

Presentasjon NAS høstmøte 2015, Trondheim

Tunnelstøy

Mannsfjelltunnelen, E39 Buvika

Audun Bekkos

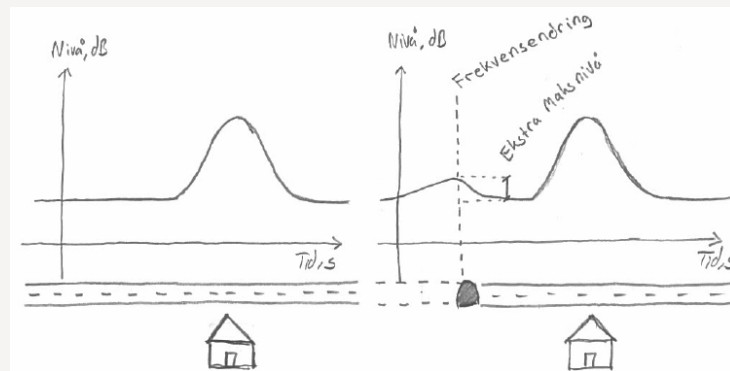


Forespørsel

- > *"Statens vegvesen ønsker å få prosjektert støyabsorberende plater i to tunnelmunninger i Skaun kommune."*
- > *"Det er tunnelstøyen som oppleves som mest plagsom og det er derfor besluttet at det skal monteres støyabsorberende plater i tunnelmunningene."*
- > *"For å høste litt mer erfaring med bruk av støydempende plater i tunnel ønsker vi å måle støy i og utenfor tunnelmunningen før og etter monteringen av platene."*
- > *"I tillegg ønsker vi en støyberegning som viser før- og ettersituasjon."*

Bekreftelse og oppgaveforståelse

- › Vanlig støyutredning (med og uten absorpsjon)
- › Målinger (før og etter absorpsjon)
 - › Vanlig trafikk
 - › Enkeltpasseringer
- › Beregne og vurdere endring i sjenanse ut ifra forhold som oppleves subjektivt sjenerende, men som ikke nødvendigvis kommer frem i ettallsverdier eller kan sammenlignes mot grenseverdier.



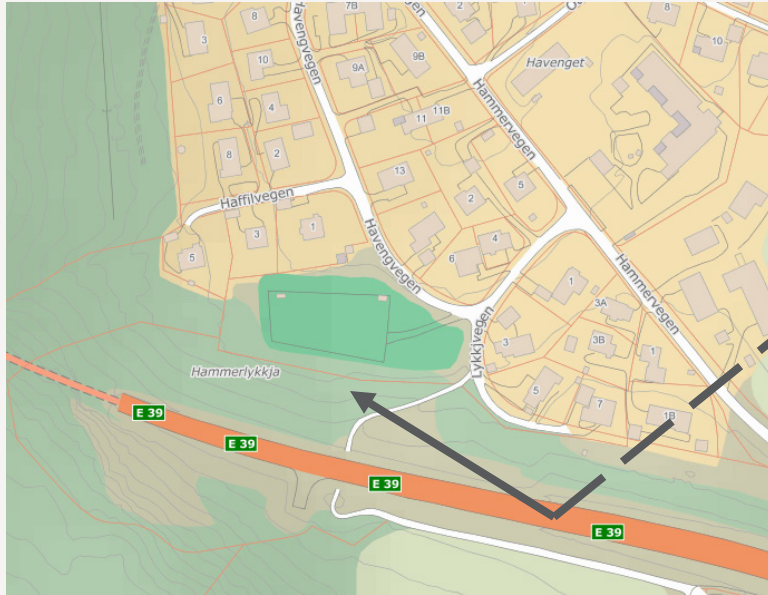
Figur fra oppgaveforståelsen - Illustrasjon av lydnivå ved bygningen som funksjon av tid for en vanlig vei og vei med tunnelmunning.

