

InterCity Dovrebanen

Konsekvensutredning – Fagrapport støy

05 2016



Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	3
2	DEFINISJONER	4
3	GRENSEVERDIER FOR STØY	5
3.1	DRIFTSFASEN	5
3.2	ANLEGGSSFASEN.....	6
4	FORUTSETNINGER OG METODE	8
4.1	BEREGNINGSMETODE	8
4.2	TRAFIKKDATA.....	9
4.3	BYGNINGER OG ANTALL PERSONER.....	11
4.4	AVBØTENDE TILTAK.....	12
5	BEREGNINGSRISULTATER	13
5.1	STREKNING 56, STANGE (SØRLI – BEKKELAGET)	14
5.2	STREKNING 57, HAMAR.....	15
5.3	STREKNING 58, FURNES (FURUBERGET – BRUMUNDDAL).....	17
5.4	AVBØTENDE TILTAK	18
5.5	STØYSONEKART	20
5.6	STØYPLAGEINDEKS SPI	20
5.8	STØYKONSEKVENSER I ANLEGGSSFASEN	22
6	KONSEKVENSVURDERING	24
6.1	STØYKONSEKVENSER I ANLEGGSSFASEN	24
6.2	STØYKONSEKVENSER I DRIFTSFASEN.....	24
6.3	KOSTNADER.....	27
6.4	RANGERING AV ALTERNATIVENE	30
7	REFERANSER	31
7.1	SKRIFTLIGE REFERANSER.....	31
8	VEDLEGG	32
8.1	STØYKART	32

1 Innledning

Rambøll Sweco ANS har i forbindelse med IC SHL fra Sørli til Brumunddal gjennomført kartlegging av støy fra jernbane. Kartleggingen omfatter beregning av lydnivå på fasader til bygninger med støyfølsomt bruksformål og beregning av støysoner. Beregningene er utført for forventet trafikksituasjon i 2050.

Støyberegninger er gjennomført både for uskjermet og skjermet situasjon. I den skjermede situasjonen er det antatt sammenhengende tosidig skjerming med støyskjerm eller voll langs alle strekninger i dagen. Tiltakene som er foreslått er derfor på et overordnet nivå. Detaljerte løsninger utredes ikke som en del av konsekvensutredningen.

Tiltaket vil også medføre strukturoverført støy og vibrasjoner. Konsekvenser av dette er utredet i egn fagrapport og omtales ikke her.

2 Definisjoner

Bebyggelse med støyfølsom bruksformål

Boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Lydkravene i byggeteknisk forskrift (*TEK10 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggeteknisk forskrift)*, 2010) gjelder imidlertid også for andre typer bygninger med støyfølsomt bruk, som kontorer og overnattingssteder.

Utendørs lydnivå L_{den}

L_{den} er definert som et gjennomsnittlig lydnivå for dag, kveld og natt, der verdier for kveld og natt gis et tillegg på henholdsvis 5 og 10 dB. Indikatoren tar dermed hensyn til varighet, lydnivå og tidspunkt på døgnet støy blir produsert. Støyende virksomhet på kveld og natt gir høyere bidrag til totalnivået enn støy på dagtid. Ved fasader er beregnet lydnivå utført uten refleksjoner fra egen fasade («frittfelt lydnivå»).

Utendørs lydnivå L_{5AF}

L_{5AF} angir A-veid lydnivå målt med tidskonstant «Fast» på 125 ms som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser. Tidskonstant «Fast» samsvarer godt med hvordan menneskeøret oppfatter høye lydnivåer. For vegtrafikk angir L_{5AF} det lydnivået som oppstår når kjøretøy passerer. 5 % av alle passerende kjøretøy gir lydnivå som er over L_{5AF} , 95 % av kjøretøyene gir lydnivå under.

3 Grenseverdier for støy

3.1 Driftsfasen

3.1.1 Utendørs

Miljødirektoratets støyretningslinje T-1442

Norske planretningsretningslinjer for støy foreligger som rundskriv T-1442/2012 fra Miljøvern-departementet (*T-1442/2012 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, 2012*).

Ved etablering av nye jernbane er anbefalte støygrenser som vist i tabell 1. Normalt er støyindikator L_{den} dimensjonerende for tiltak langs jernbanestrekninger med stor trafikk.

Tabell 1: Utdrag fra T-1442/2012, anbefalte støygrenser ved planlegging av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Alle tall oppgitt i dB, innfallende lydtryknivå.

Kilde	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor vinduer til rom med støyfølsom bruksformål	Støynivå utenfor soverom natt kl. 23 – 07
Bane	L_{den} 58 dB	L_{5AF} 75 dB

- Grenseverdiene for støynivå utenfor rom med bebyggelse med støyfølsom bruksformål gjelder i den beregningshøyde som er aktuell for den enkelte bo-/oppholdsenhet.
- Grenseverdiene for uteoppholdsareal må være tilfredsstillende for et nærområde i tilknytning til bygningen som er avsatt og egnet til opphold og rekreasjonsformål, jfr. definisjon i kap.6. Beregningshøyden for uteoppholdsareal skal være minimum 1,5 meter over terreng, eventuelt over balkong- eller terrassegulv.

Kommuneplanbestemmelser

Ringsaker og Hamar kommune har bestemmelser og retningslinjer for støy nedfelt i kommuneplanenes arealdel. Der det ikke er angitt særlige bestemmelser er det naturlig å benytte nasjonal støyretningslinje. En oppsummering av bestemmelsene er gitt under.

Kommune	Kapittel	Areal/område
Stange	-	(Ingen konkrete krav)
Hamar	2.09	Arealer for lek og rekreasjon: L_{ekvT} 55 dB
	2.16	Henvisning til T-1442
Ringsaker	1.15	Henvisning til T-1442

3.1.2 Innendørs

Innendørs støy blir ikke vurdert som en del av konsekvensutredningen. Innendørs støy vil bli utredet senere. Teknisk forskrift (*TEK10 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*, 2010) skal legges til grunn for vurderingene. Støynivåene innendørs skal tilfredsstillende kravene i teknisk forskrift / NS8175 klasse C, ev. klasse D (*NS 8175:2012. Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*, 2012) der kost/nytte-forhold gjør det urimelig å gjennomføre klasse C.

Erfaringsmessig vil bygninger med utendørs lydnivå på fasade under grenseverdi ha innendørs støynivå som møter krav i teknisk forskrift. Der beregnet utendørs lydnivå overskrider grenseverdi, kan det være behov for tiltak, enten på bygningen i form av fasadetiltak på én eller flere boenheter, eller i form av skjermingstiltak langs jernbanen.

3.2 Anleggsfasen

Miljøverndepartementets T-1442/2012 oppgir grenseverdier for begrenning av støy fra bygg- og anleggsvirksomhet. Grensene gjelder for anlegg med total driftstid mindre enn 6 uker, for lengre driftstid skjerpes grenseverdiene for dag og kveld i

tabell 2 med verdiene vist i

tabell 3.

Tabell 2: Anbefalte basis støygrenser utendørs for bygg- og anleggsvirksomhet. For lengre driftstid enn 6 uker skjerpes grensene for dag og kveld. Grensene gjelder frittfelt ekvivalent lydtryknivå utenfor rom med støyfølsom bruk.

Bygningstype	Dag (07-19)	Kveld (19-23) L _{pAeq4h}	Natt (23-07) L _{pAeq8h}
	L _{pAeq12h}	Søn- / helligdag (07-23) L _{pAeq16h}	
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	65 dB	60 dB	45 dB
Skole, barnehage	60 dB i brukstid		

Tabell 3: Korreksjon av grenseverdiene for dag og kveld som følge av anleggsperiodens eller driftsfasens lengde.

Anleggsperiodens eller driftsfasens varighet	Grenseverdiene for dag og kveld i Tabell 2 skjerpes med:
Fra 0 til og med 6 uker	0 dB
Fra 7 uker til og med 6 måneder	3 dB
Mer enn 6 måneder	5 dB

Arbeider om natten bør ikke forekomme. Ved arbeid i nattperioden bør maksimalt lydnivå ikke overskride ekvivalentnivå med mer enn 15 dB, det vil si 45 + 15 = 60 dBA. I tillegg bør støygrensene skjerpes med 5 dB dersom arbeidene har karakteristiske trekk av impulslyd eller rentoner.

Som hovedregel skal grenseverdier for utendørs lydnivå benyttes. Ved arbeid i samme bygningskropp eller der høyt utendørsnivå bare kan avbøtes med isoleringstiltak, gjelder grensene i

tabell 4 innendørs. Disse korrigeres ikke for langvarige arbeider.

Tabell 4: Anbefalte støygrenser innendørs for bygg- og anleggsvirksomhet. Grensene gjelder ekvivalent lydtryknivå i rom med støyfølsom bruk.

Bygningstype	Dag ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Kveld (L_{pAeq4h} 19-23) Søn- / helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	40 dB	35 dB	30 dB
Skole, barnehage	45 dB i brukstid		

Svært støyende arbeid som spunting, pigging og sprengning i nærføring av boliger bør varsles til berørte i forkant av oppstart. Vibrasjoner som følge av massetransport, sprengninger og annen transport bør vurderes under anlegget. Ved komprimering bør man ved bruk av tungt vibrasjonsutstyr ta hensyn til rystelsesskader som kan oppstå på bygninger i nærheten.

4 Forutsetninger og metode

4.1 Beregningsmetode

Utendørs lydutbredelse er beregnet etter Nordisk regnemetode for jernbanestøy (*Railway Traffic Noise - Nordic Prediction Method*, 1996). Det er etablert en digital beregningsmodell på grunnlag av tilgjengelig digitalt kartverk og prosjekterte alternativer for jernbanestrekningene. Beregningene er utført med CadnaA versjon 4.6 (*CadnaA*, 2015).

