RAPPORT

Testberegninger CNOSSOS

OPPDRAGSGIVER

Statens vegvesen

EMNE

Prosjektrapport

DATO / REVISJON: 19. april 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10249608-RIA-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Testberegninger CNOSSOS**	DOKUMENTKODE	10249608-RIA-RAP-001
EMNE	Prosjektrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Statens vegvesen**	OPPDRAGSLEDER	Helena Axelsson
KONTAKTPERSON	Torunn Moltumyr	UTARBEIDET AV	Christer Aarnæs/Helena Axelsson
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10106020 Akustikk
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult har utført beregninger av støy fra vegtrafikk langs Rv. 4 i Oslo, fra Sinsenkrysset til krysset Trondheimsveien/Fossumveien på Rommen. Beregninger er utført med beregningsmetodene Nord96 og CNOSSOS, for å synliggjøre hvilke konsekvenser valg av beregningsmetode vil ha for resultatene.

For hele strekningen er det utført beregninger av lydnivå på fasader for fem ulike fartsgrenser, med både Nord 96 og CNOSSOS som valgt beregningsmetode. Det er videre beregnet helsevirkninger som følge av endret fartsgrense og beregningsmetode, og det er utarbeidet oversikt over bygninger som er aktuelle for tiltaksutredning iht. Forurensingsforskriften. Viser også til rapport 10247254-RIA-RAP-001 «Vegtrafikkstøy ved ulike fartsgrenser», datert 8, desember 2022.

For situasjon med dagens fartsgrense, er det også utført beregninger med første-, andre-, og tredjeordens refleksjoner med CNOSSOS som beregningsmetode, og første- og andreordensrefleksjoner med Nord96 som beregningsmetode. Videre er det utført beregninger med ulike fordelinger av mellomtunge og tunge kjøretøy (gjelder kun for CNOSSOS).

Det er gjort en overordnet vurdering av beregningsresultatene og endringer i støynivåer som følge av endrede beregningsforutsetninger. I oppdraget inngår ikke en utdypende analyse av resultatene, men en overordnet vurdering av beregningsresultatene indikerer følgende:

- For mange bygninger er det liten forskjell i beregningsresultater (mindre enn 1 dB) når høyeste støynivå på fasade beregnet med henholdsvis Nord 96 og CNOSSOS sammenlignes.

- Skjerming og kompliserte refleksjonsforhold, og der boligene ligger nært støykilden og lavere enn støykilden, kan gi større forskjeller i beregningsresultater.

- Det er også større differanse mellom beregningsresultatene med de to ulike metodene i dagens situasjon i noe avstand fra RV4, og der er lokalveien er dominerende støykilde.

Det er også gjort beregninger med mellomtunge og tunge kjøretøy, der reell fordeling mellomtunge/tunge basert på trafikktellinger sammenlignes med beregninger der samtlige mellomtunge og tunge angis som tunge kjøretøy. I dette eksemplet utgjør dette omkring 0,4-0,5 dB i beregnet lydnivå for aktuelle bygninger.

For beregninger utført med CNOSSOS har det mindre betydning for beregningsresultatene å øke antall refleksjoner enn det som er tilfelle for beregninger utført med Nord 96. For begge metoder anbefales det å beregne med andre ordens refleksjoner så lenge dette er praktisk gjennomførbart. Beregning med tredjeordens refleksjoner medfører en vesentlig økning i beregningstid.

Helsevirkninger

Beregningsresultatene gir økt kunnskap om potensialet ved redusert fartsgrense som virkemiddel for å redusere helsevirkningene som følger av vegtrafikkstøy. Resultatene fra beregningene viser at en endring i fartsgrense gir en liten endring i lydnivå fra trafikken, men i tettbefolkede byområder gir en liten endring i lydnivå en betydelig endring i andelen bosatte som er sterkt plaget av støy eller sterkt søvnforstyrret av støy. Beregningsresultatene gir imidlertid ingen endelige svar på effekten av reduserte fartsgrenser med hensyn til å redusere helsevirkninger av støy, fordi endring i kjørehastighet avhenger av flere stedspesifikke faktorer i tillegg til endring i fartsgrenser

Uavhengig av hvilken beregningsmetode som brukes for å beregne støynivå, så er det en klar sammenheng mellom fartsgrense og beregnede helsevirkninger. Beregningene indikerer imidlertid at en endring i fartsgrense tilsynelatende har større effekt når lydnivåene blir beregnet med Nord 96, sammenlignet med CNOSSOS

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 6
2 Beregningsforutsetninger, underlag og modellering 6
2.1 Beregningsforutsetninger 7
2.2 Beregningsmodellen 10
2.2.1 Valg gjort i forbindelse med modellering 10
2.3 Trafikktall 11
2.4 Matrikkeldata 11
3 Beregning av fasadepunkt for støyfølsom bebyggelse 12
4 Beregning av helsevirkninger som følge av endret fartsgrense 13
4.1 Bakgrunn for beregning av helsevirkninger 13
4.2 Beregning av helsevirkninger 13
4.3 Resultater helsevirkninger 13
5 Vurdering av beregnet lydnivå på fasade CNOSSOS versus Nord 96 16
6 Følsomhetsanalyser 18
6.1 Beregninger i CNOSSOS og Nord 96 for dagens situasjon 18
6.2 Beregning i CNOSSOS med ulike fordelinger for tungtrafikkandel 19
6.3 Beregninger med økt antall refleksjoner 19
6.3.1 Erfaringer med økt antall refleksjoner Nord 96 20
6.3.2 Erfaringer med økt antall refleksjoner CNOSSOS 20
6.3.3 Beregningstider 20
6.3.4 Konklusjoner beregninger med økt antall refleksjoner 21
6.3.5 Forslag til videre arbeid 21
7 Referanser 21

01	19.04.2023	Retting enkelte skrivefeil, og tydeliggjøring av to setninger.	Helena Axelsson	Christer Aarnæs	Helena Axelsson
00	12.04.2023	Resultater testberegninger CNOSSOS	Christer Aarnæs/Helena Axelsson	Christer Aarnæs/Helena Axelsson	Helena Axelsson
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Statens vegvesen for å utføre beregninger av støy fra vegtrafikk for en strekning på ca. 8 km. Strekningen som er valgt er Rv. 4 i Oslo, fra Sinsenkrysset til krysset Trondheimsveien/Fossumveien på Rommen.

Formålet med oppdraget er å få mer kunnskap om endring av lydnivå som følge av endring av beregningsmetode fra Nord96 til CNOSSOS, samt fartsgrensens innvirkning på lydnivå og beregnede helsevirkninger.

Et delmål for oppdraget har vært å få svar på om trafikkregulerende tiltak som gir en relativt liten reduksjon i støynivå fra trafikken i tettbefolkede byområder, kan gi en betydelig reduksjon i antall mennesker som er plaget av støy eller sterkt søvnforstyrret av støy. Det ble valgt en teststrekning med mange støyutsatte per kilometer vei, for å undersøke potensialet ved redusert fartsgrense som virkemiddel for å redusere helsevirkningene som følger av vegtrafikkstøy.

Et delmål har også vært å få noen indikasjoner på hvilken betydning det vil kunne få å ta i bruk CNOSSOS som beregningsmetode, i stedet for Nord 96, i framtidige planprosjekter og ved kartlegginger etter forurensningsforskriften. Det har også vært et ønske å få noen eksempler på hvilke situasjoner som kan gi større eller mindre avvik i beregningsresultater, avhengig av hvilken metode som brukes.