Mannsfjelltunnelen

- På E39, hovedveg vestover fra Trondheim
- 1770 m lang
- ÅDT ca. 9500
- 12% tunge
- 80 km/t



Havenget



Myndighetskrav til støy fra tunnel

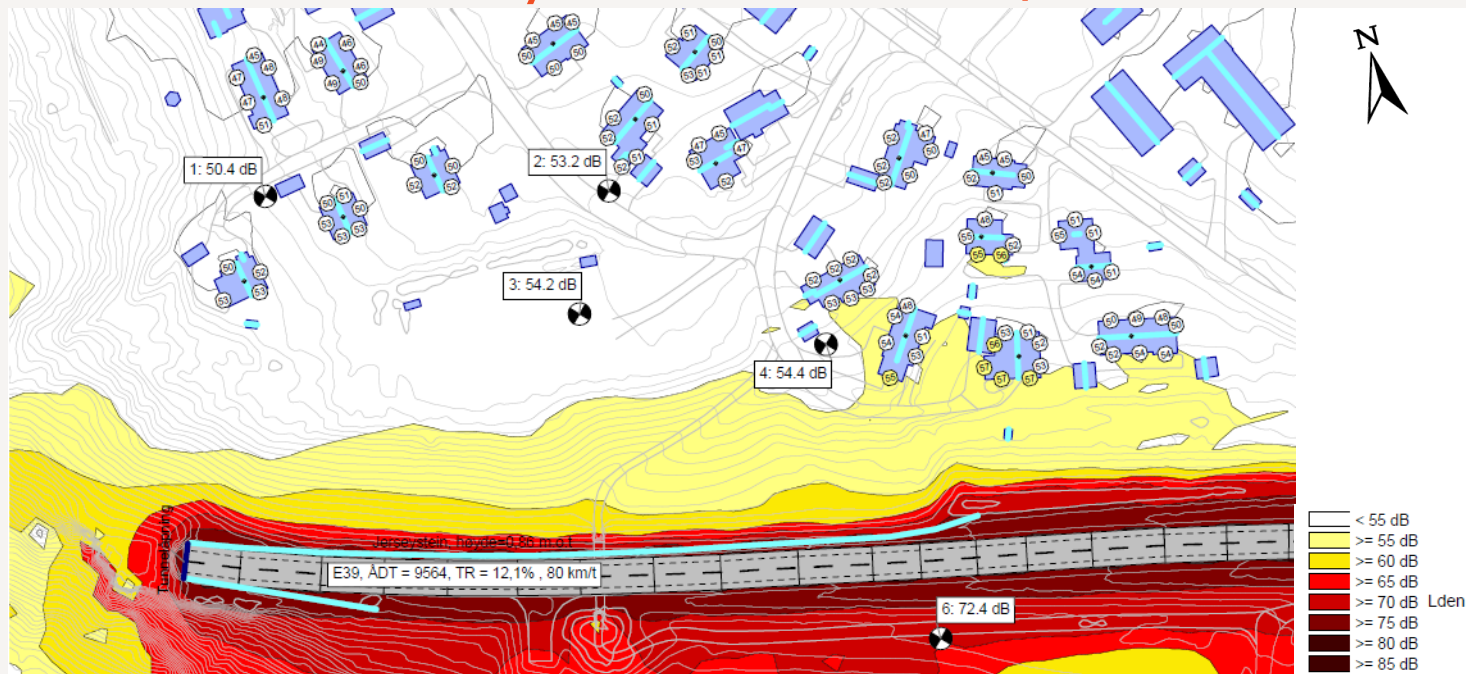
- PBL/TEK10/VTEK – Tunnel nevnes i forbindelse med strukturlyd (§13-11)
- NS 8175:2012 – Tunnel nevnes i forbindelse med strukturlyd
- T-1442/2012 – Tunnel nevnes i forbindelse med bygg- og anleggsstøy
- M-128 – 2014:
 - “regular impulsive sound”, eksemplifisert ved slaglyd fra ballspill (fotball, basketball osv.), smell fra bildører, lyd fra kirkeklokker, trykkluftutslipp, **bilpassering ved tunnelmunning**, vindmølle (pulserende lyd fra vinge), helikopter, lavtflygende militærfly, skinneskjøt, slag fra steinknuser, slag ved brofester og lignende.
- M-128 og T-1442 har samme henvisning til ISO 1996-1:2003
- ISO 1996-1:2003 nevner ikke dette som eksempel på regulær impulslydkilde

Støyberegning

- > Veg
 - > Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy
- > Tunnelåpning:
 - > Vertikal arealkilde i CadnaA
 - > Lydeffekt og direktivitet etter "Prediction of Sound radiated from Tunnel Openings" av W. Probst, 2010
 - > Støyutbredelse etter Nordisk beregningsmetode for industristøy

