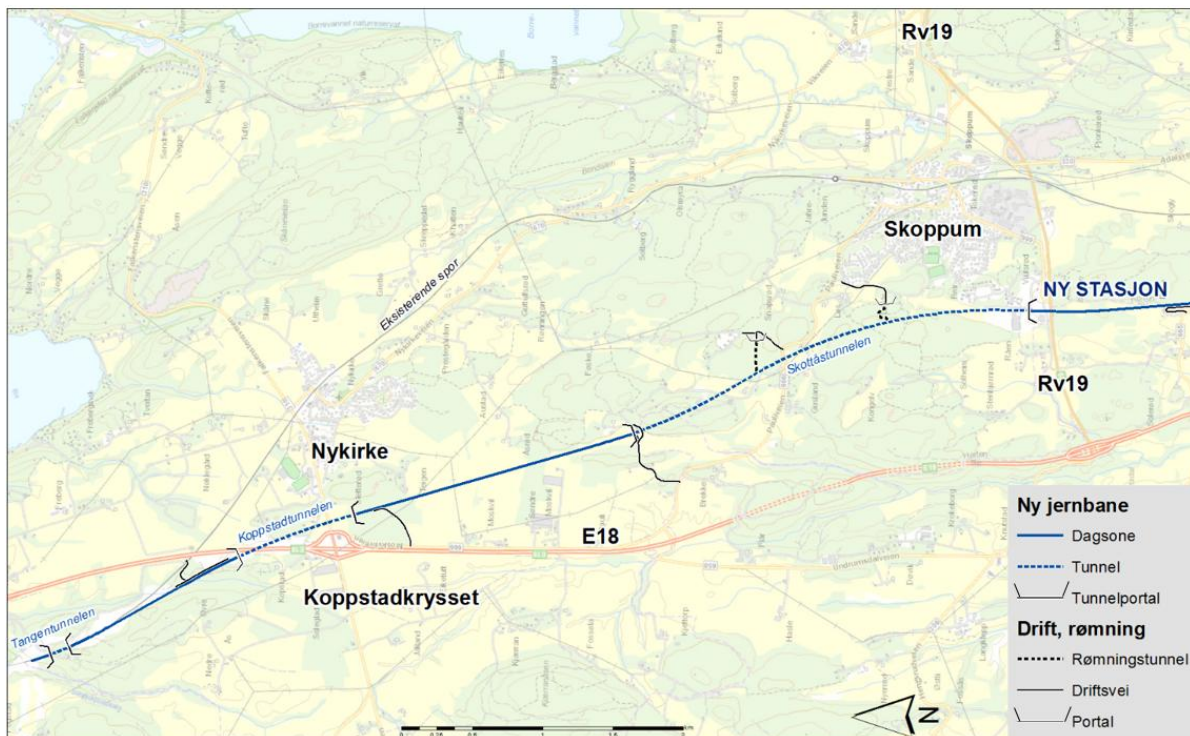
Figur 2-1: Sporplan på strekningen Nykirke-Barkåker etter åpning av Holm-Nykirke