Oppdraget er inndelt i tre deloppgaver:

1) Beregning av lydnivå på fasader for støyømfintlig bebyggelse med metodene Nord96 og CNOSSOS, for fem ulike fartsgrenser.
2) Vurdering av resultater og gjennomføring av følsomhetsanalyser for 2 utvalgte situasjoner
    a. Dagen situasjon 70 km/t, alternativ fordeling av tunge kjøretøy, mellomtunge + tunge.
    b. Dagens situasjon 70 km/t, beregnet med 2 og 3 refleksjoner.
3) Beregning av helsevirkninger som følge av endret fartsgrense.

Dette dokumentet oppsummerer forutsetninger, valg og vurderinger som er gjort i forbindelse med beregninger for de overnevnte punktene.

Rapporten gir ingen endelige svar på konsekvensene av å ta i bruk CNOSSOS fremfor Nord 96 ved beregninger i tettbebygde strøk, men rapporten kan likevel være nyttig for de som ønsker å lære mer om:

- betydningen av å beregne støy med CNOSSOS i stedet for Nord 96 (med angitte beregningsforutsetninger).
- betydningen fartsgrensen kan ha for beregnet antall støyutsatte i et tettbefolket område, og dermed også beregnede helsevirkninger.

2 Beregningsforutsetninger, underlag og modellering

Det er utarbeidet én beregningsmodell som er benyttet som utgangspunkt for samtlige utførte beregninger både i Nord 96 [1] og CNOSSOS [2]. Beregningsmodellen dekker en korridor på ca. 8 km, der terreng, bygninger, veier mm. er inkludert i en avstand på ca. 650 meter fra Rv. 4 i begge retninger. Trafikk også på lokalt veinett er inkludert i beregningene, for å kunne beregne effekt av endret fartsgrense og helsevirkninger.

Et fåtall bygninger på strekningen er utsatt for støy fra T-bane. Støy fra T-bane vurderes imidlertid til å ikke ha noen vesentlig betydning for de vurderingene og beregningene som er gjort i dette oppdraget.

Figur 1 viser strekningen som er brukt til beregninger med ulike fartsgrenser på riksveg 4, Trondheimsveien. I dagens situasjon er det beregnet med fartsgrense 70 km/t for store deler av strekningen (Det er 60 km/t helt i nord, og 50 km/t sør for Sinsenkrysset). Strekningen der fartsgrensen er endret er markert med rosa farge. Når fartsgrensen er endret sammenlignet med dagens situasjon, er også fartrensen i nord endret tilsvarende, det vil si fartsgrensen helt i nord justert -10 km/t, + 10 km/t og +20 km/t i forhold til dagens situasjon. Unntaket er når fartsgrensen er 50 km/t. Da er fartsgrensen satt til 50 km/t for hele riksveg 4, uavhengig av fartsgrensen i dagens situasjon. Det bemerkes at det er relativt få boliger som er berørt av støy fra den aktuelle veistrekningen helt i nord. Fartsgrenser på øvrig veinett, inkludert av- og påkjøringsramper til riksveg Rv 4 er uendret i samtlige beregninger.



Figur 1 Det er gjort beregninger med ulike fartsgrenser på riksveg 4, Trondheimsveien. Strekningen der fartsgrensen er endret er markert med rosa farge. (Fartsgrenser på øvrig veinett, inkludert av- og påkjøringsramper til riksveg Rv 4 er uendret).

2.1 Beregningsforutsetninger

Beregningene er utført med programmet Cadna/A versjon 2023 og er basert på metodene Nordisk Beregningsmetode for veitrafikkstøy (Nord 96) og CNOSSOS. Det er benyttet 1. ordens refleksjoner for alle beregninger, med unntak av for følsomhetsanalyser der det er undersøkt hvilken betydning økning av antall refleksjoner har for beregningsresultatet.

Beregningsforutsetninger er valgt i henhold til Sintefs håndbok for bruk av Cnossos-EU i Norge (*Foreløpig versjon, med tillatelse fra Miljødirektoratet*).

Lydnivå er beregnet som punktberegninger på fasader for alle bygninger langs strekningen som er registrert med minimum én boenhet i matrikkelen. Dette medfører at støyømfintlig bebyggelse som boliger, pleiehjem o.l. er inkludert, mens skoler, barnehager og annen støyømfintlig bebyggelse uten registrerte boenheter er utelatt.
Distribusjon av fasadepunkter på byggene er gjort iht. beregningsmetode CNOSSOS, som implementert i CandaA. Det er valgt at høyde fra bakkeplan til 1. etg er 1,5 meter, og høyden mellom hver etasje er 2,8 meter.

For beregninger utført med metode Nord 96 er det benyttet «myk mark» for hele beregningsområdet, med unntak av vannflater og veianlegg for Rv. 4 og Ring 3. Her er det valgt «hard mark». Samtlige bygninger og skjermer i området er satt reflekterende.

For beregninger utført med metode CNOSSOS, er det lagt inn områder med ulik markabsorpsjon basert på FKB-data. Områder er gitt absorpsjonsegenskaper iht. tabell 3-1 i Sintefs håndbok for bruk av Cnossos-EU i Norge.

Det er gjort flere valg for beregningsinnstillinger med formål om å redusere beregningstiden til et akseptabelt nivå. Valgene som er gjort er nærmere omtalt i kapittel 2.2.1. Dette vurderes å ikke ha noen praktisk betydning når det gjelder å sammenligne resultater ved ulike fartsgrenser, og vurdering av helsemessige konsekvenser. Det er imidlertid viktig at bygninger som er aktuelle for utredning iht. Forurensingsforskriften beregnes med en større grad av nøyaktighet når behov for eventuelle fasadetiltak skal fastsettes.

Tabell 1 Dokumentasjon av beregningsforutsetninger. Når beregningsforutsetningene er de samme i Nord 96 som i CNOSSOS står det helt kort «Se CNOSSOS» i beskrivelsen av Nord 96.

	Beskrivelse	**Nord 96**	**CNOSSOS**
Grunninnstillinger	Beregningsprogram	Se CNOSSOS.	Cadna/A versjon 2023
	Beregningsmetode	Nordisk beregningsmetode 1996	CNOSSOS 2021/1226 EU
	Korreksjon av kildespekter	Se CNOSSOS.	Nei
	Temperatur Vegdekke	-	Temperatur 6 grader C i henhold til tabell 4-1 i veilederen. (Cadna/A angir kun hele grader)
	Temperatur og luftfuktighet	-	Temperatur 6 grader C Luftfuktighet 70 %.
	Piggdekk	-	5 måneder med piggdekk 10 % piggdekkandel
	Meteorologi	Standard Nord 96 i Cadna/A.	Dag 50 % Kveld 60 % Natt 70 %
	Refleksjonsfaktor	Se CNOSSOS.	Det er benyttet 1. ordens refleksjoner for alle beregninger, med unntak av for følsomhetsanalyser.
Kildedata	Kildedata vegtrafikk	Se CNOSSOS.	EU 2021/1226 EU Trafikktall (ÅDT og tungtrafikkandel) brukt i beregningene er levert av Bymiljøetaten i Oslo kommune. Det er avklart at tallene fra Bymiljøetaten representerer dagens situasjon (2022). Tallene er ikke fremskrevet.