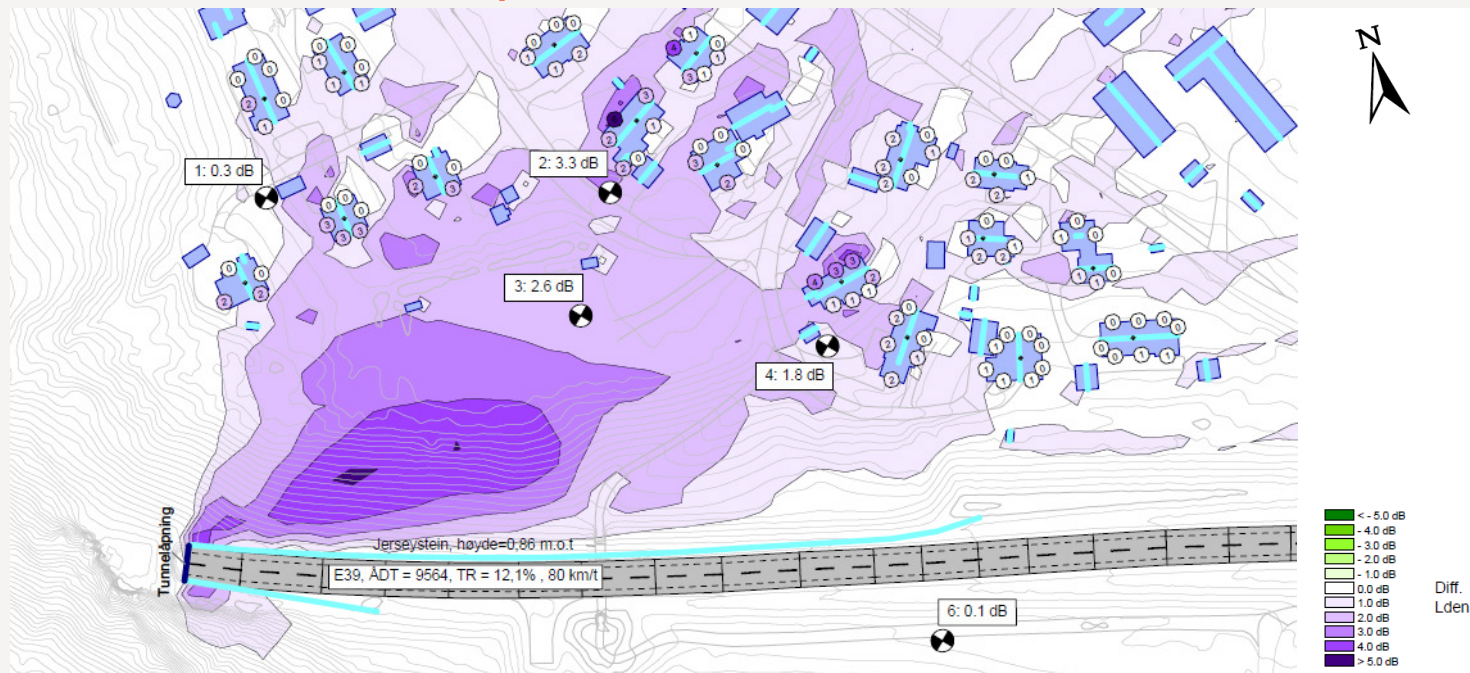
Resultat støyberegning (1/3)