De viktigste inngangsparametere for beregningene er vist i

tabell 5. Retningslinjene angir støygrenser som frittfelt lydnivå. Med frittfelt menes at refleksjoner fra fasade på angjeldende bygning ikke skal tas med. Øvrige refleksjonsbidrag medregnes (refleksjoner fra andre bygninger eller skjerm). For støysonekartene er alle 1.ordens refleksjoner tatt med, mens lydnivå på bygningsfasader er såkalt frittfelt.

Tabell 5: Viktigste beregningsparametere

Egenskap	Verdi
Refleksjoner	1. ordens refleksjoner
Markdempning	Generelt myk mark. Hard mark for vannflater
Refleksjonstap bygninger	1 dB
Maksimal søkeavstand	1 200 m
Beregningspunktens høyde over terreng for støysoner	1,5 m
Oppløsning støysonekart	5 x 5 m

Jernbanetrafikk i tunnel medfører støyemisjon fra tunnelåpningene. Bidraget er størst nær åpningene og i kjøreretningen, men på avstander over ca.100m er det neglisjerbart sammenlignet med bidrag fra linjene i dagen før og etter tunnelene. Støy fra tunneler inkluderes i støyberegningene i reguleringsplanfasen når trasé er valgt og portalene er nøyaktig plassert.

Trafikk på stålbruer uten ballast og over sporveksler gir lokalt økt støyemisjon. Virkning av dette tas hensyn til om nødvendig i neste planfase når detaljeringsnivået er høyere. Så langt er det planlagt at alle bruer utføres med ballast på betong.

Støybidrag fra tunneler, bruer og sporveksler er altså ikke inkludert i beregningene presentert her, men selv om dette kan gi feil for enkelte mindre områder har det ubetydelig effekt på den totale konsekvensen av tiltaket.

4.2 Trafikkdata

Støyberegningene er basert på følgende hoveddata for trafikk:

- Forventet antall togpasseringer per døgn i år 2050
- Fordeling av trafikk over døgnet
- Hastighet for strekningene

Trafikk i fremtidig situasjon er opplyst av Jernbaneverket.

Trafikkdata for Dovrebanen som er benyttet i beregningene er vist i

tabell 6 og tabell 8. For dagens trafikk er det benyttet mer detaljerte trafikk tall enn det som vises i denne tabellen, tabellen viser bare gjennomsnittlig trafikk for hele strekningen Sørli – Brumunddal. For strekningen Hamar, forbi Vikingskipet og videre mot IIseng er det i dagens situasjon benyttet tall vist i tabell 7. For fremtidig situasjon er det benyttet samme trafikk tall som for Dovrebanen for å gi en konservativ estimering av støyen langs denne strekningen.

Tabell 6: Trafikktall for Dovrebanen i dagens situasjon. Tallene representerer et gjennomsnitt for strekningen Sørli – Brumunddal og mer detaljerte tall er benyttet for hver delstrekning. Tallene er gitt i antall togmeter.

Togtype		Togmeter			Hastighet
		Dag	Kveld	Natt	[km/t]
Lokal/region	BM70	2 593	787	452	111
Lokal/region	EL18	654	28	343	111
Fjerntog	BM93	340	220	16	111
Godstog (EL-lok)	goodsEL	1 340	800	1 008	87
Godstog (diesel)	goodsDI	700	401	1 009	87

Tabell 7: Trafikktall for Hamar – Ilseng i dagens situasjon. Tallene representerer et gjennomsnitt for strekningen Sørli – Brumunddal og mer detaljerte tall er benyttet for hver delstrekning. Tallene er gitt i antall togmeter.

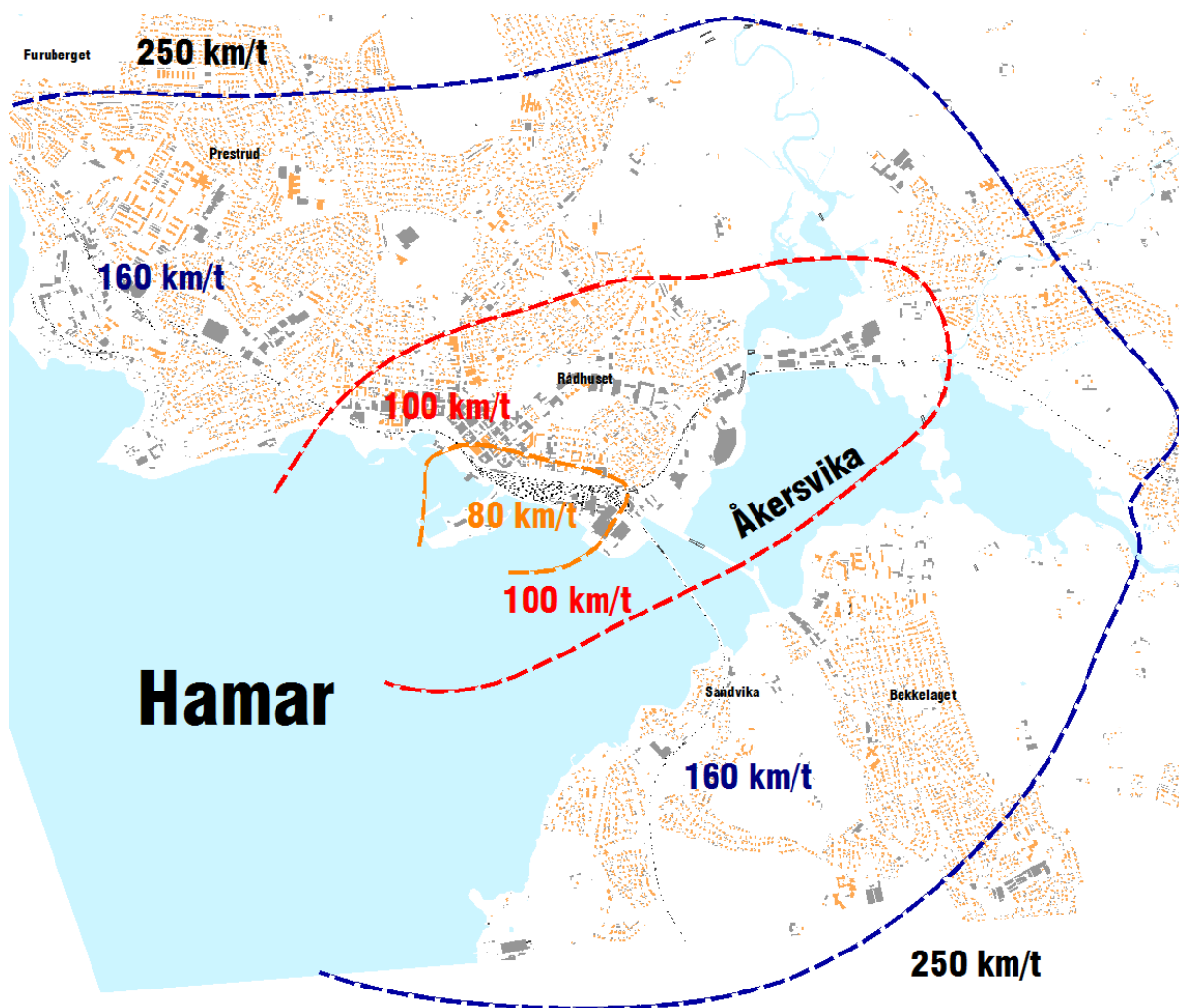
Togtype		Togmeter			Hastighet [km/t]
		Dag	Kveld	Natt	
Region (diesel)	BM93	325	73	0	107
Godstog (diesel)	godsDI	114	4	114	84

Tabell 8: Trafikktall for Dovrebanen i fremtidig situasjon. Tallene er gitt i antall togmeter.

Togtype		Togmeter			Hastighet [km/t]
		Dag	Kveld	Natt	
Lokal/region	NSB BM74	22 788	4 220	5 064	250
Fjerntog	NSB BM73	1 302	434	434	250
Godstog	EL19 / CE119	7 200	4 800	9 600	100
Tømmertog	EL19 / CE119	0	0	3 000	80

- Det er antatt godstog med lengde 600 meter, men det er også mulighet for lengde 750m
- Tallene forutsetter at lokale og regionale tog kjører doble togsett i perioden kl.05-20, og enkle sett fra kl.20-01, og ingen persontrafikk i perioden kl.01-05.

Hastighetene er som oppgitt i tabell 8 gjelder for store deler av strekningen, men gjennom Hamar er det lagt begrensninger på maksimal hastighet. Begrensningene som er gitt er vist i figur 1.



Figur 1: Begrensning av hastighet gjennom Hamar. Figuren viser en øvre hastighet for togene gjennom Hamar. Data er hentet fra konseptvalgutredningen som ble utarbeidet i 2013. Det er bare alternativene gjennom korridor 1 i Hamar som har fartsgrensen 80 km/t gjennom stasjonen.

4.3 Bygninger og antall personer

Det er gjennomført en optelling av bygninger med støyfølsomt bruksformål som har støy over grenseverdi. Dette er basert på beregninger av støy på fasade og tar utgangspunkt i det høyeste lydnivået som er beregnet på fasaden. Med støyfølsomme bygninger menes definisjonen gitt i kapittel 2.

Videre er det på bakgrunn av antall støyfølsomme bygninger beregnet antall fast bosatte personer som vil være berørt av støy over grenseverdi fra jernbanen. Dette er basert på gjennomsnittlig antall personer per boenhet for kommunene Stange, Hamar og Ringsaker hentet fra Statistisk Sentralbyrå og er vist i tabell 9. Antall boenheter per bygning er hentet fra digitalt kartgrunnlag.