3 NYTT ANLEGG

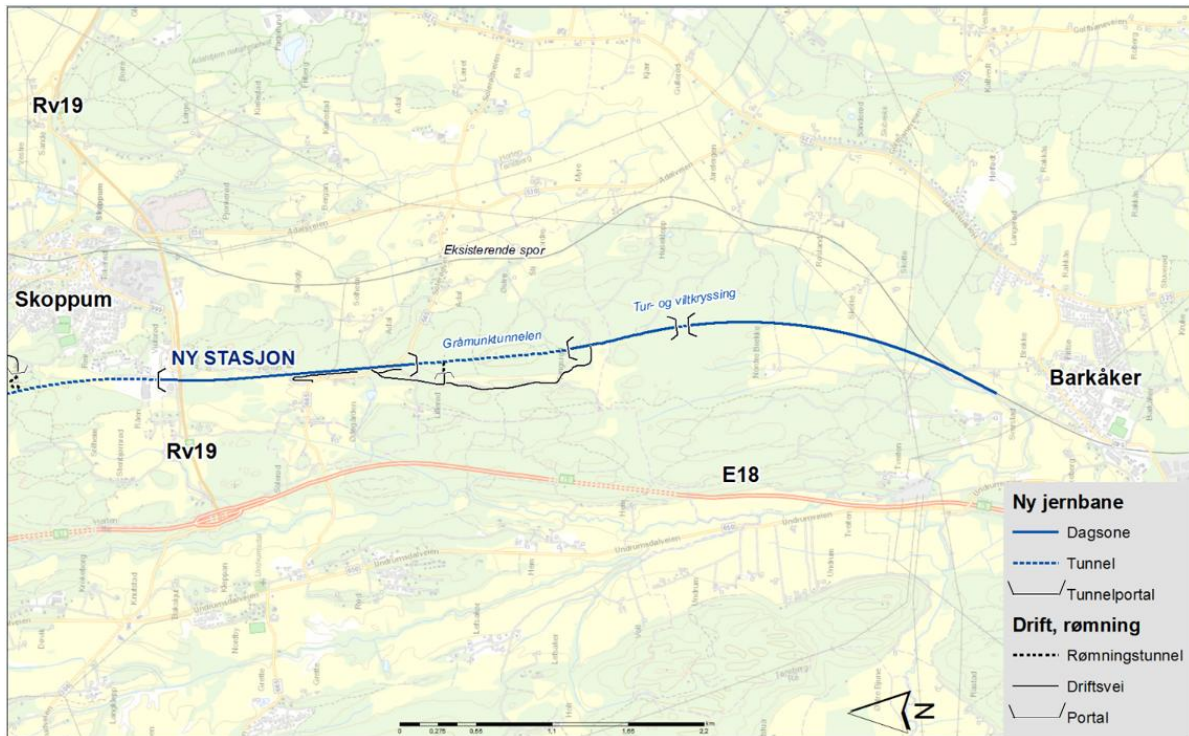
I nord kobles traseen til dobbeltspor Holm-Nykirke som ble åpnet høsten 2016. Eksisterende Tangentunnelen benyttes og oppgraderes innvendig. Det nye dobbeltsporet starter rett sør for denne tunnelen. Banen går i en kort dagsone før den krysser under E18 og Koppstadveien i en betongtunnel ca. 1 km lang. Banen krysser landbruksområde sørvest for Nykirke før den går inn i Skottåstunnelen med lengde ca. 3 km.

Ved rv.19, vest for Skoppum, er ny stasjon lokalisert på sørsiden av veien. Banen går videre sørover, gjennom Tangsrødmarka i en ca. 1,1 km lang tunnel, kalt Gråmunktunnelen. Sør i Tangsrødmarka er det en kort betongtunnel for viltkryssing og turvei.

Den nye banen kobles til eksisterende dobbeltspor ved Barkåker.



Figur 3-1: Oversiktstegning delstrekningen Nykirke – Skoppum



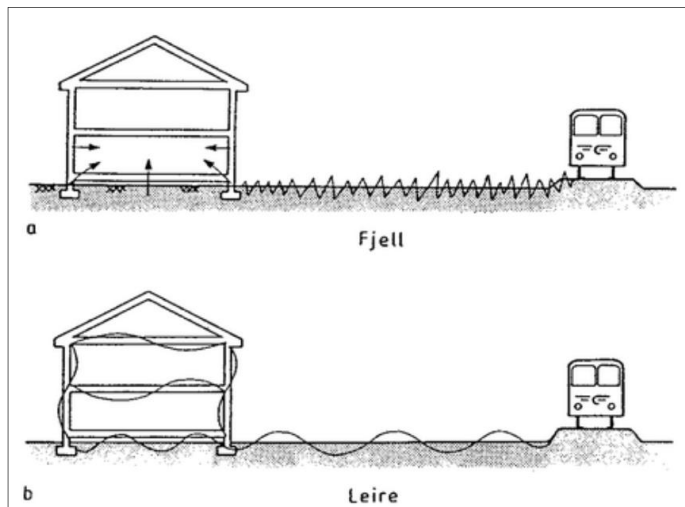
Figur 3-2: Oversiktstegning delstrekningen Skoppum - Barkåker

4 GENERELT OM STØY, STRUKTURSTØY OG VIBRASJONER

Når man står ute og togene passerer forbi, hører man støy. Denne støyen kalles luftoverført støy eller luftlyd, fordi den overføres i lufta.