I henhold til støysoner i T-1442/2012



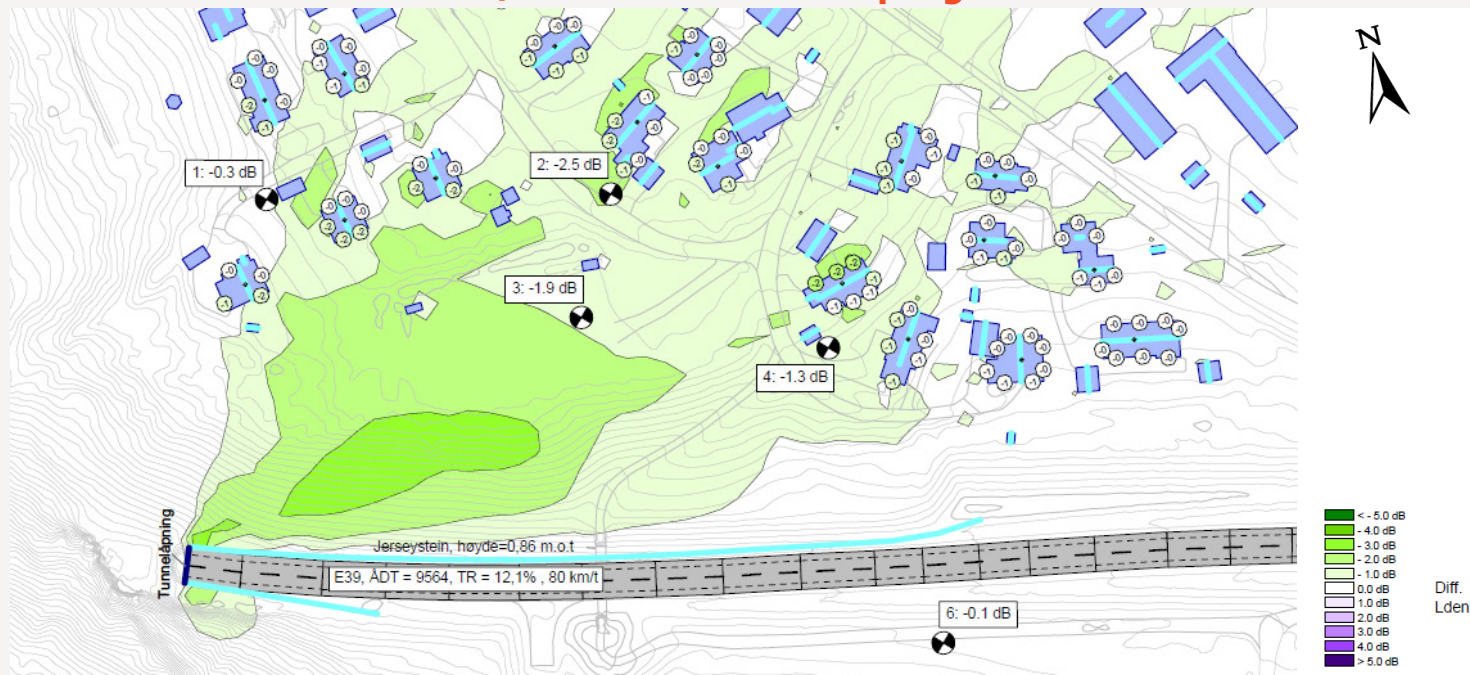
Resultat støyberegning (2/3)

Differanse med/uten tunnel



Resultat støyberegning (3/3)

Differanse med/uten absorpsjon 60 m inn i tunnel

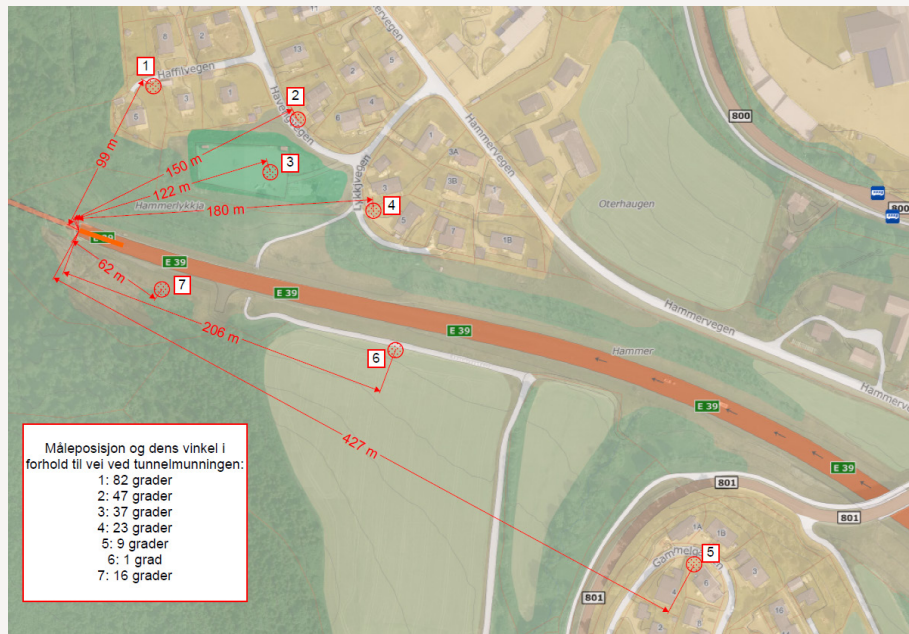


Målinger

- 7 posisjoner i forskjellig avstand og relativ vinkel i forhold til veilinje
- Vanlig trafikk:
 - NS 8174-1:2007+A1:2008 og beregnet L_{den}
- Enkeltpasseringer
 - Avstengt veg/tunnel for oss
 - Tidsrom 2300-0430
 - 5 inn- og utkjøringer
 - Personbil, lastebil og MC