Tabell 9: Antall personer per boenhet per bygningstype. Tallene er hentet fra Statisk sentralbyrå 15.01.2016

Bygningstyper	Eneboliger	Tomannsboliger, rekkehus og	Øvrige boenheter (bl.a. studentboliger,
---------------	------------	-----------------------------	---

		boligblokker	sykehjem,
Antall personer per boenhet	2,4	1,7	1,4

4.4 Avbøtende tiltak

4.4.1 Langsgående skjermingstiltak

I konsekvensutredningen er det gjennomført beregninger for 2 situasjoner. For den ene situasjonen er det benyttet sammenhengende skjerming plassert 10 m fra senterlinjen til jernbanen og med en høyde på 3 m relativt til sporet. Den andre situasjonen er en tenkt situasjon uten skjermingstiltak langs spor (kun det som terreng og skjæringer gir).

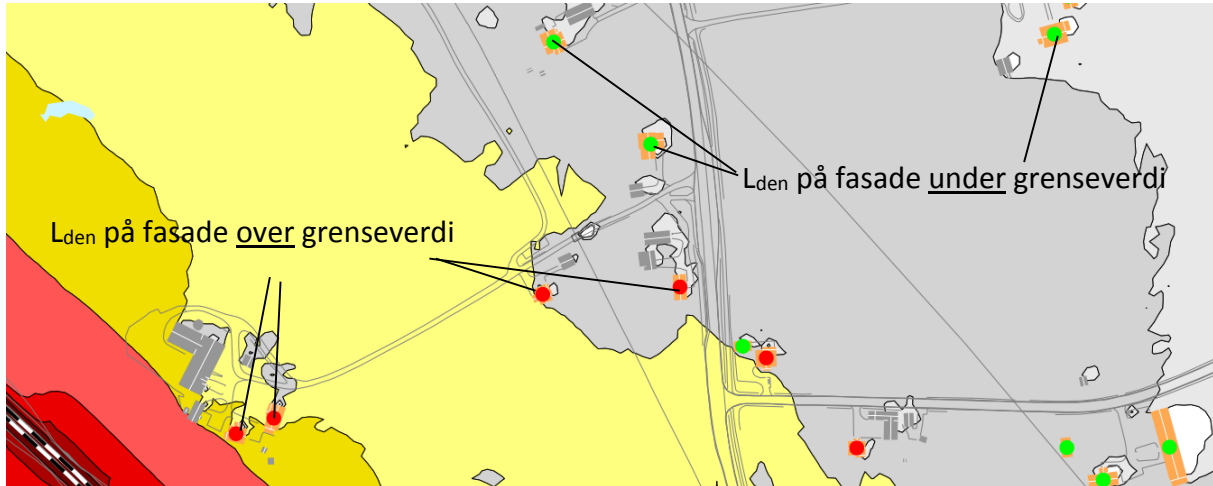
Resultatene fra disse løsningene med og uten kontinuerlig langsgående skjermingstiltak danner ytterpunkter. En realistisk gjennomføring av Intercity-prosjektet vil gi en støybelastning som sannsynligvis ligger mellom disse ytterpunktene der man etter å ha tatt hensyn til tekniske og estetiske fag ikke kan skjerme i like stor grad som det som er benyttet i beregningene i KU-fasen.

4.4.2 Lokale støytiltak

Der langsgående skjermingstiltak ikke er tilstrekkelig for å møte grenseverdi for støy, skal det vurderes lokale støytiltak. Disse tiltakene kan omfatte fasadeisolering og lokale støyskjermer. Det er antatt at alle bygninger med støyfølsomt bruksformål og beregnet støynivå over grenseverdi (L_{den} 58 dB) skal vurderes for lokale støytiltak.

5 Beregningsresultater

Det er produsert tegninger som viser beregnet L_{den} støynivå på terreng og hvilke bygninger som har støynivå på fasader over/under grenseverdi. Sistnevnte er markert med henholdsvis røde og grønne markører som vist i figur 2 nedenfor.

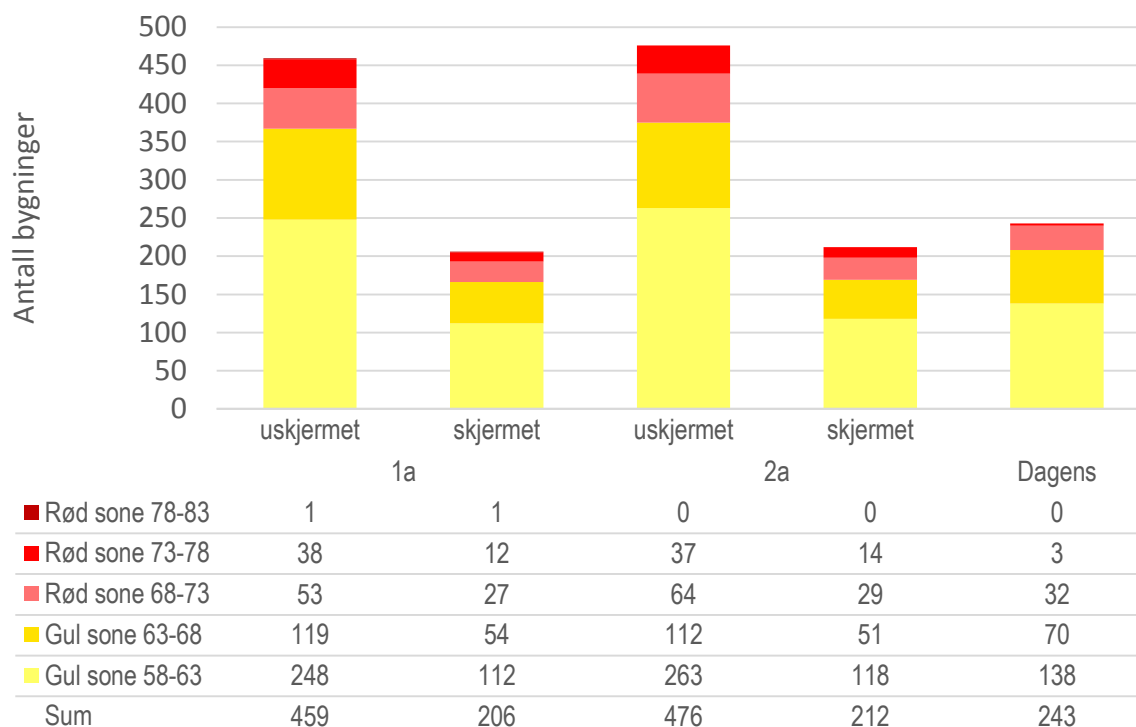


Figur 2: Resultatkart for støyberegning. Støynivå er beregnet til alle relevante etasjehøyder for bygninger med støyfølsomt bruksformål. Røde indikatorer betyr at det er forventet L_{den} over grenseverdi og lokale tiltak kan være påkrevet. Bygninger som ikke har støyfølsomt bruksformål er ikke undersøkt og vist i grå farge. Støysonene viser støynivå på terreng.

Antall bygninger og boenheter med støy over grenseverdi (beregnet lydnivå tilsvarende gul og rød støysone) er telt opp for de ulike alternativene, med og uten skjerming langs sporene. Resultater er vist i etterfølgende avsnitt.

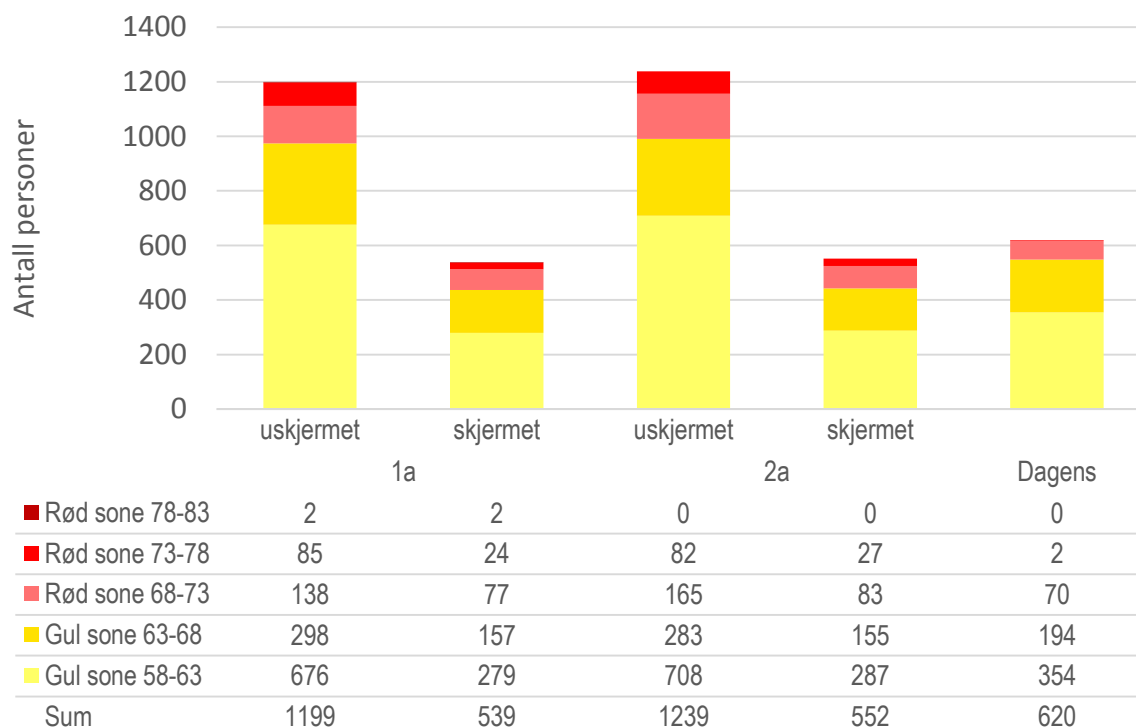
5.1 Strekning 56, Stange (Sørli – Bekkelaget)

5.1.1 Antall bygninger med støy over grenseverdi



Figur 3: Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon

5.1.2 Antall personer i boliger med støy over grenseverdi



Figur 4: Antall personer i boliger der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon.