	Tungtrafikkandel[1]	Se CNOSSOS.	Tungtrafikkandelen på riksveg 4 varierer mellom 10 og 13 % (og er angitt som kun tunge kjøretøy). Tungtrafikkandelen på øvrige veier varierer hovedsakelig mellom 0 og 10 %
	Døgnfordeling[1]	Se CNOSSOS.	Døgnfordelingen på riksveg 4 er i henhold til standard fordeling for riksveger i Oslo som angitt i «EU-kartlegging Oslo Fellesrapport_Strategiskstoykart_2012_rev_09 juli2013». Døgnfordeling på kommunale veg er i henhold til standard fordeling for kommunale veier i Oslo, angitt i samme rapport som nevnt over.
	Fartsgrenser[1]	Se CNOSSOS.	Ved beregning av situasjoner med lavere og høyere fartsgrense enn dagens, er fartsgrensen justert kun for Rv. 4. For av- og påkjøringsramper til Rv. 4 er dagens fartsgrense beholdt.
Modellering	Topografi (Oppløsning i terrenget)	Se CNOSSOS.	FKB 1m oppløsning
	Bygninger	Se CNOSSOS.	Bygningene i modellen er automatisk generert basert på linjetypene «Takkant» og «Bygningsdelelinje». Se kapittel 2.2.
	Absorpsjon/refleksjons-faktor fasader	Se CNOSSOS.	Absorpsjonskoeffisient 0,21 (beholdt for å kunne sammenligne med Nord 96 beregninger gjennomført høsten 2022)
	Skjermer	Se CNOSSOS.	Informasjon om skjerming er basert på FKB-data. Absorpsjonskoeffisient 0,21 Se også kapittel 2.2.1. Skjerming mellom veibaner (betong) er ikke modellert.
	Markabsorpsjon	«Myk mark» (1) for hele beregnings-området, med unntak av vannflater og veianlegg for Rv. 4 og Ring 3. Her er det valgt	Områder med ulik markabsorpsjon basert på FKB-data. Områder er gitt absorpsjonsegenskaper iht. tabell 3-1 i Sintefs håndbok for bruk av Cnossos-EU i Norge.

		«hard mark» (0).	
	Tunnelmunning	Se CNOSSOS.	Ikke aktuelt for teststrekningen på Rv. 4.
	Trafikkryss (lyskryss)	-	Ingen lyskryss på RV 4 innenfor beregningsområdet/dermed ikke beregnet med akselerasjon ihht CNOSSOS.
	Rundkjøring	Se CNOSSOS.	Rundkjøringer er ikke modellert2 fordi disse rundkjøringene ikke lå inne i datasettet fra Oslo kommune, og bidraget fra rundkjøringene er ikke vesentlig med tanke på å undersøke effekten av endring i fartsgrense.
	Flerfeltsveg (mer enn 2 felt)	Se CNOSSOS.	Ja, 4- felts veg, modellert som et veiobjekt, kilde plassert i midten. (beholdt for å kunne sammenligne med Nord 96 beregninger gjennomført høsten 2022)
	Beregningshøyder/plassering av fasadepunkt[1]	Se CNOSSOS.	Distribusjon av fasadepunkter på byggene er gjort iht. beregningsmetode CNOSSOS, som implementert i CandaA. Det er valgt at høyde fra bakkeplan til 1. etg er 1,5 meter, og høyden mellom hver etasje er 2,8 meter.

1) Disse parameterne er ikke angitt i eksempel tabell 8-1 i veilederen «Håndbok for bruk av CNOSSOS», men er valgt å legge til her.

2) Rundkjøringer er ikke modellert, fordi disse veilenkene ikke lå inne i datasettet fra Oslo kommune, og bidraget fra rundkjøringene ikke heller anses som vesentlig med tanke på å undersøke den støyreduserende effekten av endring i fartsgrense på riksveg 4.

2.2 Beregningsmodellen

2.2.1 Valg gjort i forbindelse med modellering

Bygningene i modellen er automatisk generert basert på linjetypene «Takkant» og «Bygningsdelelinje». Dette sikrer at rekkehus o.l. deles opp i riktig antall boenheter, og man unngår på den måten at lydnivå beregnet for boenheten på én ende av rekkehuset blir representativt for hele bygningen, når ulike boenheter har ulik avstand til vei.

Automatisk generering av byggene medfører at enkelte bygg (ofte bygg med mange taksprang) blir liggende med feil høyder i modellen. Det er derfor tatt en gjennomgang i etterkant, der bygninger langs Rv. 4 som åpenbart har feil i høydeinformasjonen er rettet opp manuelt. Dette er gjort for å sikre at skjermingsforhold til bakenforliggende bebyggelse blir så korrekt som mulig.

For å redusere beregningstid, er objektene LoddrettMur og FrittståendeMur deaktivert i en avstand på 35 meter eller mer fra Rv. 4, og i avstand 25 meter eller mer fra bane.
Det er også gjort flere valg i beregningskonfigurasjonen i CadnaA for å redusere beregningstid. Dette inkluderer at det er beregnet med 1. ordens refleksjoner (for alle andre situasjoner enn følsomhetsanalyser for ulike antall refleksjoner), Max error på 0,5, Maximum search radius på 700

meter, og Projection of line sources slått av. Ved mer detaljerte beregninger av enkelte bygg (som ved tiltaksutredning), kan det være behov for å endre disse innstillingene.

2.3 Trafikktall

Trafikktall (ÅDT og tungtrafikkandel) brukt i beregningene er levert av Bymiljøetaten i Oslo kommune. Det er avklart at tallene fra Bymiljøetaten representerer dagens situasjon. Tallene er ikke fremskrevet.

Fartsgrenser for veier er basert på det samme grunnlaget fra Bymiljøetaten. Ved beregning av situasjoner med lavere og høyere fartsgrense enn dagens, er fartsgrensen justert kun for Rv. 4. For av- og påkjøringsramper til Rv. 4 er dagens fartsgrense beholdt.

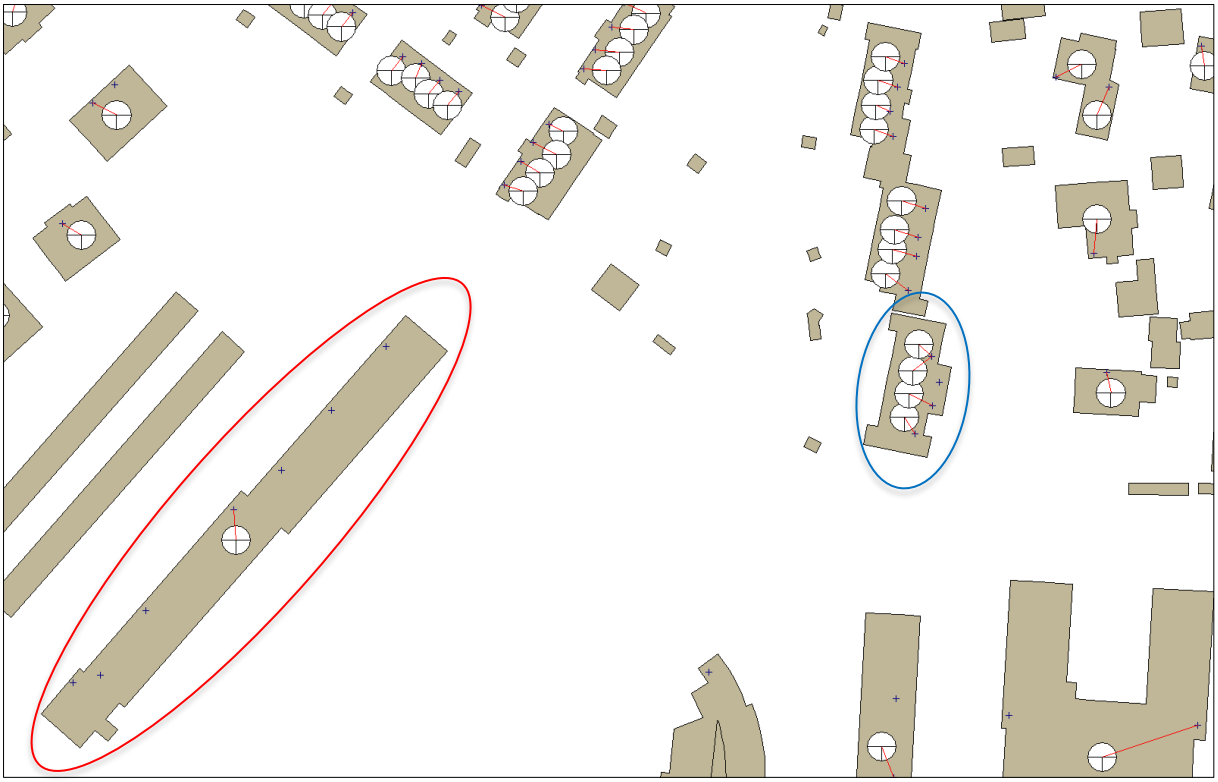
Tungtrafikkandelen på riksveg 4 er mellom 10 og 13 %, Mellomtunge og tunge kjøretøy er angitt som tunge kjøretøy, i henhold til anbefalingen i veiledningen til CNOSSOS. Det vil si det er valgt å ikke differensiere mellom mellomtunge og tunge (unntatt i forbindelse med sensitivitetsanalyse, se kapittel 6.2.