Måleposisjoner

- 1: Ved bebyggelse, tunnelmunning skjermet av bygning
- 2-4: Ved bebyggelse/uteareal frisikt til tunnelmunning, veglinje skjermet av jerseystein
- 5: På haug, frisikt rett inn i tunnelen
- 6: Rett ved veg, god avstand fra tunnelmunning
- 7: Rett utenfor tunnelmunning



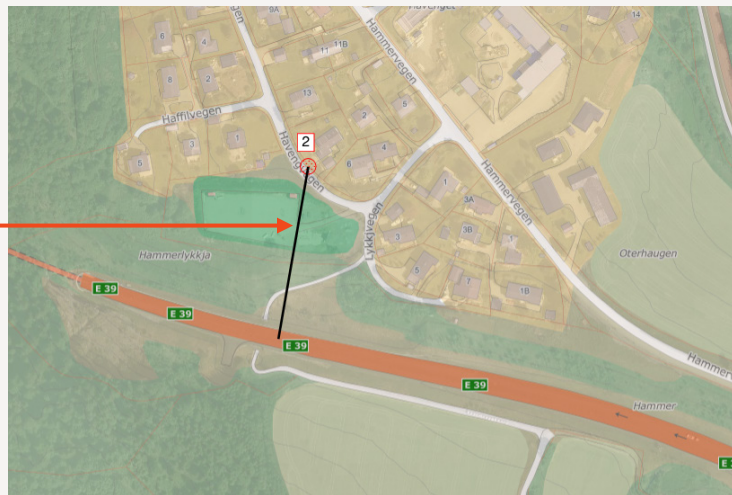
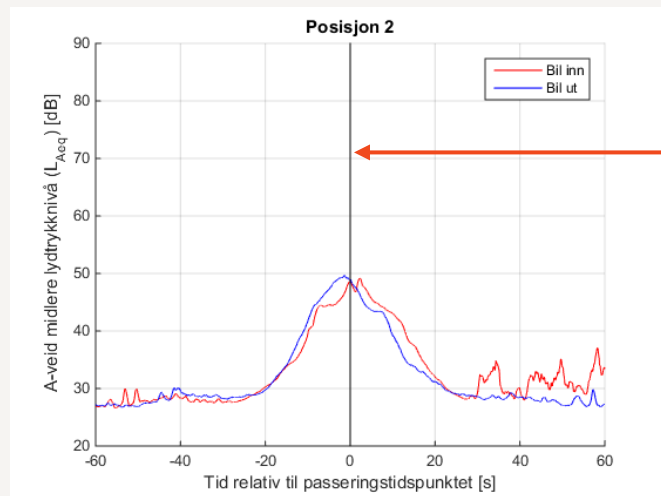
Resultat: Beregning kontra måling vanlig trafikk

Tabell 8 - Sammenligning av målt ekvivalent støynivå, L_{den} , fra vanlig trafikk og beregnet i måleposisjonene 1-6, før tiltak.

Situasjon	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Pos. 6
Beregnet med bidrag fra tunnel L_{den} (dB)	50,4	53,3	54,2	54,4	52,3	72,4
Målt $L_{den, målt, AdT}$ (dB)	50,2	54,0	56,1	55,5	54,0	68,1
Differanse målt – beregnet (dB)	-0,2	0,7	1,9	1,1	1,7	-4,3