Når togene passerer, vil det også overføres vibrasjoner fra hjulene ned i skinnene, og videre via sviller og ballast til bakken. I bakken vil vibrasjonene forplantes bort til der man står, og kroppen kan føle vibrasjoner eller rystelser. Hvis man står inne i en bygning inntil banen, kan vibrasjonene på gulvet være kraftigere enn på bakken utenfor.

Det er vibrasjonene med lave frekvenser man føler som rystelser. Det vil også overføres vibrasjoner med høyere frekvenser, og disse vil avstråle støy. Denne støyen kalles strukturstøy. Når togene passerer i tunneler vil det overføres vibrasjoner opp til overflaten, som avstråler strukturstøy. Denne vil på grunn av annen støy normalt ikke være hørbar utendørs. Hvis det imidlertid kommer bygninger over tunnelen, vil strukturstøyen forsterkes inne i rommene i forhold til utendørs, og vil i noen tilfeller være godt hørbart og gi sjenanse.



Figur 4-1: Situasjon a kan gi strukturlyd fra jernbane. Situasjon b kan gi følbare vibrasjoner fra jernbane (kilde: Jernbanekompetanse.no)

5 GRENSEVERDIER

5.1 Strukturstøy

Strukturstøy fra tunneler er av en annen art enn støy som kommer gjennom vinduene. Publikum tolererer mindre støy fra en tunnel som går under huset og som de ikke ser, enn fra et tog som går forbi foran vinduet. Derfor er det strengere grenser for strukturlyd fra tunneler enn fra luftoverført støy gjennom fasader.

I veiledningen til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven vises det til NS 8175 "Lydforhold i bygninger. Lydklassifisering av ulike bygningstyper" [4]. Standarden gir grenseverdier for bl.a. strukturstøy fra kulverter og tunneler. I standarden er det gitt grenseverdier i klasser, A, B, C, og D, der A er best lydforhold, og D er dårligst. Det angis at klasse C oppfyller minimumskravene i byggeforskriften. Grenseverdien for strukturstøy fra trafikk i kulvert og tunnel er $L_{p,AF,maks} = 32$ dB i klasse C. Kravet gjelder kun for kulverter og tunneler. Grenseverdien for maksimalnivå for luftoverført støy i T-1442/2016 er satt som L5AF, jfr. ICP-34-11096 Fagrapport luftoverført støy. Dette er en statistisk verdi der maksimalnivået $L_{p,AF,maks}$ måles for mange togpasseringer, og L5AF er en statistisk verdi det er 95 % sannsynlighet for ikke vil overskrides. Grenseverdien for strukturstøy i NS 8175 er ikke satt som en statistisk verdi.

For dagstrekninger finnes det ikke offisielle støygrenser som omhandler strukturstøy spesielt. Det er den samlede støyen (luftlyd og strukturstøy) som skal holdes innenfor grenseverdien for maksimalt lydnivå i oppholdsrom og soverom nattetid, $L_{p,AF,maks} = 45$ dB i klasse C, jfr. ICP-34-11096 Fagrapport luftoverført støy. Boliger som er utsatt for strukturstøy fra tunnelen er ikke samtidig utsatt for luftoverført støy med mindre boligen ligger i nærheten av portalen.

I rom som vender mot banen er ofte luftlyd som går gjennom fasaden klart dominerende over strukturstøyen. I rom som vender vekk fra banen, i kjellerrom, eller i boliger bak støyskjerm kan derimot strukturstøyen være den dominerende støykilden. For boliger der strukturstøy er klart dominerende over luftlyd, legges $L_{p,AF,maks} = 37$ dB til grunn som en målsetting.