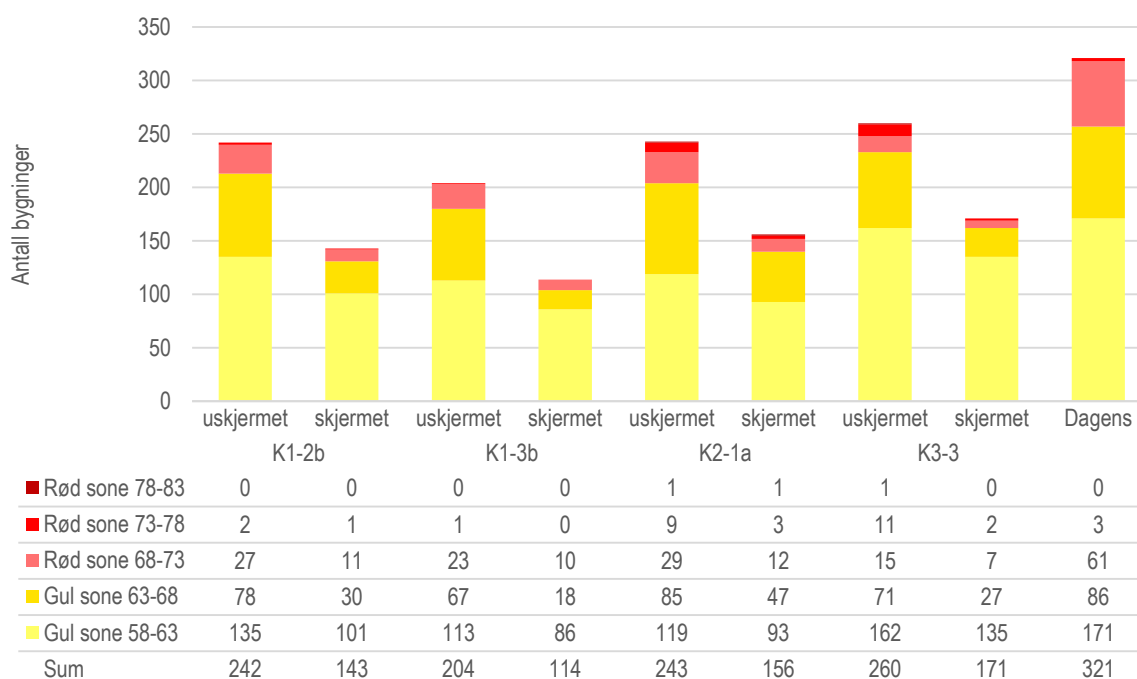
Beregningsresultatene viser at det er liten forskjell på de to alternativene på strekningen.

Sammenlignet med dagens trafikk beregnes en dobling av antall støyutsatte personer hvis det ikke skjermes langs sporene. Med skjerming viser beregningene at det kan oppnås betydelig støyreduksjon, slik at støyeksposeringen i teorien kan bli tilsvarende dagens nivå. I praksis må det antas at flere delstrekninger ikke er egnet for skjerming og at det realistiske antallet personer med støy over grenseverdi ligger et sted mellom tallene for skjernet og uskjernet situasjon. Det presiseres at innendørs lydforhold uansett skal møte krav i teknisk forskrift og er dermed uavhengig av skjerming langs spor. For noen bygninger kan innendørs støynivå bli redusert - selv om utendørs støynivå øker.

Det henvises til konsekvensvurdering i avsnitt 6 (side 24).

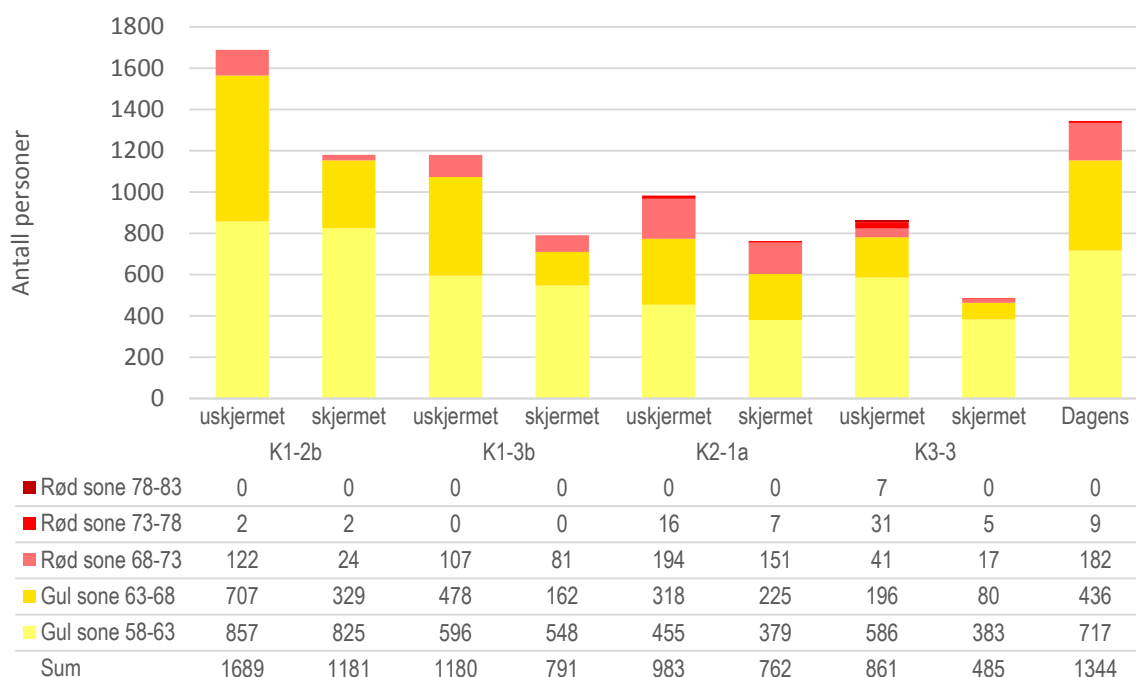
5.2 Strekning 57, Hamar

5.2.1 Antall bygninger med støy over grenseverdi



Figur 5: Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon

5.2.2 Antall personer i boliger med støy over grenseverdi



Figur 6: Antall personer i boliger der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon.

Det er kun alternativ K1-2b uten skjerming som gir flere støyutsatte personer enn i dagens situasjon. I dette alternativet passerer imidlertid jernbanen forholdsvis flere store boligbygg. Det er antatt at alle boenheter i bygningen er eksponert for det høyeste beregnede lydnivå på bygget. Dette kan medføre en overestimering av antall personer. Dette gjelder i en viss grad også for alternativ K1-3b.

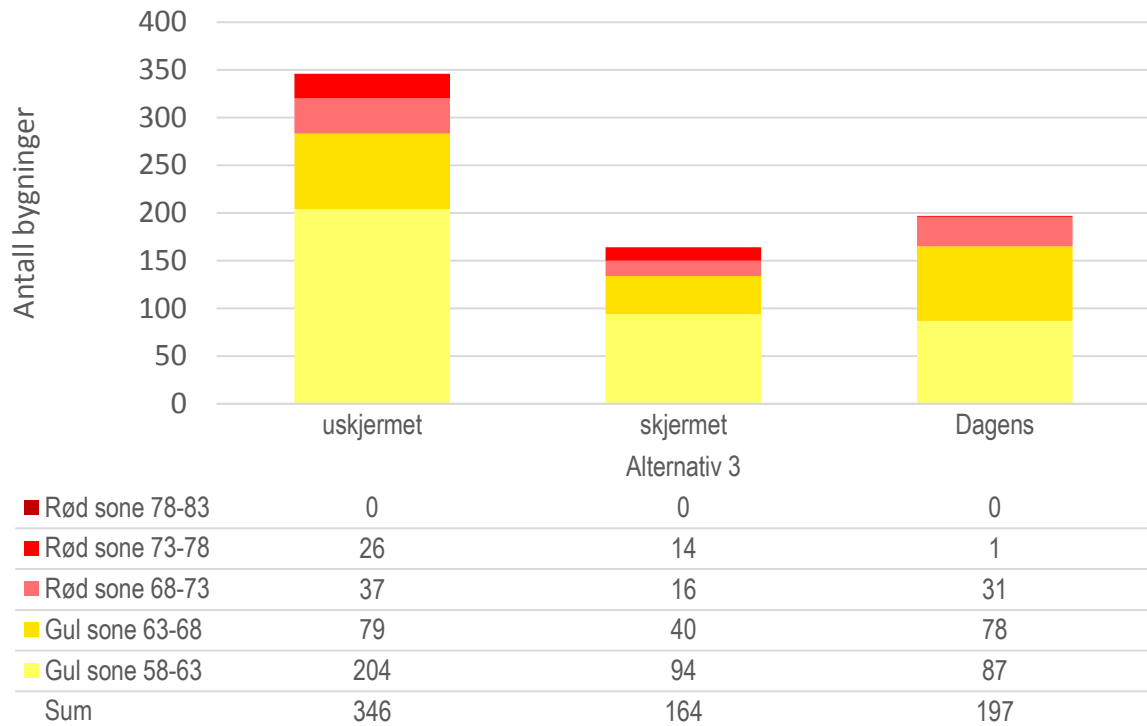
De øvrige alternativ gir færre eksponerte personer, dels fordi de trafikkerer mindre tettbygde områder og dels fordi de har lengre delstrekninger i tunnel.

Beregningene viser at med skjerming langs linjene kan det oppnås betydelig støyreduksjon. I praksis må det antas at flere delstrekninger ikke er egnet for skjerming og at det realistiske antallet personer med støy over grenseverdi ligger et sted mellom tallene for skjernet og uskjernet situasjon. Det presiseres at innendørs lydforhold uansett skal møte krav i teknisk forskrift og er dermed uavhengig av skjerming langs spor. For noen bygninger kan innendørs støynivå bli redusert - selv om utendørs støynivå øker.