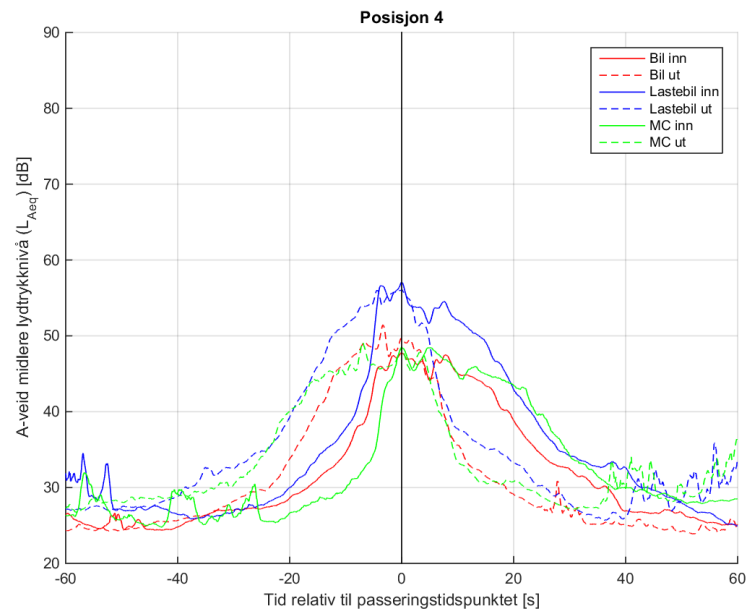
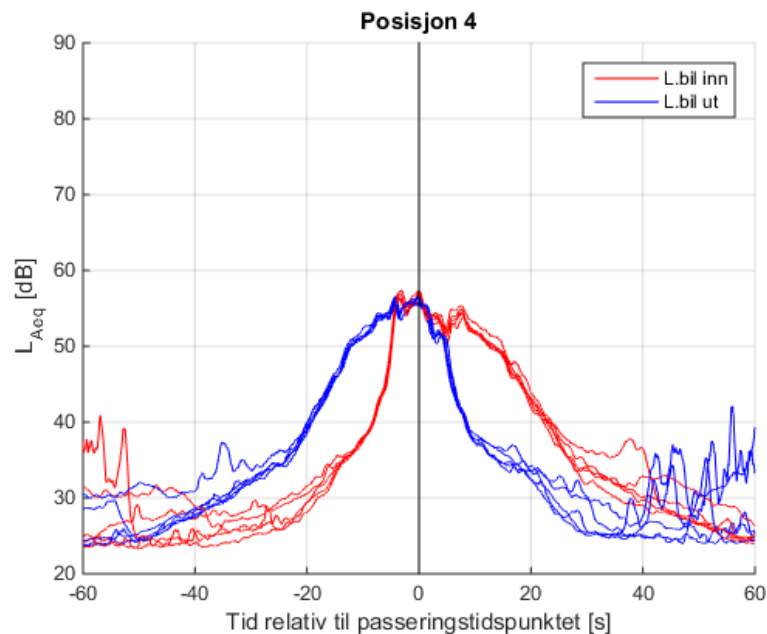
Hvordan tolke måleresultatene fra enkeltpasseringer

- Passeringstidspunkt = 0
- Kortest avstand -> teoretisk høyest nivå -> dopplerskift



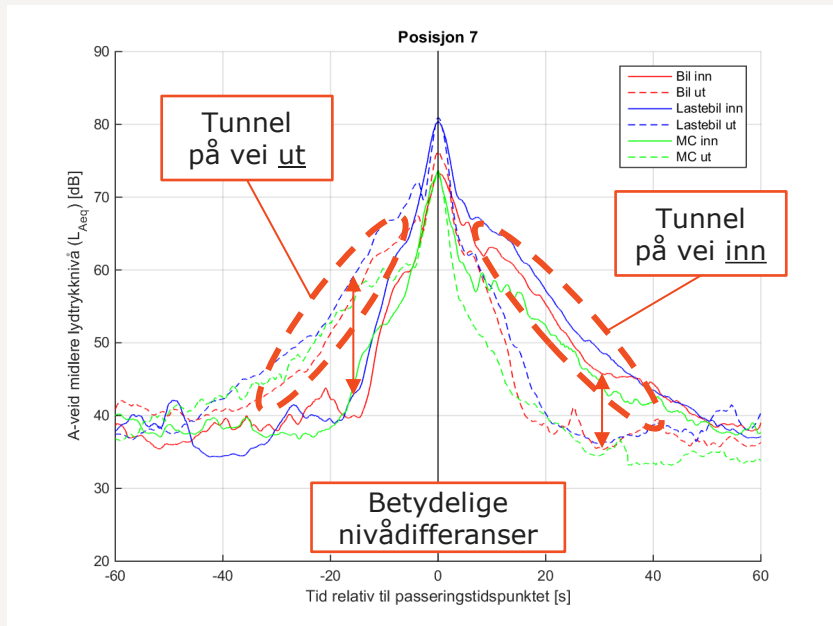
Resultat: Måling av enkeltpasseringer (1/4)

Rådata og midling



Resultat: Måling av enkeltpasseringer (2/4)