Følgende grenseverdier legges til grunn for strukturstøy i prosjektet:

Tunnel og kulvert: Grenseverdi i NS 8175: $L_{p,AF,maks} = 32$ dB

Dagstrekninger: Målsetting $L_{p,AF,maks} = 37$ dB

5.2 Vibrasjoner

I veiledningen til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven fastlegges det at bygninger med sove- og oppholdsrom må beskyttes mot vibrasjoner som kan føre til vesentlig plage for brukerne. Videre står det at "grenseverdiene for vibrasjoner må bestemmes ut fra brukernes følbarehet for vibrasjoner og hensyn til konstruksjonssikkerhet." Veiledningen viser til Norsk Standard NS 8176 "Vibrasjoner og støt – Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker" [5] for kriterier for bedømmelse av helkroppsvibrasjoner og for veiledende grenseverdier.

NS 8176 inneholder veiledende grenseverdier for nye boliger og i forbindelse med planlegging og bygging av nye samferdselsanlegg. Det er gitt grenser i klasse A, B, C og D på tilsvarende måte som i NS 8175, og klasse C oppfyller minimumskravene i byggeforskriften. For klasse C er grenseverdien; $v_{w,95} = 0,3$ mm/s. $v_{w,95}$ er en statistisk verdi for mange togpasseringer og innebærer at det er 5 % sannsynlighet for at en tilfeldig valgt passering gir høyere vibrasjonsnivå enn $v_{w,95}$.

NS 8176 spesifiserer målemetoden for vibrasjoner. Vibrasjonene måles med et veiefilter, slik at målt verdi tilsvarende hvordan kroppen oppfatter vibrasjoner, verdien kalles v_w . Det måles vibrasjoner fra et antall togpasseringer og maksimalverdien ved hver passering registreres. På grunnlag av disse maksimalverdiene beregnes det som kalles statistisk maksimalverdi. Denne kalles $v_{w,95}$. Det er 5% sannsynlighet for at en tilfeldig valgt togpassering skal overskride $v_{w,95}$. NS 8176 angir grense i klasse C som $v_{w,95} = 0.3$ mm/s.

Det er relativt store usikkerheter i beregninger av vibrasjoner fra bane. Den største usikkerheten er vibrasjonsoverføring fra bakke til bygning. I noen tilfeller er det lavere vibrasjoner i bygning enn på bakken, men det kan også være vesentlig høyere vibrasjoner i bygning enn på bakken. Dette kan ikke forutsies på forhånd med særlig sikkerhet. Hvis vibrasjonsgrensen settes til kun $v_{w,95} = 0.3$ mm/s må det i noen tilfeller legges inn betydelige tiltak for å ta vare på usikkerheter. Av den grunn er vibrasjonsgrensen i mange baneprosjekter satt til $v_{w,95} = 0.3-0,6$ mm/s i reguleringsbestemmelser, og «den laveste grenseverdien skal legges til grunn som en målsetning»

Følgende grenseverdi legges til grunn for vibrasjoner:

«Grenseverdien for vibrasjoner settes til $v_{w,95} = 0,3-0,6$ mm/s. Den laveste av de parvise grenseverdiene legges til grunn som en målsetning».

Dette er den samme formuleringen som er lagt til grunn for Dobbeltsporet Lysaker – Asker fra Bærum kommune.

6 BEREGNEDE VERDIER

6.1 Strukturstøy

I denne rapporten er det beregnet og vurdert strukturstøy fra tunnelene. Det er beregnet strukturstøynivåer med en empirisk beregningsmodell på grunnlag av målinger av strukturstøy fra et stort antall fjelltunneler i Osloområdet. Strukturstøynivåene avtar med avstanden mellom spor og bygning. Noe av dette skyldes geometrisk demping, på samme måte som at støy fra jernbane utendørs avtar med økt avstand fra banen. I tillegg vil vibrasjonene i fjellet reduseres på grunn av svingetap, dette skyldes først og fremst oppsprekking i fjellet.

Fjellet i Osloområdet er i hovedsak sedimentære kalk- og leirskifere, som er forholdsvis mye oppsprukket. Tunnelene på strekningen Nykirke – Barkåker går i vulkanske bergarter med rombeperfor, basalt og lava. Overgangen mellom de ulike lavastrømmene kan være porøse og permeable, og kan ha dårlige bergmekaniske egenskaper som følge av slaggaktige material. Det er ikke grunnlag for å si om svingetap i fjellet er større eller mindre i fjelltypene i Osloområdet enn i tunnelene på strekningen Nykirke – Barkåker I tabellen er det vist beregnet strukturstøynivå i boliger inntil tunnel og kulvert, og beregnede overskridelser.