Det henvises til konsekvensvurdering i avsnitt 6 (side 24).

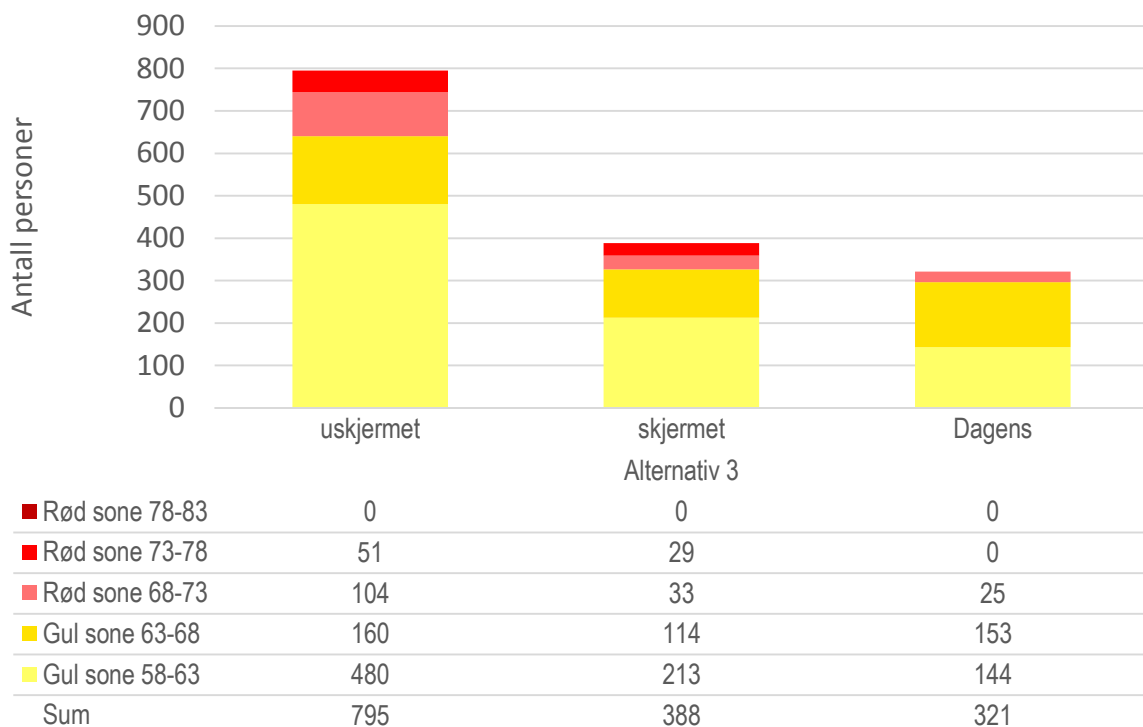
5.3 Strekning 58, Furnes (Furuberget – Brumunddal)

5.3.1 Antall bygninger med støy over grenseverdi



Figur 7: Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon

5.3.2 Antall personer i boliger med støy over grenseverdi



Figur 8: Antall personer i boliger der støynivå på fasade over anbefalt grenseverdi (L_{den} 58 dB). Støygrensen gjelder nye anlegg og kravet gjelder ikke for dagens situasjon

Det beregnes en dobling av antall støyutsatte personer sammenlignet med dagens situasjon hvis det ikke skjermes langs sporene. Med skjerming viser beregningene at det kan oppnås betydelig støyreduksjon, slik at støyeksposeringen i teorien kan bli ned mot dagens antall. I praksis vil flere delstrekninger ikke være egnet for skjerming. Det realistiske antallet personer i boliger med støy over utendørs grenseverdi ligger dermed et sted mellom tallene for skjernet og uskjermet situasjon. Det presiseres at innendørs lydforhold uansett skal møte krav i teknisk forskrift og er dermed uavhengig av skjerming langs spor. For noen bygninger kan innendørs støynivå bli redusert - selv om utendørs støynivå øker.

Det henvises til konsekvensvurdering i avsnitt 6 (side 24).

5.4 Avbøtende tiltak

5.4.1 Langsgående skjermingstiltak

Støyberegningene er gjennomført for 2 fremtidige situasjoner; én uten skjerming langs spor og én med sammenhengende, tosidig støyskjerming langs alle spor. En beskrivelse av metodikken er gitt i kapittel 4.4.

For å estimere et realistisk omfang for langsgående skjermingstiltak er det gjennomført en kvalitativ vurdering. På strekninger der det er få eller ingen boliger, jernbanen ligger i skjæring eller terrenget gir naturlig skjerming, er støyskjerming unødvendig. Resultatet av vurderingene er en modell med strekningsvis skjerming langs jernbanen. Denne modellen er benyttet til estimering av skjermingslengder og kostnader for støyskjermingstiltak, se

tabell 10 nedenfor. Skjermingsløsningene er skissert på kart i kapittel 8 (vedlegg).

Tabell 10: Estimerte kostnader for sannsynlig skjerming langs jernbanelinjene. Estimert pris for støyskjermer er NOK 10 000 per løpemeter. Estimert kostnad for støyvoller er NOK 4 000 per løpemeter. Kostnadene må ansees veiledende da spesielt kostnad for støyvoller er svært avhengig av massebalanse og tilgjengelige masser i prosjektet.

Strekning	Alternativ	Sporlengde (sum begge spor) [km]	Sannsynlig skjerming langs spor		Estimert kostnad [MNOK]
			Skjermer [km]	Voller [km]	
56 Sørli - Bekkelaget	1a	27	4	10	80
	2a	24	4	10	80
57 Hamar	K1 2b	13	5	1	60
	K1 3b	12	4	1	50
	K2 1a	15	3	1	40
	K3 3	16	5	1	50
58 Furuberget - Brumunddal	3	16	3	0	33

I avsnitt 6.3 gir figur 10 - figur 12 en grafisk presentasjon av estimerte kostnader, inkludert de antatt nødvendige lokale støytiltak i avsnitt 5.4.2. Kostnadene i

tabell 10 er betegnet «Langsgående tiltak» i figur 10 - figur 12.

5.4.2 Lokale støytiltak

Tiltaket vil utløse krav som gjelder lydforhold i og utenfor bygninger. Kravene er gitt i § 8-4 i «Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk» (TEK). Bygningsmyndighetenes krav til tilfredsstillende lydforhold er møtt når grenseverdiene i NS 8175, lydklasse C er møtt.

NS 8175 er tilpasset T-1442 slik at utendørs grenseverdier for boliger i klasse C er i samsvar med grenseverdier i T-1442. Krav til innendørs lydnivå fra utendørs kilder for boliger er vist i tabell 11.

Tabell 11: Utdrag fra forskrift Norsk Standard NS 8175: "Lydforhold i bygninger". Høyeste grenseverdi for innendørs A-veid døgnkvalivalent lydtryknivå og maksimalt lydtryknivå fra utendørs kilder, lydklasse C. Alle tall er A-veid lydnivå i dB re 20 µPa.

Type område	Målestørrelse	Krav
I oppholds- og soverom fra utendørs kilder	$L_{pA,ekv,24t}$ [dBA]	30
I soverom fra utendørs kilder	$L_{pA,maks}$ * [dBA]	45

*Fortsatt mer enn 10 hendelser over grenseverdi pr natt.

Krav i tabell 11 skal overholdes i alle bygninger der teknisk forskrift setter grenser for støynivå fra utendørs kilder, også der utendørs lydnivå er høyt, for eksempel på grunn av at skjerming langs sporet ikke er gjennomførbart eller ønskelig. Kartlegging av innendørs støyforhold er ressurskrevende og krever av utendørs støysituasjon er bestemt presist. Denne detaljkartleggingen gjøres derfor normalt i byggeplanfasen. I reguleringsplan vil det angis hvilke bygninger som skal utredes for fasadetiltak.

Ingen lokale støytiltak er altså vurdert i konsekvensutredningen, men det er estimert hvor mange bygninger som i senere faser vil måtte utredes for lokale støytiltak. I støysonkartene er de merket med røde indikatorer. Bygninger som ikke har behov for lokale tiltak er markert med grønne indikatorer. Vegdirektoratets Ambisjonsnivåmetode (*Ambisjonsnivåmetoden*, 2008) beskriver metodikk for å bestemme sannsynlige kostnader til lokale skjermingstiltak basert på utendørs støyinnivå. Metoden angir forventet kostnad på ca. NOK 30 000 per dB over grenseverdi. Erfaringene gjelder vegtrafikkstøy. Enhetsprisen fra 2007 er justert for kostnadsutvikling til 40 000 per dB over grenseverdi. Resultat er vist i

tabell 12.

Tabell 12: Estimerte kostnader for lokale støytiltak. Estimert kostnad er NOK 40 000 per dB over L_{den} 58 dB (grenseverdi).

Strekning	Alternativ	Estimert kostnad [MNOK]		
		HØY	LAV	SANNSYNLIG
		ingen skjerming ved spor	full skjerming ved spor	delvis skjerming ved spor
56 Sørli - Bekkelaget	1a	102	46	50
	2a	106	46	50
57 Hamar	K1 2b	49	22	25
	K1 3b	42	17	25
	K2 1a	54	31	35
	K3 3	48	22	25
58 Furuberget - Brumunddal	3	77	36	40

I avsnitt 6.3 gir figur 10 - figur 12 en grafisk presentasjon av estimerte kostnader, inkludert de antatt nødvendige langsgående skjermingstiltak i avsnitt 5.4.1. Kostnadene for «sannsynlig skjerming» i

tabell 12 er benyttet og betegnet «Lokale tiltak» i figur 10 - figur 12.