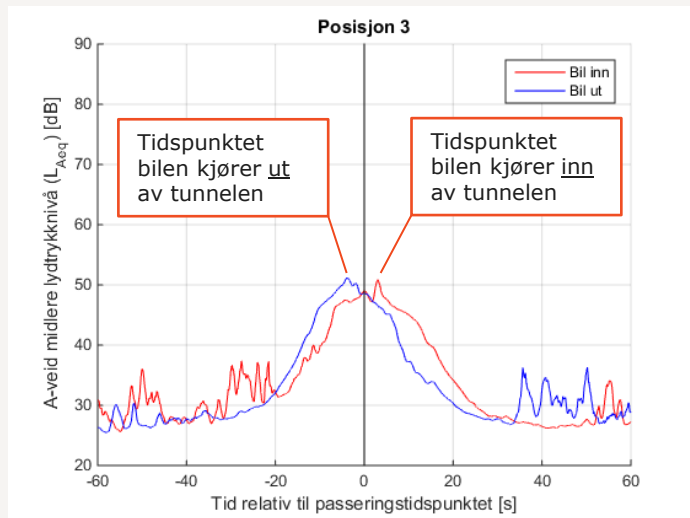
Økt varighet av støy til hvert kjøretøy



- Tilsvarende for de andre posisjonene.
- Foruten om posisjon 1 som ligger skjermet bak bygning, uten friskt til tunnelmunningen.

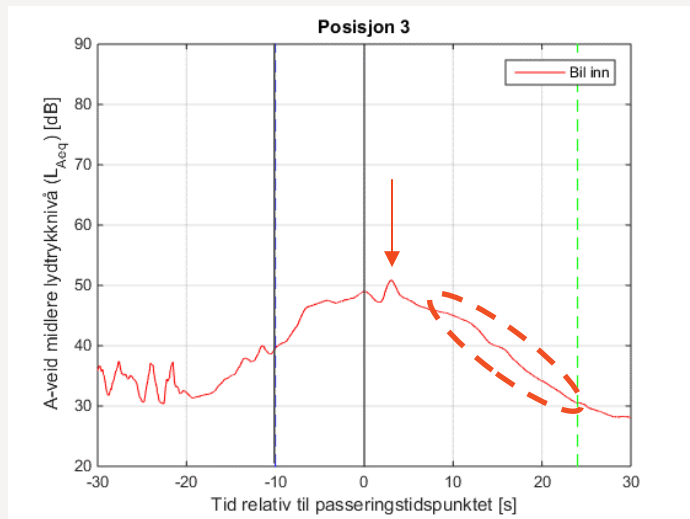
Resultat: Måling av enkeltpasseringer (3/4)

Ekstra maksimalnivå



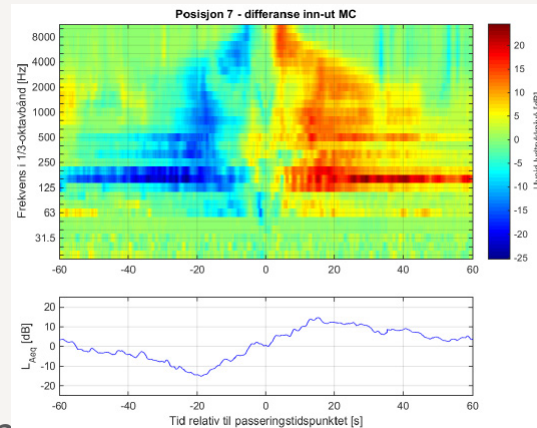
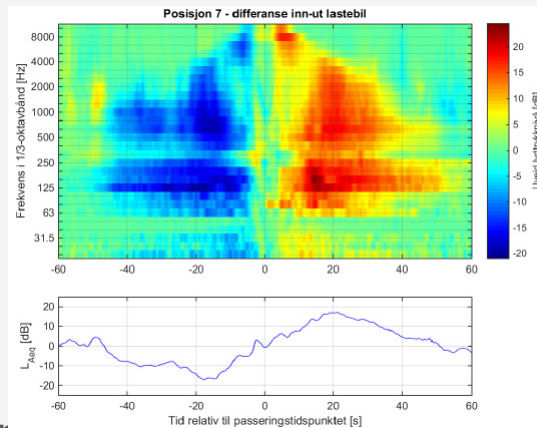
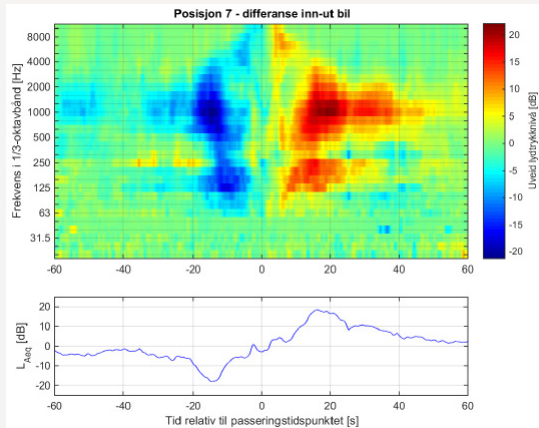
Resultat: Måling av enkeltpasseringer (3/4)