Tabell 1. Beregnet strukturstøynivå $L_{p,AF,max}$, dB, og overskridelser i dB

Profil	Type tunnel	Beregnet str. støy	Grenseverdi	Overskridelse	
93180	Kulvert	45	32	13	
93260	Kulvert	42	32	10	
93300	Kulvert	35	32	3	
95980	Fjell	38	32	6	Hytte
96040	Fjell	36	32	4	
96450	Fjell	34	32	2	
96950	Fjell	45	32	13	
96970	Fjell	36	32	4	
97020	Fjell	36	32	4	
98440	Kulvert	36	32	4	
98450	Kulvert	38	32	6	

I tabellen er angitt hhv fjell og kulvert. I kulvertene i tabellen går sporene på fjell. Kulverter med spor på fjell gir beregningsmessig likt strukturstøynivå som fra tunnel i lik avstand. Kulverter på løsmasser gir noe lavere strukturstøynivå.

Beregningene i tabellen gjelder generelt for nærmeste bolig. Et sted er det beregnet for en hytte.

Overskridelse er beregnet strukturstøynivå minus grenseverdien.

6.2 Vibrasjoner

Vibrasjoner fra jernbane forplantes inn i bygninger når både bane og bygning ligger på løsmasser, og vibrasjonene er høyere jo mykere løsmassene er. Hvis banen går på fjell og/eller bygningen står på fjell vil det ikke overføres vibrasjoner av betydning, kun strukturstøy.

Når grenseverdien for strukturstøy fra tunnelene er oppfylt vil automatisk også grenseverdien for vibrasjon være oppfylt, med god margin.

Banen går gjennom områder med få boliger, og det er mange tunneller. Det er kun på et sted, ved Råen, profil 99.900 – 100.000, at den passerer boliger der sporene ligger på løsmasser av en slik tykkelse og fasthet at vibrasjoner vil forplantes til boligene. Grunnforholdene på stedet er relativt fast sandig/siltig leire under tørrskorpe. Banen graves noe ned, og dybden til fjell fra skinne blir ca. 10 meter. Avstanden til boligene er ca. 120 – 130 meter

Det er beregnet vibrasjoner i boligene med en semiempirisk beregningsmetode. Parametre som inngår er grunnforhold, toghastighet og avstand. Beregnet vibrasjonshastighet på terreng i 120 meter avstand er $v_{w,95} = 0.12$ mm/s.

Vibrasjoner i bygning er vibrasjoner på bakken multiplisert med en forsterkingsfaktor, f_B . Denne vil variere sterkt fra bygning til bygning. Faktoren slår betydelig ut på beregninger av vibrasjoner i bygninger. Fastsettelse av forsterkningsfaktoren må gjøres med tanke på risiko for stor forsterkning i enkelthus. I vurderingene i denne rapporten er brukt $f_B = 2$, som kan innebære noe sikkerhet. Beregnet vibrasjonsverdi i boligene blir dermed $v_{w,95} = 0.24$ mm/s. Det er lavere enn dimensjonerende grenseverdi som er $v_{w,95} = 0.3$ mm/s.

Det anses ikke å være nødvendig med spesielle tiltak for reduksjon av vibrasjoner i boliger.

7 TILTAK FOR REDUKSJON AV STRUKTURSTØY

7.1 Mulige tiltak

Generelt

Reduksjon av strukturstøy gjøres i hovedsak i sporet ved at det legges inn elastiske elementer som gir vibrasjonsisolering. For høyhastighetsbaner er det en utfordring å få tilstrekkelig støyreduksjon fordi de høye hastighetene stiller strenge krav til stivt spor. Figur 7-1 gir en oversikt over mulige tiltak. Tiltakene er kommentert i det etterfølgende.