2.4 Matrikkeldata

Informasjon om bygningene er hentet fra Matrikkelen. For alle beregnede bygg er følgende informasjon inkludert:

- Bygningsnummer
- Adresse
- Gårds- og bruksnummer
- Bygningstypekode
- Bygningstype
- Byggeår («forstedato» i Matrikkelen)
- Antall boenheter

En utfordring med å samle denne informasjonen i et punkt for hvert boligbygg, er at de overnevnte dataene fra Matrikkelen er fordelt på to ulike datasett som ikke har samme geografiske plassering; Bygningspunkt og Adressepunkt.
I dette prosjektet er Bygningspunkt valgt som utgangspunkt for å generere beregningspunkter for relevante bygg. Alle Bygningspunkt som ikke har noen registrerte boenheter er først filtrert bort, slik at det kun er utført beregninger for bygninger med én eller flere registrerte boenheter.
Deretter er informasjon fra Adressepunktene skrevet over til Bygningspunktene basert på geografisk nærhet. I de aller fleste tilfeller fungerer en slik tilnærming som ønsket, men i noen få tilfeller medfører dette at Byggpunktet får feil adressenummer eller bokstav (eksempelvis «Gatenavn 26C» istedenfor B, eller «Gatenavn 40» istedenfor 38). En god del av byggene i modellen har dessuten bare et Byggpunkt, men mange Adressepunkt. I disse tilfellene vil kun én av adressene bli skrevet til Byggpunktet, og denne adressen vil da være representativ for hele bygget. Eksempler på tilfeller der begge situasjonene nevnt over har inntruffet, er vist i figur 2. I figuren er Byggpunkt markert som hvite sirkler og Adressepunkt som blå kryss. Røde linjer angir hvilke punkt som har blitt koblet sammen, basert på avstand mellom punktene.



Figur 2: Eksempler på tilfeller der kobling av Byggpunkt (hvite sirkler) og Adressepunkt (blå kryss) blir unøyaktige.
Blått viser situasjon der et Byggpunkt får feil adressenummer eller -bokstav.
Rødt viser situasjon der et bygg har mange Adressepunkt, men bare et Byggpunkt.

3 Beregning av fasadepunkt for støyfølsom bebyggelse

Lydnivå for alle bygninger på strekningen som er registrert med minimum én boenhet, er oppsummert i en excel-fil med dokumentkode 10249608-RIA-BER-01. Flere av arkfanene inneholder både beregningsresultater og differanse mellom beregningsresultater for to ulike alternativer som sammenlignes. Fila inneholder følgende, fordelt på ulike arkfaner:

- Lydnivå fem ulike fartsgrenser på RV4 beregnet med Nord96.
- Lydnivå for de samme fem ulike fartsgrensene på RV 4 beregnet med CNOSSOS.
- Differanse i lydnivå mellom beregninger utført med de to overnevnte beregningsmetodene
- Lydnivå og differanse for beregninger utført med CNOSSOS for dagens situasjon med ulik tungtrafikkfordeling. I det ene alternativet er tungtrafikken fordelt på mellomtunge kjøretøy (lengde 5,5-12,5 m) og tunge kjøretøy (> 12,5 m) og i det andre alternativet er samtlige kjøretøy med lengde > 5,5 m definert som tunge (standardvalg).
- Lydnivå og differanse for beregninger utført med Nord96 for dagens situasjon med hhv. første- og andreordens refleksjoner
- Lydnivå og differanser for beregninger utført med CNOSSOS for dagens situasjon med hhv. første-, andre- og tredjeordens refleksjoner

4 Beregning av helsevirkninger som følge av endret fartsgrense

4.1 Bakgrunn for beregning av helsevirkninger

Formålet med utredningen er å undersøke om trafikkregulerende tiltak som gir en relativt liten reduksjon i støynivå fra trafikken i tettbefolkede byområder, kan gi en betydelig reduksjon i antall mennesker som er plaget av støy eller sterkt søvnforstyrret av støy. Formålet med utredningen er også å undersøke om valg av beregningsmetode har betydning for resultatene.

Forskrift om begrensning av forurensning (forurensingsforskriften) kapittel 5 fastsetter at forskriftens formål er å forebygge og redusere skadelige virkninger av støyeksponering (§5-1). Forurensningsforskriften fastsetter videre at anleggseier er ansvarlig for å gjennomføre kartleggingen av støy fra sine anlegg (§5-12), og at det skal gjøres beregninger av helsevirkninger som angitt i vedlegg til forskriften (§5-11). Beregningene skal vise hvor mange mennesker som er sterkt plaget av støy og hvor mange som er sterkt søvnforstyrret på grunn av støy.

4.2 Beregning av helsevirkninger

Ved beregning av helsevirkninger som følge av endret fartsgrense på riksveg 4 er det beregnet hvor mange som er sterkt plaget av støy og hvor mange som er sterkt søvnforstyrret, men det er imidlertid i forbindelse med denne utredningen ikke beregnet hvor mange som er utsatt for hjerte-karsykdommer som skyldes vegtrafikkstøy.

Her følger et kort utdrag fra vedlegget med beskrivelse av metoden som angitt i Forurensingsforskriften:

For sterk plage (high annoyance, HA), og sterk søvnforstyrrelse (high sleep disturbance, HSD) ved veitrafikk-, jernbane- og flystøy er da samlet antall N personer som påvirkes av den skadelige virkningen y (antall tilfeller som tilskrives eksponering) for kilde x, for hver kombinasjon av kilde x (veitrafikk-, jernbane- eller flystøy) og skadelig virkning y (HA, HSD) som følger:

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}]$$

der

- $AR_{x,y}$ er AR for relevant skadelig virkning (HA, HSD) og beregnes ved hjelp av formelen under, beregnet ut fra midtverdien i hvert støybånd (f.eks. 50,5 dB for støybåndet definert som 50–51 dB)

- n_j er antallet personer som eksponeres for det j-te eksponeringsbåndet.