5.5 Støysonkart

Støysonkart er utarbeidet for alle alternativ. Kartene viser forventet L_{den} støyinnivå på terreng (1,5 m høyde) og bygninger med støyfølsomt bruksformål der støygrensene i T-1442 forventes å bli overskredet.

- Strekning 56, Stange (Sørli – Bekkelaget)
- Strekning 57, Hamar
- Strekning 58, Furnes (Furuberget – Brumunddal)

5.6 Støyplageindeks SPI

På bakgrunn av beregnet lydnivå på fasader er støyplageindeks (SPI) beregnet. Indeksverdien beregnes ved å multiplisere antall eksponerte personer innen hvert støyinnivå med gjennomsnittlig plagegrad (GP) for dette lydnivået.

Gjennomsnittlig plagegrad viser hvor mye plage en gjennomsnittsperson opplever ved ulike lydnivåer fra ulike kilder på en plagegradsskala fra 0 til 1. For støy fra jernbane er den generelle plagegraden GP beregnet ved uttrykket

$$GP = 1,58 * (L_{den} - 45,4) / 100, \text{ der } L_{den} \text{ er lydnivå på boligens fasade.}$$

Sammenhengen mellom støynivå og plagegrad har fremkommet gjennom spørreundersøkelser.

SPI for hvert alternativ og delstrekning fremkommer ved å summere estimert SPI for alle boligene på strekningene. Dette gir SPI som vist i

tabell 13.

Tabell 13: Beregnet støyplageindeks SPI. Resultatene for skjermet situasjon er med tosidig kontinuerlig skjerming på alle strekninger i dagen. SPI for realistisk skjerming langs spor er et estimat basert på SPI for uskjermet og kontinuerlig skjermet situasjon.

Strekning	Dagens	Alternativ	Uskjermet	Skjermet	
			Ingen skjerming ved spor	Sammenhengende skjerming ved spor	Realistisk skjerming ved spor
56 Sørli - Bekkelaget	400	1a	560	370	420
		2a	570	360	420
57 Hamar	850	K1 2b	920	670	720
		K1 3b	720	530	580
		K2 1a	640	450	500
		K3 3	650	450	500
58 Furuberget - Brumunddal	200	3	520	350	400

5.8 Støykonsekvenser i anleggsfasen

Det henvises til fagrapport for anleggsgjennomføring ICP-56-A-26207.

Støy i anleggsfasen vil i hovedsak være relatert til bygging av spor og anleggsveier i dagsonene samt driving av tunneler. Riggområder, massedeponier og knuseverk vil lokalt kunne gi støy til omgivelsene, og plassering må velges slik at de negative konsekvensene blir minst mulig.

Boliger, helse- og pleieinstitusjoner, barnehager og skoler er mest sårbare for støy. Anleggsarbeid med spesielt høye støynivåer kan også medføre behov for støytiltak for arbeidsplasser.

Før bygging skal det gjennomføres støyberegninger som gir prognoser for støy i anleggstiden. Faseplaner og beskrivelse av anleggsgjennomføringen vil sammen med prognosene gi informasjon om tiltaksbehov og konkrete støygrenser. For spesielt langvarige og støyende arbeider kan det være aktuelt å gjennomføre målinger av støy.

5.8.1 Bygging av spor og stasjoner

Arbeidet innebærer tilkjøring av masser og utstyr, fjerning av fjell og sprengmasser spesielt i skjæringer (boring, sprengning, spunting/pæling, pigging), Luftoverført støy fra arbeidet vil naturlig følge traséen og anleggsveiene der transporten foregår.

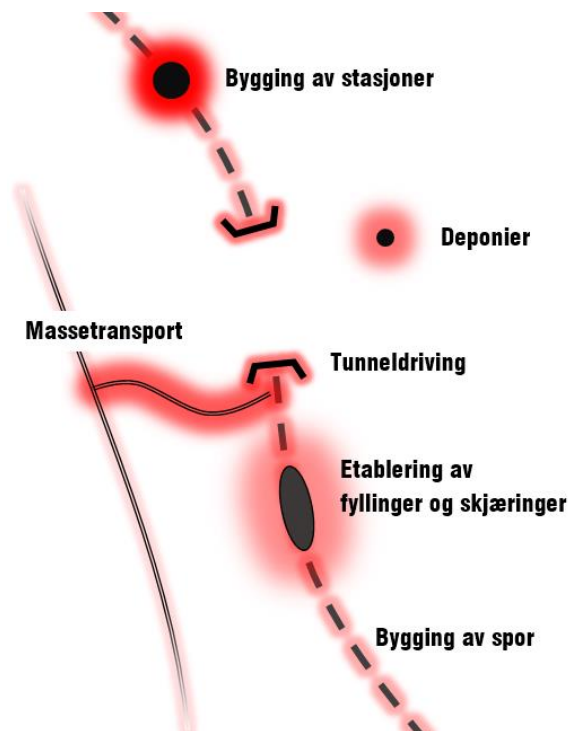
Bygging av stasjoner vil være støymessig utfordrende, spesielt når det etableres åpne byggegrøper i liten avstand til bebyggelse med støyfølsomt bruksformål. Arbeidet inkluderer gjerne støyende aktiviteter som sprengning og spunting og pågår på samme sted i lengre tid enn ved øvrig sporarbeid. Midlertidig støyskjerming og eventuelt andre tiltak (for eksempel fasadetiltak eller tilbud om alternativ overnatting) kan være påkrevet.

5.8.2 Tunneldrift

Tunneldriving gir normalt en relativt kort periode der luftoverført støy fra driving til omgivelsene kan være problematisk. Etter en tid er den støyende virksomheten trukket så langt inn i tunnelløpet at støyemisjon fra selve drivingen vil

være betydelig redusert¹.

Sprengning kan gi høye lydnivåer og/eller rystelser i hele anleggsperioden. Innføring av gode varslingsrutiner og forbud mot sprengning om natten vil redusere negative konsekvenser av spesielt sprengningsarbeid.



Figur 9 Illustrasjon: Anleggsarbeid som kan gi utfordringer med hensyn til luftoverført støy til omgivelsene

¹ Strukturoverført støy og rystelser kan være problematisk der det er kort avstand/liten overdekning, dette er beskrevet i fagrapport strukturlyd og vibrasjoner.

Med hensyn til luftoverført støy vil transport av masser være den aktiviteten som vil ha størst varighet og som kan gi negative konsekvenser. Gunstige valg av kjøreruter og om nødvendig støyreducerende tiltak langs spesielt utsatte boliger vil være mulige avbøtende tiltak som må vurderes.

6 Konsekvensvurdering

6.1 Støykonsekvenser i anleggsfasen

Konsekvensene i anleggsfasen bestemmes blant annet av lokalisering av deponier, plassering av anleggsveier samt andel tunneler og skjæringer. Kompleksiteten til stasjoner er en viktig faktor. Enkelte av disse faktorene er uavhengig av trasévalg og heller ikke fastsatt.

For strekningen Sørli – Bekkelaget er det ingen grunn til å forvente at de 2 alternativene skal gi vesentlige forskjeller i støybelastning. Det er ingen tunnel på strekningen og forholdsvis få konstruksjoner. Støy forventes primært å være relatert til bygging av spor og stasjon i Stange. Relativt lav boligtetthet gir fleksibilitet med tanke på valg av anleggsveier.

Strekningene gjennom Hamar har forskjeller i kompleksitet som vurderes å kunne gi ulik støybelastning i anleggsfasen. Alternativene som bruker dagens stasjon (korridor 1) eller stasjon ved vikingskipet (korridor 3) vil sannsynligvis medføre mindre støyintensive arbeidsoperasjoner nær bebyggelse enn alternativet med stasjon ved rådhuset (korridor 2). Korridor 3 vil kreve noe mindre massetransport enn de andre korridorene gjennom Hamar. Høy boligtetthet og mye infrastruktur gir liten fleksibilitet med tanke på valg av for eksempel anleggsveier og riggområder.

Nord for Hamar foreligger ett alternativ. Det er ingen tunneler på strekningen. Støy forventes primært å være relatert til bygging av spor og konstruksjoner, samt stasjonen i Brumunddal.

Tabell 14: Nøkkeltall for anleggsvirksomhet. Byggetid er foreløpig ikke fastlagt, men på gå i flere år

Strekning	Alternativ	Strekningens lengde [km]	Lengde fjelltunnel /kulverter [km]	Antall Kulverter	Masser Transporteres ut/ tilføres [1000 m ³]
56 Sørli - Bekkelaget	1a	10	<1	8	850
	2a	10	<1	8	850
57 Hamar	K1 2b	12	4	1	3 400
	K1 3b	12	4	1	3 250
	K2 1a	12	4,7	1	2 900
	K3 3	13	4	1	2 100
58 Furuberget - Brumunddal	3	7	0	0	950

6.2 Støykonsekvenser i driftsfasen

6.2.1 Stange (Sørli – Bekkelaget)

Nye linjer følger i stor grad dagens trasé i bebygde områder. Størst forskjell er i nord der plan-

lagte linjer gir økt eksponering av boligområdet ved Bekkelaget. Disse områdene er i dag eksponert for støy fra vegtrafikk (Fv. 222). Dagens jernbane går lenger øst og berører der andre boligområder. Det er med andre ord liten forskjell mellom alternativ 1a og 2a. Tiltakets konsekvens er at andre boliger blir eksponert enn i dagens situasjon, men antallet er noenlunde likt.

På strekningen gjennom Stange er det størst tetthet av boliger og annen bebyggelse med støyfølsomt bruksformål (for eksempel skoler/barnehager) i områdene rundt Stange sentrum og Bekkelaget/Ottestad. Som vist vil støysituasjonen med fremtidig jernbane være avhengig av den skjermingsløsning som velges. På den ene side kan det være tekniske, estetiske eller plassmessige forhold som gjør det vanskelig å bygge effektiv støyskjerming i de tette bebygde områdene. På den andre side kan skjermingstiltak i tettbygde områder ha effekt for flere mennesker, det vil si større kost/nytte-virkning og kan dermed få høyere prioritet.