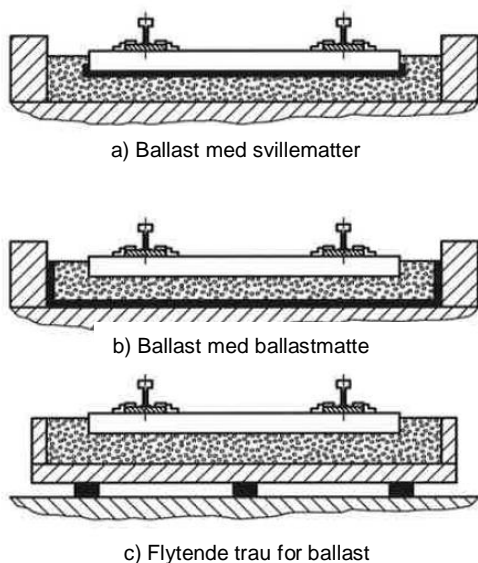


Fig 7-1. Tiltak for reduksjon av strukturstøy fra ballastspor. Fra ISO 14387-1.

Svillematter

Svillematter støpes fast under svillene på svillefabrikk. Typisk tykkelse er 25 – 30 mm. Tiltaket har vært benyttet en del på T-banenettet i Oslo. En kjenner imidlertid ikke til at svillematter har vært benyttet for reduksjon av strukturstøy på jernbanespor i Norge.

I Bane-Nor sitt regelverk for stivhet av svillematter tolereres kun meget stive svillematter. Det vil ikke kunne gi reduksjon av strukturstøy av betydning. De er ment for reduksjon av ballastknusing. Det er regnet med at man kan oppnå rundt 10 dB støyreduksjon med svillematter på T-bane, men med stivhetskrav basert på Bane NORs regelverk, vil man få vesentlig lavere støyreduksjon. Hvis tiltaket skal være aktuelt for støyreduksjon, må regelverket endres, slik at mykere svillematter tillates.

Ballastmatter

Dette er det mest vanlige tiltaket for reduksjon av strukturstøy fra jernbane i Norge. Tiltaket er at elastiske matter, kalt ballastmatter, legges ut på formasjonsplanet. De kan i prinsippet også legges i underbygningen, hvilket er gjort på T-banen i Oslo. Typisk tykkelse av mattene er 30 – 90 mm. Tiltaket er benyttet i stort omfang i tunnelene på dobbeltsporet Skøyen – Asker. Støydempingen man oppnår avhenger av ballastmattenes stivhet, og krav til stivhet avhenger av hastigheten. I Bane NORs tekniske regelverk står det krav til stivhet

av ballastmatter som vist i Tabell 2.

Tabell 2. Krav til statisk stivhet for ballastmatter i TRV

Aksellast (kN)	Hastighet (km/h)	C_{STAT} (N/mm ³)
≤ 160	$v \leq 120$	$\geq 0,02$
160 – 250	$v \leq 120$	$\geq 0,03$
	$120 < v \leq 200$	$\geq 0,03$
	$v \geq 200$	$\geq 0,10$

På dobbeltsporet Skøyen – Asker ville man ikke klare kravet til strukturstøy i boliger over tunnelene mange steder hvis ballastmattene skulle være så stive som regelverket krevet. Det ble derfor gitt dispensasjon for å bruke mykere matter. Dette etter at det var gjennomført en undersøkelse med målinger av deformasjoner i spor med myke ballastmatter og teoretiske studier. Hastigheten i tunnelene er 160 km/h.

I beregningene av strukturstøy i denne rapporten er det brukt stivhetsdata som er i overenstemmelse med regelverket. En regner at ballastmattene vil gi ca. 10 – 12 dB støyreduksjon for hastigheter opp til 200 km/h. Det er et sprang i krav til stivhet når hastigheten overskrider 200 km/h. Teoretisk får man derfor ikke mer enn rundt 3 - 5 dB støyreduksjon med ballastmatter i de delene av tunnelene der hastigheten er over 200 km/h.