For beregning av AR for skadelig virkning av HA anvendes følgende eksponerings-responssammenheng:

$$AR_{HA,road} = \left(78{,}9270 - 3{,}1162 * L_{den} + 0{,}0342 * {L_{den}}^2\right) \Big/ 100$$

4.3 Resultater helsevirkninger

Beregninger av helsevirkninger er gjennomført etter metode beskrevet i Forurensingsforskriften.

Det er beregnet støynivå på fasade for 4967 bygninger/28850 boenheter. Det er lagt til grunn 1,95 personer per boenhet i henhold til SSB statistikk.

Det er beregnet endring i helsevirkninger som følger endring i fartsgrense i beregningsmodellen, det vil si at sammenlignet med dagens fartsgrense (70 km/t for mesteparten av strekningen) er fartsgrensen satt ned til 50 km/t for tilnærmet hele riksveg 4, satt ned til 60 km/t, økt til 80 km/t og økt til 90 km/t. Det er i tillegg gjort tilsvarende beregninger når lydnivå på fasade er beregnet med CNOSSOS metoden. Det er gjort beregninger av helsevirkninger som følger av endring i skiltet hastighet (det vil si ikke endring i kjørehastighet).

Det er, etter metode beskrevet i forurensingsforskriften, beregnet antall personer sterkt plaget og antall personer sterkt søvnforstyrret. Beregninger av antall personer sterkt plaget er gjort for samtlige bosatte innenfor beregningsområdet med lydnivå over L_{den} 55 dB. Beregninger av antall personer sterkt søvnforstyrret, er gjort for samtlige bosatte innenfor beregningsområdet med lydnivå over L_{night} 50 dB.

Sammenligning av beregningsresultater med ulike beregningsmetoder viser at det er større avvik når beregnede lydnivåer er forholdsvis lave. For å redusere usikkerhet knyttet til beregningsresultater er det derfor valgt å se på beregnede helsevirkninger for bosatte med lydnivå over henholdsvis L_{den} 55 dB og L_{night} 50 dB (tilsvarende som ved rapportering av kartlegginger etter Forurensingsforskriften).

Hensikten med beregningene er å få en indikasjon på endring i helsevirkninger som følger av reduksjon i fartsgrense. Samtidig gir beregningsresultatene også noen indikasjoner på hvor stor betydning det har hvilken beregningsmetode som benyttes for å beregne effekten av endring i fartsgrense. Uavhengig av hvilken beregningsmetode som brukes for å beregne støynivå, så er det en klar sammenheng mellom fartsgrense og beregnede helsevirkninger. Beregningene indikerer imidlertid at en endring i fartsgrense har tilsynelatende større effekt når lydnivåene blir beregnet med Nord 96, sammenlignet med CNOSSOS.

Det bemerkes at resultatene må tolkes med forsiktighet, og kun leses som en indikasjon på effekten av gjennomføring av støyreduserende tiltak som gir en liten reduksjon i lydnivå for mange bosatte.

Resultater er oppsummert i tabell 2-5 og vist grafisk i Figur 5 og Figur 6 (figurene viser kun sterkt antall personer eksponert støynivå over L_{den} 55 dB og antall personer sterkt støyplaget)

Tabell 2 Antall personer sterkt plaget, beregnet med hhv Nord 96 og CNOSSOS, gjelder bosatte med lydnivå over L_{den} 55 dB

Situasjon	**Antall personer sterkt plaget Nord 96**	**Antall personer sterkt plaget CNOSSOS**	**Differanse metode** (CNOSSOS-Nord 96)
50 km/t for hele Rv. 4	6926	6872	*-54*
Redusert fartsgrense -10 km/t	7255	7003	*-252*
Dagens situasjon	7741	7275	*-466*
Økt fartsgrense 10 km/t	8253	7623	*-630*
Økt fartsgrense 20 km/t	8837	8014	*-823*

Tabell 3 Antall personer sterkt søvnforstyrret, beregnet med hhv Nord 96 og CNOSSOS, gjelder bosatte med lydnivå over L_{night} 50 dB

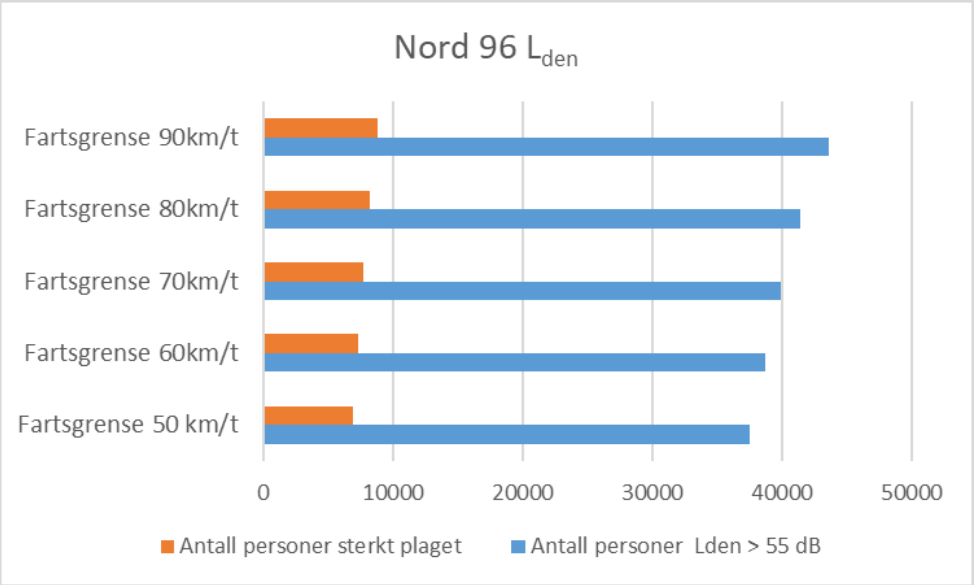
Situasjon	Antall personer sterkt søvnforstyrret Nord 96	Antall personer sterkt søvnforstyrret CNOSSOS	Differanse metode (CNOSSOS-Nord 96)
50 km/t for hele Rv. 4	1838	1899	*61*
Redusert fartsgrense -10 km/t	1968	1963	*-5*
Dagens situasjon	2107	2070	*-37*
Økt fartsgrense 10 km/t	2271	2224	*-47*
Økt fartsgrense 20 km/t	2455	2339	*-116*