Spesielt på grunn av den økt hastighet forventes det uten skjerming omtrent en dobling av antall boliger i gul eller rød støysone på denne strekningen. Støyplageindeks øker med ca. 50%. Med effektiv, men urealistisk støyskjerming vil støysituasjonen bli som i dag. I det videre planarbeidet vil realistiske skjermingsløsninger bli utarbeidet og før dette er ferdig er det vanskelig å gi en nøyaktig prognose av fremtidig situasjon, men det må i begge alternativer forventes en viss økning av utendørs støynivå sammenlignet med dagens situasjon. Siden aktuelle krav til innendørs støynivå er strenge vil noen bygninger gis fasadetiltak og kan dermed få lavere innendørs støynivå enn i dagens situasjon.

6.2.2 Hamar

For alle alternativ vil traseen gjennom Sandvika og Jessnes endres slik at nye boliger og annen bebyggelse med støyfølsomt bruksformål (for eksempel skoler/barnehager) blir utsatt for støy fra jernbanen. Både for Sandvika og Jessnes vil tiltaket føre til at antallet støyutsatte bygninger reduseres uavhengig av valg av alternativ sammenlignet med i dag. Den endelige støysituasjonen vil være avhengig av skjermingsløsning som velges. På den ene side kan det være tekniske, estetiske eller plassmessige forhold som gjør det vanskelig å bygge effektiv støyskjerming i de tette bebygde områdene. På den andre side kan skjermingstiltak i tettbygde områder ha effekt for flere mennesker, det vil si større kost/nytte-virkning og kan dermed få høyere prioritet. For Hamar sentrum vil tiltakets ulike alternativ påvirke bebyggelsen ulikt.

Alternativ K1-2b – Dagens stasjon med bru over Hamarbukta

Ny linje følger dagens trasé igjennom Hamar sentrum og vil på denne måte ikke båndlegge nye områder med støy fra jernbanen. Tiltaket vil med andre ord ikke gi støy til så mange nye boliger sammenlignet med i dag. Uten skjerming øker støyplageindeks noe på grunn av økt trafikk, men med skjerming vil støyplogen trolig reduseres. Likevel er det dette alternativet som gir støynivåer over grenseverdi for flest antall personer og høyest støyplageindeks.

Alternativ K1-3b – Dagens stasjon med kulvert under Hamarbukta

Følger som alternativ 2b dagens trasé igjennom Hamar sentrum og vil på denne måte ikke båndlegge nye områder med støy fra jernbanen. Sammenlignet med alternativ 2b vil det bli færre berørte siden alternativet går raskere i tunnel vest for Hamar stasjon. Tiltaket øker ikke antall boliger i støysonene vesentlig sammenlignet med i dag. Uten skjerming vil støyplageindeksen reduseres sammenlignet med dagens situasjon på grunn av lang strekning i tunnel. Med effektiv

skjerming langs spor vil støyplagen reduseres ytterligere. Alternativet berører nest flest antall personer, men er også det alternativet som båndlegger minst nytt areal med støy fra jernbanen.

Alternativ K2-1a – Stasjon ved rådhuset

Dette alternativet går nedsenket gjennom sentrum i en ny trasé. Nedsenkningen gjør at støysonenes utbredelse i sentrum reduseres og antall personer som blir berørt går ned tilsvarende. Alternativet har også en relativt kort dagsone som bidrar til at færre personer blir berørt. Sammenlignet med dagens situasjon blir det i skjermet og uskjermet situasjon en støyplageindeks som er 60 – 75 % av dagens indeks, altså en betydelig nedgang. Beregningene viser samtidig at det er dette alternativet som berører nest flest bygninger, men en stor andel eneboliger gjør at det ikke totalt er så mange personer som er berørt.

Alternativ K3-3 – Stasjon ved Vikingskipet

Dette alternativet går nordøst for sentrum i en ny trasé i dagen. Dette alternativet berører flest nye bygninger med en lang dagsone, men en stor andel eneboliger gjør at det ikke er så mange personer som er berørt som i alternativene gjennom sentrumsområdene. Sammenlignet med dagens situasjon blir det i skjermet og uskjermet situasjon en støyplageindeks som er 60 – 75 % av dagens indeks, altså en betydelig nedgang.

Åkersvika

Fremtidig bane vil krysse Åkersvika omtrent i samme trase som i dag, med unntak av alternativet i korridor 3 som svinger opp mot Vikingskipet. Uten skjerm på bro over Åkersvika vil det bli en betydelig økning i støynivå for Åkersvika og beregningene viser viktigheten av skjerm på broen. Med skjerming på bro er det mulig å holde støynivået på dagens nivå eller til og med redusere lydnivået. Trase gjennom korridor 3 vil gi støy til størst område for Åkersvika.

6.2.3 Furnes (Furuberget – Brumunddal)

På strekningen er det størst tetthet av boliger og annen bebyggelse med støyfølsomt bruksformål (for eksempel skoler/barnehager) i Brumunddal. Støysituasjonen med fremtidig jernbane vil være avhengig av den skjermingsløsning som velges. På den ene side kan det være tekniske, estetiske eller plassmessige forhold som gjør det vanskelig å bygge effektiv støyskjerming i de tette bebygde områdene. På den andre side kan skjermingstiltak i tettbygde områder ha effekt for flere mennesker, det vil si større kost/nytte-virkning og kan dermed få høyere prioritet

Spesielt på grunn av den økt hastighet forventes det uten skjerming noe mer enn en dobling av antall boliger i gul eller rød støyzone. Støyplageindeks øker mest på denne strekningen (ca 250% uten støyskjerming). Dette har sammenheng med at det er tett bebyggelse langs sporet (ikke på tvers av sporet som for eksempel i Stange). Med effektiv støyskjerming kan støysituasjonen bli som i dag.

I det videre planarbeidet vil realistiske skjermingsløsninger bli utarbeidet og før dette er ferdig er det vanskelig å gi en nøyaktig prognose av fremtidig situasjon, men det må i begge alternativer forventes en viss økning av utendørs støynivå sammenlignet med dagens situasjon. Siden aktuelle krav til innendørs støynivå er strenge vil noen bygninger gis fasadetiltak og kan dermed få lavere innendørs støynivå enn i dagens situasjon.

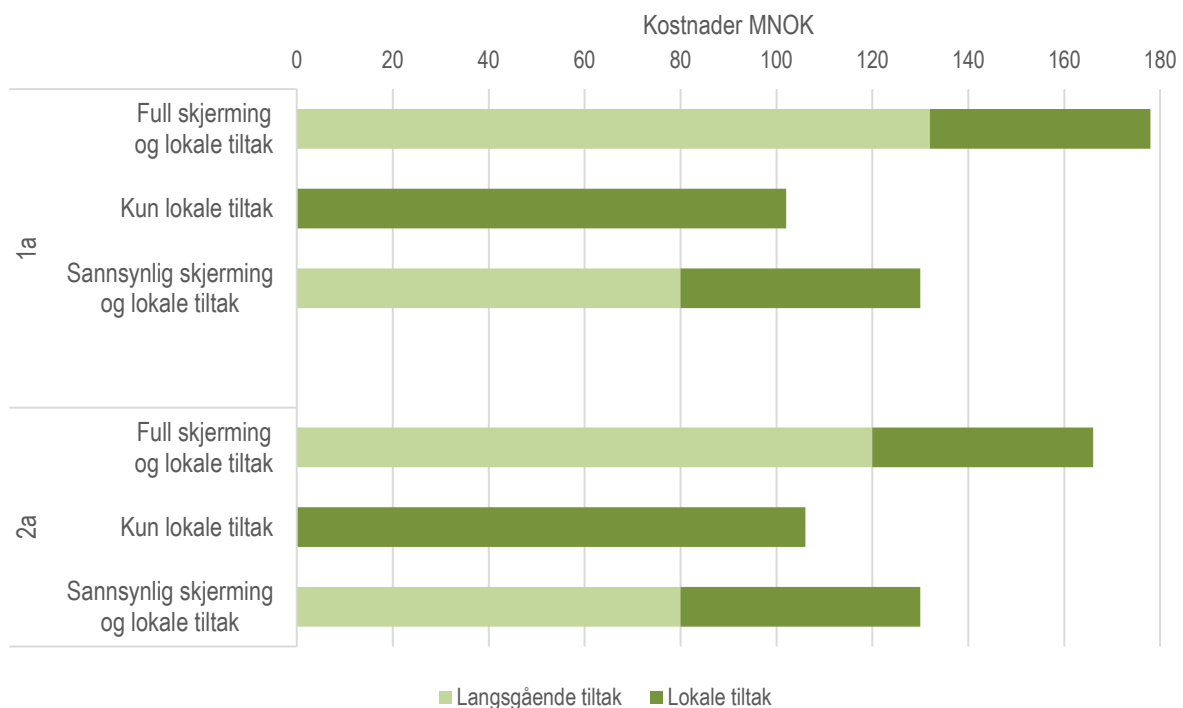
6.3 Kostnader

Basert på forutsetningene i avsnitt 4.4 er kostnadene til støytiltak oppsummert og vist under. Det er skilt mellom langsgående skjermingstiltak (støyskjermer og voller) og lokale skjermingstiltak (fasadetiltak og lokale støyskjermer). Kostnadsestimatet for «Full skjerming» er naturlig nok for høyt. Løsningen uten noen form for spornær skjerming er lite sannsynlig. Estimater betegnet som «Sannsynlig skjerming» forventes å være nærmest en realistisk kostnad.