Ekstra dypsprengning

Dette tiltaket er ikke med i figur 7-1. På dobbeltsporet Skøyen – Asker ga ikke ballastmatter tilstrekkelig reduksjon av strukturstøy ved et par tunnelmunnings, selv om man brukte stivheter som var lavere enn krav i regelverket. Det ble da benyttet et tiltak med ekstra utsprengning ved at det ble sprengt 2 meter dypere. I utgangspunktet var tanken at massene kunne komprimeres og avrettes etter sprengning, men kvaliteten på de skifrige massene ble ansett å bli for dårlig. Massene ble derfor fjernet og erstattet av sprengstein.

På grunnlag av fullskalatester i sporet og strukturstøymålinger i en bolig ved tunnelmunningen i Asker, ble det konkludert at tiltaket ville gi 4 dB støyreduksjon.

En regner ikke at eventuelt vann som står i de dypsprengte massene vil redusere støyreduksjonen. Strukturstøyoverføringen vil gå i steinmassene. Hvis vannet fryser er det imidlertid mulig at støyreduksjonen kan bli noe redusert. En har ikke sikre beregninger eller målinger som bekrefter dette.

Flytende ballasttrau

En kjenner ikke til at tiltaket har vært benyttet på jernbane i Norge. I figur 7-1 er vist en løsning med ballasttrau på isolatorer. Det finnes ulike grader av tiltaket. Høyest støyreduksjon kan oppnås med elastiske punktopplagringer. Best resultat oppnås da med stålfjærer, men også isolatorer av elastomerer kan gi godt resultat. Dette er løsninger som en har sett har vært benyttet der sporene går på betongplater i lokkprosjekter og lignende. I

en utsprengt tunnel vil imidlertid dette bli omfattende og kostbare løsninger blant annet fordi isolatorene må festes i betongbjelker eller betongplater som må støpes ut. Tiltaket anses ikke som aktuelt grunnet svært høye kostnader.

7.2 Strukturstøyreduserende tiltak

Tabell 3 gir en oversikt over strekninger der det er overskridelser, og utstrekning av tiltakene.

Tabell 3. Strekninger med strukturstøydempende tiltak

Ballastmatter			Dyppregning			Kommentar
Fra profil	Til profil	Lengde	Fra profil	Til profil	Lengde	
93120	93300	180	93140	93200	60	3 dB overskridelse i en bolig, Kopstadveien 45
			93230	93280	50	
95920	95990	170				60 m kortere hvis tiltak sløyfes under hytte ved 95970
96400	96510	110				
96910	97050	140	96920	96980	60	3 dB overskridelse i en bolig, Pauliveien 190
98410	98480	70				
Totalt		670			170	

Det er forutsatt dimensjonerende toghastighet høyere enn 200 km/h i tunnelene. På strekninger der ballastmatter ikke gir tilstrekkelig støyreduksjon er det lagt inn tiltak med 2 meter dyppregning.

For to boliger gir ikke tiltakene tilstrekkelig støyreduksjon og det beregnes 3 dB overskridelser av grenseverdien for begge. Boligene er hhv. ved profil 93180 (Kopstadveien 45) nord for Kopstadkrysset, og profil 96950 (Pauliveien 190) nord for gården Gusland – Søndre.

Anbefalt tiltak for disse boligene er å bruke mykere ballastmatter enn regelverket tillater. Det anbefales å kontrollmåle strukturstøy i de to boligene i etterkant.