Tabell 4 Endring i helsevirkninger som følger av tiltak beregnet med Nord 96

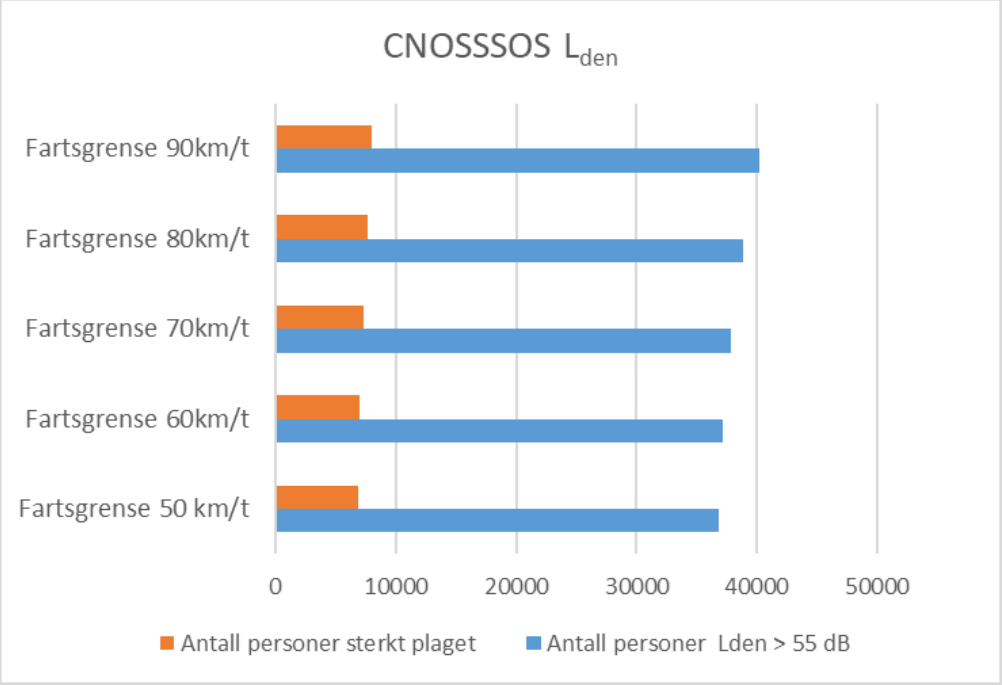
Endring som følger av tiltak beregnet med Nord 96	50 km/t for hele Rv. 4	Redusert fartsgrense 10 km/t	Dagens situasjon	Økt fartsgrense 10 km/t	Økt fartsgrense 20 km/t
Antall personer sterkt plaget	6926	7255	7741	8253	8837
Sammenlignet med dagens situasjon	-815	-486		512	1096
Antall personer sterkt søvnforstyrret	1838	1968	2107	2271	2455
Sammenlignet med dagens situasjon	-269	-139		164	348

Tabell 5 Endring i helsevirkninger som følger av tiltak beregnet med CNOSSOS

Endring som følger av tiltak beregnet med CNOSSOS	50 km/t for hele Rv. 4	Redusert fartsgrense 10 km/t	Dagens situasjon	Økt fartsgrense 10 km/t	Økt fartsgrense 20 km/t
Antall personer sterkt plaget	6872	7003	7275	7623	8014
Sammenlignet med dagens situasjon	-403	-272		348	739
Antall personer sterkt søvnforstyrret	1899	1963	2070	2224	2339
Sammenlignet med dagens situasjon	-171	-107		154	269



Figur 3 Antall personer sterkt plaget og antall personer med lydnivå over L_{den} 55 dB på fasade. Lydnivå beregnet med Nord 96.



Figur 4 Antall personer sterkt plaget og antall personer med lydnivå over L_{den} 55 dB på fasade. Lydnivå beregnet med CNOSSOS.

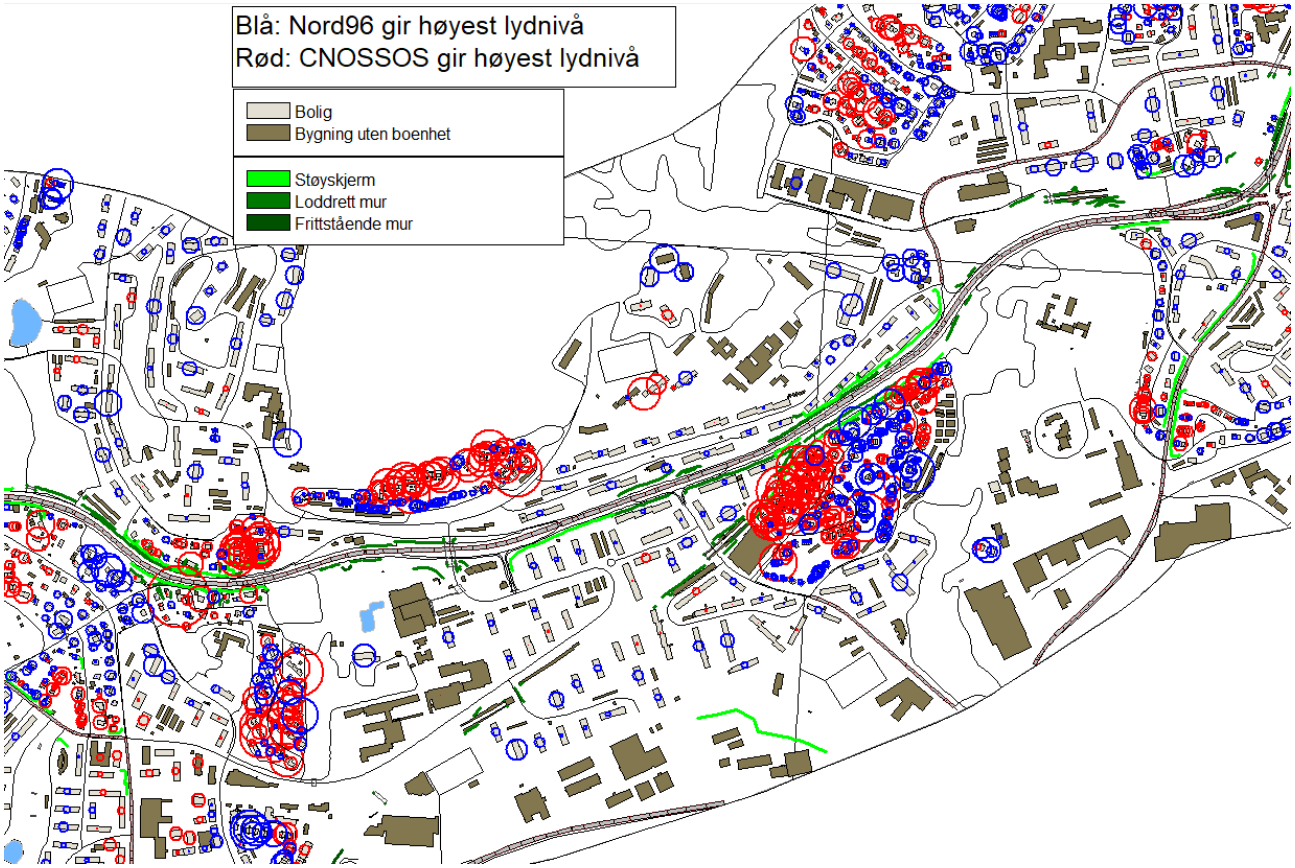
5 Vurdering av beregnet lydnivå på fasade CNOSSOS versus Nord 96

I regnearket 10249608-RIA-BER-001.xlsx er beregningsresultater for samtlige bygninger oppsummert, og det er gjort en enkel sammenligning (beregnet differanse) mellom høyeste beregnede lydnivå for en bygning beregnet med CNOSSOS og høyeste beregnede lydnivå for en bygning beregnet med Nord 96, for hver enkelt situasjon.

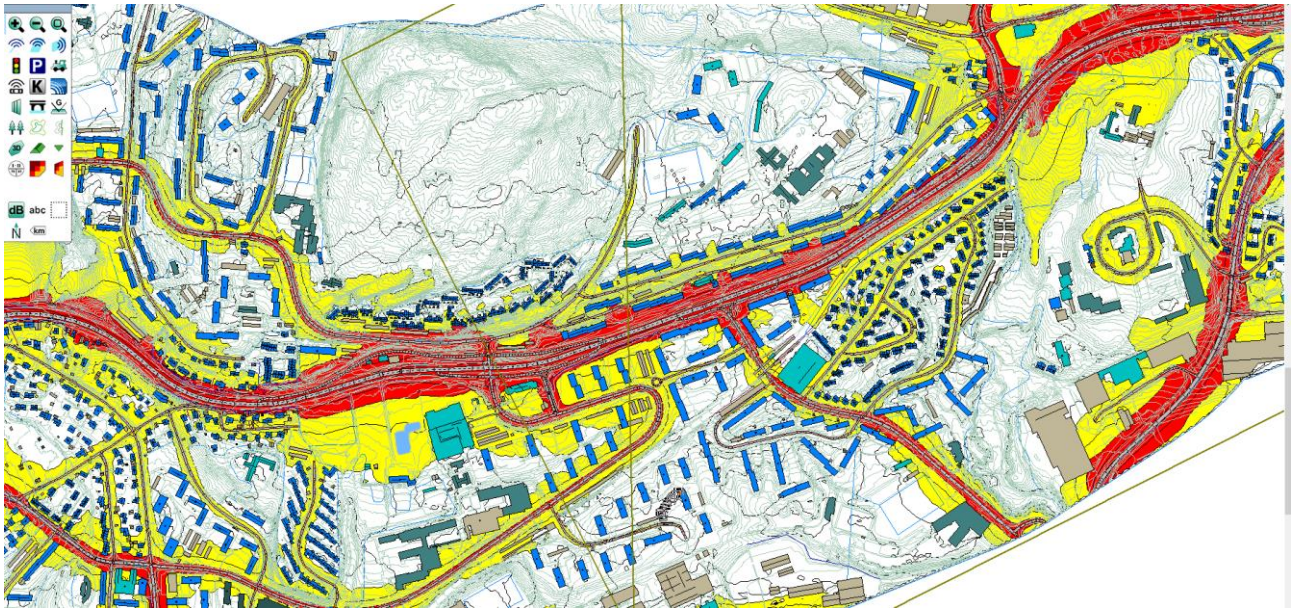
For dagens situasjon er det laget en visualisering i Cadna/A som viser differanse mellom beregningsresultater, der differansen mellom beregningsresultat i CNOSSOS og beregningsresultat i

Nord96 er vist med en sirkel. Radiusen til sirkelen er bestemt av differansen mellom beregningsresultatene. En større sirkel indikerer større forskjeller i resultater. Rød sirkel indikerer at CNOSSOS gir høyere nivå enn Nord 96, og blå sirkel indikerer at CNOSSOS gir lavere nivå enn Nord 96. Se figur 5.

Når forskjeller i beregningsresultater mellom de to metodene undersøkes, bør dette også ses i lys av hvilken støykilde som er den dominerende lydkilden, og om det i utgangpunkt er beregnet høye eller lave lydnivåer for den aktuelle bygningen. Se figur 6.



Figur 5 Visualisering av differanse mellom lydnivåer L_{den} beregnet i Nord96 og L_{den} beregnet i CNOSSOS.



Figur 6 Eksempel på støysonekart for samme område i figur over. Det kan være nyttig se på både dominerende støykilde og lydnivå (spesielt lave lydnivåer) når beregningsresultatene undersøkes.

6 Følsomhetsanalyser

6.1 Beregninger i CNOSSOS og Nord 96 for dagens situasjon

Det er gjort beregninger for bygninger innenfor beregningsområdet som er utsatt for støy fra både Rv. 4 og lokalveinettet. Endring i støynivå som følge av endring i fartsgrense på Rv. 4 vil påvirkes av hvilken støykilde som er dominerende ved den aktuelle boligen (i tillegg til flere andre faktorer).

Det bemerkes at to ulike beregninger med ulikt antall refleksjoner kan føre til at det er ulike fasadepunkter som har høyest beregnet støynivå Det vil si for eksempel i en beregning med én refleksjon er det et fasadepunkt som vender mot veien som har høyest nivå, men i beregning med to refleksjoner er det et fasadepunkt som får refleksjon fra nabobygningen som har høyest støynivå. Dette er det viktig å være klar over når resultater sammenlignes.

For enkelhets skyld sammenlignes kun høyeste beregnede nivå, men det er selvsagt mulig å gjøre mer detaljert undersøkelser. Med tanke på overordnede kartlegginger etter Forurensingsforskriften er det også det høyeste lydnivået som vil bli registrert for hver bygning.

I oppdraget inngår ikke en utdypende analyse av resultatene, men en overordnet vurdering av beregningsresultatene indikerer følgende:

- For mange bygninger er det liten forskjell i beregningsresultater (mindre enn 1 dB) når høyeste støynivå på fasade beregnet med henholdsvis Nord 96 og CNOSSOS sammenlignes. Når beregningsresultater sammenlignes, kan lave støynivåer L_{den} < 55 dB utelukkes for å få et mer oversiktlig bilde av vesentlige forskjeller i beregningsresultater.
- Skjerming og kompliserte refleksjonsforhold, og der boligene ligger nært støykilden og lavere enn støykilden, kan gi større forskjeller i beregningsresultater. Beregningsresultatene viser eksempel på at det kan være differanser opp mot 6-7 dB i beregnet høyeste lydnivå (L_{den}) for den samme bygningen. For flere bygninger er differansen omkring 2-3 dB. For eksempel gjelder det noen bygninger i Økernveien/Øvre Lunden.

- Det er også større differanse mellom beregningsresultatene med de to ulike metodene i dagens situasjon i noe avstand fra Rv. 4, og der er lokalveien er dominerende støykilde. Se Figur 5 og Figur 6.

For å verifisere eller undersøke spesifikke områder nærmere. kan det eventuelt gjøres tilleggsberegninger.

6.2 Beregning i CNOSSOS med ulike fordelinger for tungtrafikkandel

Det er beregnet støy med to ulike fordelinger av andel tunge og mellomtunge kjøretøy på Rv. 4.

Fordeling av andel mellomtunge og tunge er i utgangspunktet satt i henhold til anbefalinger gitt i SINTEF sin veileder «Håndbok for bruk av CNOSSOS i Norge», når fordeling av andel tunge og mellomtunge kjøretøy er ukjent eller usikker. Da anbefales det at all tungtrafikk legges til kategorien tunge kjøretøy, slik at andel mellomtunge av det totale antallet mellomtunge og tunge kjøretøy settes til 0 %.

Det er hentet reell andel mellomtunge og tunge kjøretøy fra Statens vegvesens tellepunkter på Rødtvedt og Ammerud (fra trafikkdata.no). Det er regnet ut en gjennomsnittsverdi for andel tunge kjøretøy på 40% av det totale antallet tunge og mellomtunge kjøretøy i de to tellepunktene. Andelen mellomtunge kjøretøy blir dermed 60% av det totale antallet mellomtunge og tunge kjøretøy. Trafikkdata er basert på tellinger fra og med 1. januar 2022 til og med februar 2023.

Den oppdaterte fordelingen i mellomtunge og tunge kjøretøy, basert på trafikkdata i tellepunkter, er kun brukt for Rv.4. For på/avkjøringsramper og andre veier innenfor beregningsområdet er fordeling med all tungtrafikk lagt til kategorien tunge kjøretøy som tidligere. Dette medfører at tungtrafikkfordelingen får mindre betydning for bygninger som ligger langt unna Rv. 4.