Ekstra maksimalnivå



Resultat: Enkeltpasseringer (4/4)

Spektrogram av tunnelstøyen



- > MC kjørt på 70 sekunder etter passering på vei inn i tunnelen
- > 70 sekunder i 80 km/t = 1.5 km, nesten hele tunnelens lengde (1770 m)
- > 50 sekunder for bil og lastebil

Konklusjon

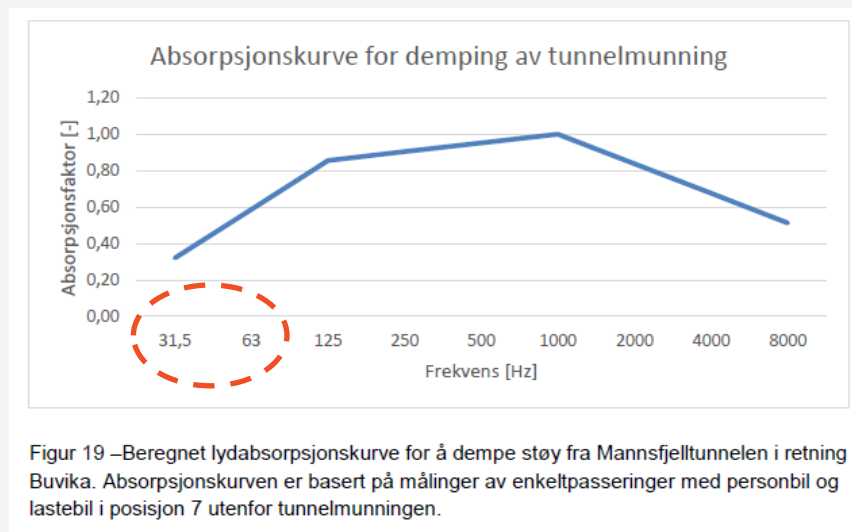
- Alle resultatene underbygger antagelsen om at tunnelmunningen bidrar til støybildet. Både ved økt ekvivalent støynivå L_{den} og sjenerende aspekter ved støyen.
- Sjenerende aspekter:
 - Sus/buldring
 - Forlenget varighet med betydelig støynivå
 - Selve passeringen inn og ut av tunnelmunningen gir et ekstra kortvarig maksima, som for enkelte posisjoner var høyere enn selve passeringen av kjøretøyet alene.

Generelle konklusjoner

- Støy fra tunnelmunninger er av en slik størrelse at det kan påvirke støynivå på nærliggende uteareal og fasader, og må derfor inkluderes i støyberegninger.
- For områder i nærheten av en tunnel med frisikt til tunnelmunningen, men hvor veien er skjermet, vil det relative støybidraget og den subjektive sjenansen fra tunnelmunningen være større enn om veien ikke var skjermet.

Foreslått tiltak

- Absorbenter minimum 60 m innover fra tunnelmunningen



Veien videre

- › Ikke lys, men fortsatt lyd, i enden av tunnelen (ba dum tss!)
- › Tilbakemelding fra SVV
 - › Bestemt seg for å ikke etablere støydempende tiltak inne i tunnelen
 - › Utfordrende eierskap rundt akkurat denne tunnelen
 - › Utfordringer rundt godkjent løsning (brann- og trafikksikkerhet, drift, vedlikehold, tilstrekkelig plass, frihøyde, lysåpning, monteringsvennlighet, levetid, vasking etc.)
 - › Lite erfaringsdata på denne typen løsninger
 - › Ikke standardiserte produkter
- › SVV ønsket istedenfor beregning med tradisjonell skjerming utenfor tunnelmunningen

Erfaringer og utfordringer

- › Ikke standardisert måleprosedyre – finne på noe selv
- › Værforhold, fugler, områdestøy, naboer
- › Gode notater, bilder og kollegaer!
- › Måleutstyr, innstillinger og lydopptak. **Lydopptaket reddet analysen!**
- › Etterbehandling av store datamengder. Minnebehandling og automatisering.

Bonus: Internasjonalt arbeid

- Rapporten er sendt fra SVV til Vejdirektoratet i Danmark, ved Jørgen Kragh
- De er bedt som å assistere europeiske vegmyndigheter med råd om hvordan man kartlegger trafikkstøy i kompliserte tilfeller sånn som tunnelmunnninger og bruer/tunneler over/under annen trafikk i byområder (flyover/"flyunder")



Takk for oppmerksomheten!



Spørsmål?