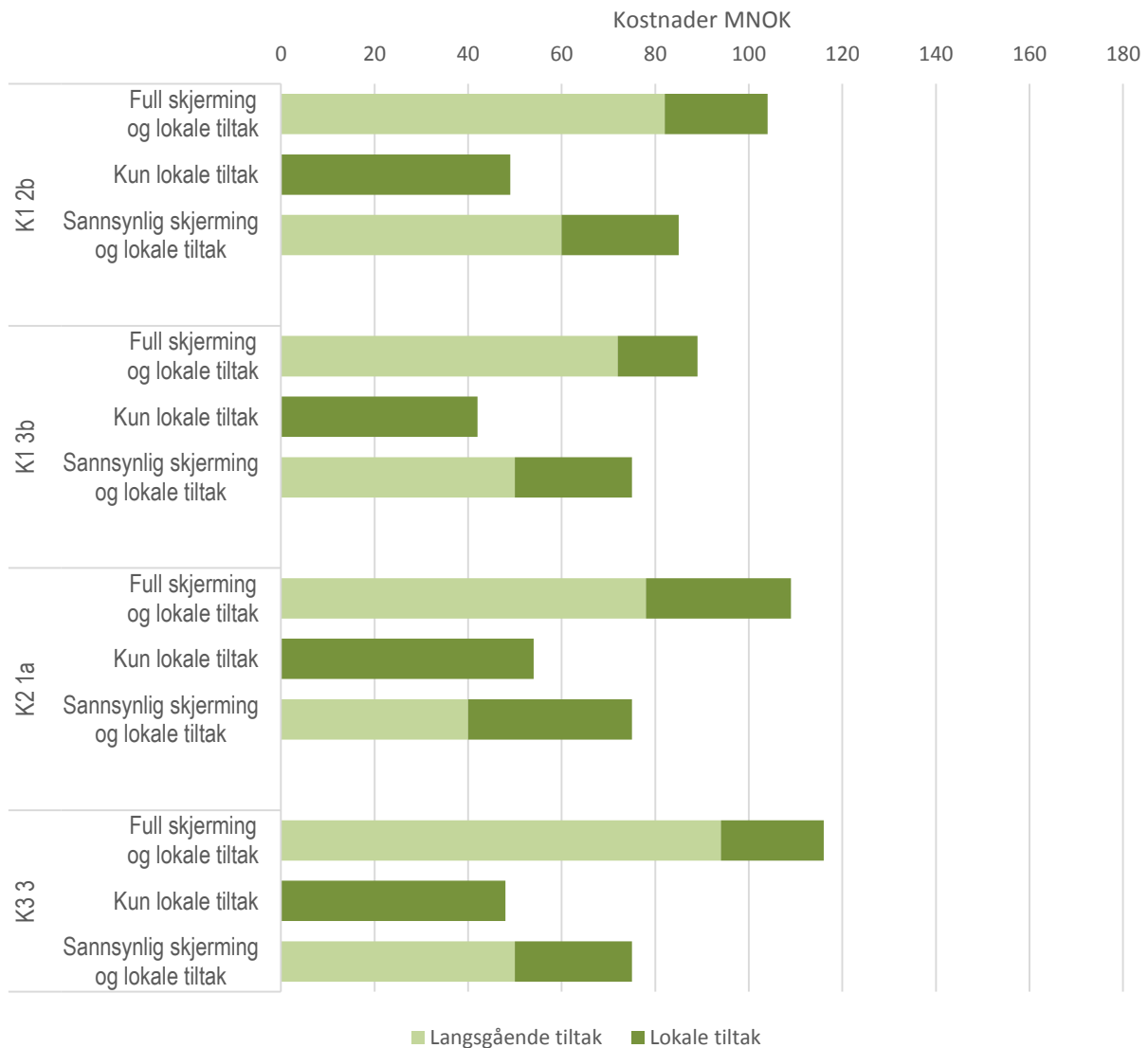
Bakgrunn for beregning av kostnader til langsgående skjermingstiltak i figur 10 - figur 12 er beskrevet i avsnitt 5.4.1 (

tabell 10). Kostnad for lokale støytiltak er beskrevet i avsnitt 5.4.2 (

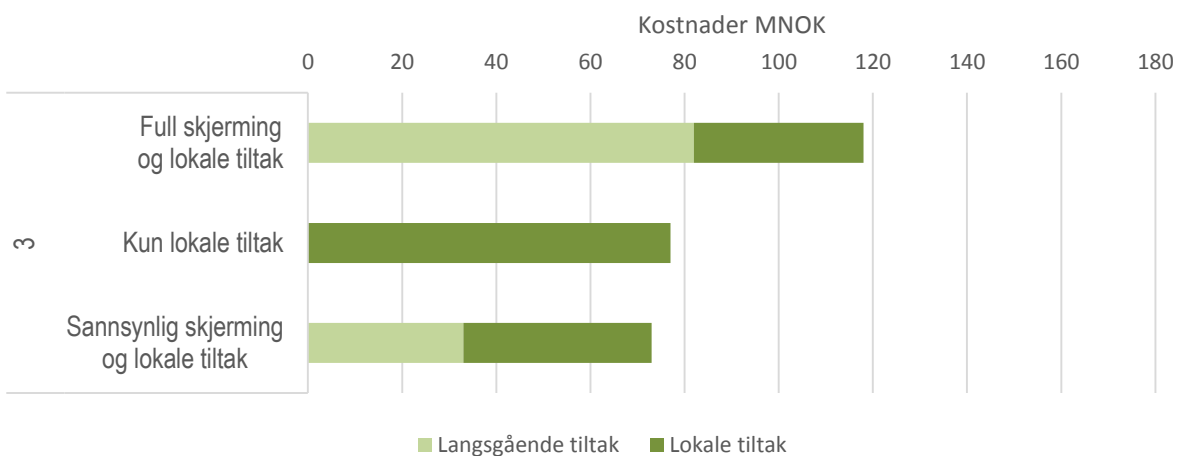
tabell 12, høyre kolonne)



Figur 10: Kostnadsestimat for støytiltak, strekning 56 Sørli – Bekkelaget. Med «full skjerming» menes sammenhengende tosidig skjerming langs alle sporene. «Kun lokale tiltak» er en situasjon uten langsgående skjerming. I «sannsynlig skjerming» er det langsgående skjermer og voller der de gir effekt og der det er skjermingsbehov. Sannsynlig skjerming er dermed et beste estimat for faktiske kostnader.



Figur 11: Kostnadsestimat for støytiltak, strekning 57 Hamar. Med «full skjerming» menes sammenhengende tosidig skjerming langs alle sporene. «Kun lokale tiltak» er en situasjon uten langsgående skjerming. I «sannsynlig skjerming» er det langsgående skjerming og vuller der de gir effekt og der det er skjermingsbehov. Sannsynlig skjerming er dermed et beste estimat for faktiske kostnader.



Figur 12: Kostnadsestimat for støytiltak, strekning 58 Furuberget – Brumunddal. Med «full skjerming» menes sammenhengende tosidig skjerming langs alle sporene. «Kun lokale tiltak» er en situasjon uten langsgående skjerming. I «sannsynlig skjerming» er det langsgående skjerming og vuller der de gir effekt og der det er skjermingsbehov. Sannsynlig skjerming er dermed et beste estimat for faktiske kostnader.

Som figurene viser er det forholdsvis små forskjeller i forventede kostnader når alternative linjer sammenlignes for delstrekning 1 og 2. Total kostnad til støytiltak vil være avhengig av tilgang på masser (til støyvuller). Total kostnad for lokale og langsgående støytiltak for strekningen Sørli – Brumunddal er estimert til 280 MNOK.

6.4 Rangering av alternativene

6.4.1 Stange (Sørli – Bekkelaget)

Med hensyn til støy er det totalt sett liten forskjell mellom alternativene, både med tanke på forventede kostnader til støytiltak og antall eksponerte boliger og personer.

6.4.2 Hamar

Med hensyn til støy gis følgende rangering av alternativene:

1. Alternativ K3-3
2. Alternativ K1-3b
3. Alternativ K2-1a
4. Alternativ K1-2b

Forskjellene i beregnet antall personer bosatt i støysonene er imidlertid ikke store. Det vurderes som enklere og mer gjennomførbart å oppnå effektiv støyskjerming i korridor 2 og 3, altså alternativ som går utenom sentrumsområdene. Samtidig kan det tenkes at behovet for lokale tiltak er mindre i korridor 1 der dagens jernbane går og her vil det båndlegges minst nytt areal med støy.

Alternativ K1-2b utpeker seg som aller dårligst. De andre alternativene skiller seg ikke like mye fra hverandre med tanke på negativ konsekvens bortsett fra at alternativ K3-3 gir størst område med støy i Åkersvika.

6.4.3 Furnes (Furuberget – Brumunddal)

Kun ett alternativ foreligger.

7 Referanser

7.1 Skriftlige referanser

Ambisjonsnivåmetoden (No. UTB 2007/17), 2008. . Vegdirektoratet, Oslo.

CadnaA, 2015. . DataKustik.

NS 8175:2012. Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper, 2012. . Standard Norge.

Railway Traffic Noise - Nordic Prediction Method (No. TemaNord 1996:524), 1996. . Nordic council of ministers.

T-1442/2012 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, 2012. . Klima- og miljødepartementet.

TEK10 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (No. FOR-2010-03-26-489), 2010. . Kommunal- og moderniseringsdepartementet.

8 Vedlegg

8.1 Støykart

Antall sider: 30

Konsekvensutredning – Fagrapport støy

Utgitt 05 2016

Utgave 1

Utgitt av Jernbaneverket

Foto Jernbaneverket

Postadresse Jernbaneverket, Postboks 4350, N–2308 Hamar

E-post postmottak@jbv.no

05280

Sentralbord/vakttelefon