Beregningene viser at endring i fordeling av tungtrafikk har i dette eksemplet begrenset effekt på lydnivået. Lydnivået fra støykilden i beregningsmodellen Rv. 4 blir omkring 0,4-0,5 dB lavere når tungtrafikkandelen fordeles på mellomtunge og tunge kjøretøy som angitt over. For noen få bygninger reduseres lydnivå med 0,8-0,9 dB. Det er færre enn 20 bygninger, det vil si 0,3 % av kartlagte bygninger), og disse ligger alle helt i ytterkant av det kartlagte området nærmest sentrum (med lavere fartsgrense i dagens situasjon). For de fleste bygninger er endringen mindre, typisk i størrelsesorden 0,4-0,6 dB.

6.3 Beregninger med økt antall refleksjoner

Det er beregnet støy med Nord 96 metoden, der første- og andreordens refleksjoner er lagt til grunn i to ulike beregninger. I CNOSSOS er det utført tilsvarende beregninger med første-, andre- og tredjeordens refleksjoner. Beregningene er utført for å kartlegge hvor mye mer nøyaktig beregningsresultatene blir som følge av at det beregnes med flere refleksjoner, sett opp mot hvor stor økning i beregningstid flere refleksjoner medfører.

Det presiseres at det i denne studien kun er utført beregninger av fasadepunkter med én beregningskonfigurasjon lagt til grunn. (Med beregningskonfigurasjon menes alle de valgte beregningsinnstillingene som i samlet sett danner grunnlaget for beregningene). Den eneste innstillingen som er endret er antall refleksjoner.

Dersom det beregnes støykart, eller andre beregningsinnstillinger enn refleksjoner endres i beregningskonfigurasjonen, kan dette medføre at både beregningsresultater og forholdstallene mellom beregningstider som angis i kapitlene 6.3.1 til 6.3.3 endres noe.

6.3.1 Erfaringer med økt antall refleksjoner Nord 96

Å endre fra første- til andreordens refleksjoner når det beregnes med Nord 96, medfører at høyeste beregnede lydnivå på fasade øker for et betydelig antall bygninger. Av totalt 4967 bygninger får:

- Omkring 1000 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 1 dB.
- Omkring 250 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 2 dB.
- Omkring 40 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 3 dB.
- 8 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 4 dB (høyeste beregnede differanse er 4,4 dB).

De fleste boligene får tilnærmet ingen endring i støynivå. Omkring 1540 av bygningene får endring (økning) i høyeste beregnede lydnivå på < 0,2 dB (av totalt 4967 bygninger).

6.3.2 Erfaringer med økt antall refleksjoner CNOSSOS

Endring fra første- til andreordens refleksjoner når det beregnes med CNOSSOS, medfører også en økning av høyeste beregnede lydnivå på fasade for et betydelig antall bygninger. Av totalt 4967 bygninger får:

- Omkring 440 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 1 dB.
- Omkring 40 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 2 dB.
- 9 bygninger en økning i høyeste lydnivå på mer enn 3 dB (høyeste beregnede differanse er 3,7 dB).

De fleste boligene får tilnærmet ingen endring i støynivå. Omkring 1800 av bygningene får en endring (økning) i høyeste beregnede lydnivå på < 0,2 dB (av totalt 4967 bygninger).

Når beregningsinnstillingen endres fra andre- til tredjeordens refleksjoner, er endringen (økningen) i høyeste lydnivå på fasade betydelig mindre enn ved endring fra første til andreordens refleksjoner. Dette er som ventet, fordi mye av usikkerheten som ligger i å beregne med kun førsteordens refleksjoner blir ivaretatt ved å øke fra første- til andreordens refleksjoner.

Ved beregning med tredjeordensrefleksjoner oppnås følgende resultater:

- 29 bygninger får en økning i høyeste lydnivå på mer enn 1 dB.
- 4 bygninger får en økning i høyeste lydnivå på mer enn 2 dB (høyeste beregnede differanse er 2,7 dB).

For omkring 3640 av bygningene er økningen i høyeste lydnivå beregnet til 0,2 dB eller lavere, av totalt 4967 bygninger.

6.3.3 Beregningstider

Endring fra første- til andreordens refleksjoner ved beregning i Nord 96 medførte at beregningstiden økte med en faktor på ca. 6.

Endring fra første- til andreordens refleksjoner ved beregning i CNOSSOS medførte at beregningstiden økte med en faktor på ca. 5. Endring fra andre- til tredjeordens refleksjoner medførte at beregningstiden økte med en faktor på ca. 5,5. Dette medfører at en økning fra første- til tredjeordens refleksjoner ved beregning i CNOSSOS øker beregningstiden med en faktor på ca. 27,5.

Beregning i CNOSSOS tar lengre tid enn beregninger i Nord 96. Avhengig av om det beregnes med første- eller andreordens refleksjoner, øker beregningstiden med en faktor på 3,5 til 4,3 når det beregnes i CNOSSOS sammenlignet med Nord 96.

6.3.4 Konklusjoner beregninger med økt antall refleksjoner

For beregninger utført med CNOSSOS har det mindre betydning for beregningsresultatene å øke antall refleksjoner enn det som er tilfelle for beregninger utført med Nord 96. For begge metoder anbefales det likevel å beregne med andre ordens refleksjoner så lenge dette er praktisk gjennomførbart. Særlig gjelder dette i tilfeller der beregningsresultatene danner grunnlag for videre støyutredninger, som for eksempel tiltak på fasade eller uteplass.

Beregning med tredjeordens refleksjoner medfører en vesentlig økning i beregningstid, uten at det gir noen betydelig endring i resultater de fleste steder. Behovet for beregninger med tredjeordens refleksjoner kan vurderes i tilfeller der det utføres beregninger for et fåtall bygninger eller kun for et begrenset område, men kan være unødvendig for større og mer overordnede utredninger.

6.3.5 Forslag til videre arbeid

Beregningsmodellene som er satt opp for de ulike alternativene, og beregningsresultatene som er oppsummert i tabeller, muliggjør videre analyse av resultatene for å lære mer om effekt av tiltak og erfaringer med ny beregningsmetode CNOSSOS. Vi foreslår for eksempel å:

- Kartlegge for hvilke bygninger det beregnes stor differanse i lydnivå som følge av endrede antall refleksjoner og samtidig relativt høye støynivåer. Dette kan bl.a. gi noen indikasjoner på i hvilke situasjoner det kan være relevant å utføre beregninger med tredjeordens refleksjoner.
- Kartlegge mer detaljert hvorfor det er stor differanse i lydnivå som følge av endring i beregningsmetode for enkelte bygninger nært Rv 4.
- Gjennomføre nye beregninger av bygninger som er aktuelle for utredning iht. Forurensingsforskriften med en større grad av nøyaktighet, for å vurdere eventuelle fasadetiltak.

7 Referanser

[1] TemaNord, *Road traffic noise: Nordic prediction method*. Nordic Council of Ministers, 1996.

[2] S. Kephalopoulos, M. Paviotti, F. Anfosso-Lédée, and Institute for Health and Consumer Protection, *Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU): to be used by the EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC.* Luxembourg: OPEU, 2012. Accessed: Nov. 30, 2018. [Online]. Available: http://dx.publications.europa.eu/10.2788/31776

[3] J. Kragh, B. Plovsing, S. Å. Storeheier, and H. G. Jonasson, “Nordic Environmental Noise Prediction Methods, Nord2000. Summary Report. General Nordic Sound Propagation Model and Applications in Source-Related Prediction Methods,” Delta, AV 1719/01, May 2002. [Online]. Available: http://dk.madebydelta.com/viden/publikationer/