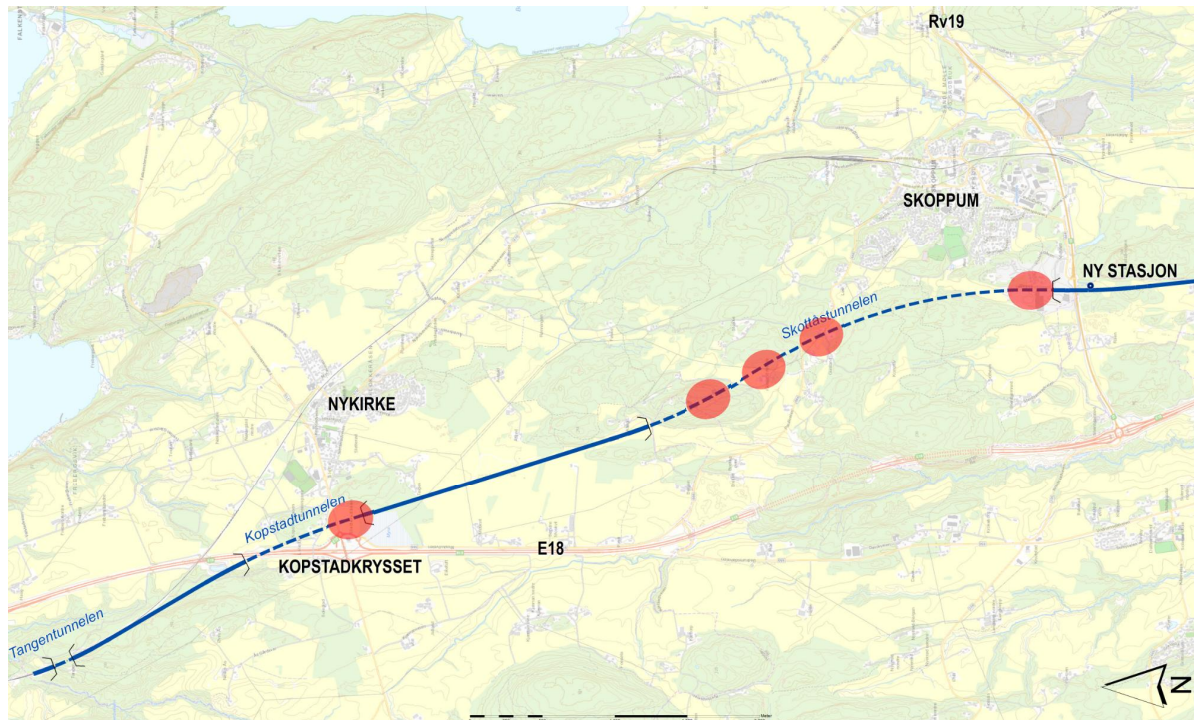


Fig 7-2. Områder med tiltak markert med rødt

8 OPPSUMMERING

Rapporten gir beregnede verdier for strukturstøy fra tunnelene og vibrasjoner fra dagstrekningene i tillegg til tiltak ved overskridelse av grenseverdier.

For å tilfredsstille grenseverdien for strukturstøy fra tunnelene på $L_{p,AF,max} = 32$ dB iht. NS 8175, må det legges ballastmatter på noen strekninger, som utgjør i alt 670 meter. På grunn av strenge krav til stivhet for ballastmatter når toghastigheten overskrider 200 km/h er det noen steder at ballastmatter ikke gir tilstrekkelig støyreduksjon. På disse strekningene gjøres 2 meter ekstra dypsprengning som fylles med sprengstein. Dette må gjøres på strekninger på til sammen 170 meter. For to boliger er ikke dette tilstrekkelig, og det blir en overskridelse på 3 dB i begge.

Det er en tredobling av krav til stivhet for ballastmatter når hastigheten overskrider 200 km/h. Hvis man kunne tolerere noe lavere stivhet for hastigheter over 200 km/h ville utstrekningen av tiltak med dypsprengning bli betydelig redusert, eller bortfalle. Man ville også klare grenseverdien i alle boliger.

Problemstillingen med krav til stivhet for ballastmatter er den samme for alle IC-strekningene som nå er under planlegging. Dette vil bli tatt opp med Bane NOR Teknologi, slik at regelverket blir gjennomgått, og mulige justeringer av krav til stivhet for ballastmatter blir vurdert.

Ingen boliger får overskridelse av anbefalt grenseverdi for vibrasjoner på $v_{w,95} = 0,3$ mm/s i hht NS 8176, og det er ikke behov for spesielle tiltak.

9 REFERANSELISTE

- [1] Teknisk regelverk, 01.02.2017
- [2] Teknisk designbasis for InterCity, ICP-00-A-00030_03A
- [3] Konseptdokument for InterCity-strekningene ICP-00-A-00004_02A
- [4] Norsk Standard NS8175 «Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper»
- [5] Norsk Standard NS8176 «Vibrasjoner og støt - Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker»