

Erik Engelién og Margrete Steinnes

Støyplage i Norge

Dokumentasjon av metode

© Statistisk sentralbyrå, august 2011 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde. ISBN 978-82-537-8169-3 Trykt versjon ISBN 978-82-537-8170-9 Elektronisk versjon ISSN 1891-5906 Emne: 01.90 Trykk: Statistisk sentralbyrå	Standardtegn i tabeller	Symbol
	Tall kan ikke forekomme	.
	Oppgave mangler	..
	Oppgave mangler foreløpig	...
	Tall kan ikke offentliggjøres	:
	Null	-
	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
	Foreløpig tall	*
	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimaltegn	,

Forord

Dette notatet dokumenterer metode og datagrunnlag for beregning av støyplage i Norge. Metode og datagrunnlag er tidligere dokumentert i Engelen, Haakonsen og Steinnes (2004). De endringene som er gjort i datagrunnlag og metode siden forrige dokumentasjon, er oppsummert i eget underkapittel 1.4.

Arbeidet med støyplagestatistikk er i sin helhet finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet. Et viktig formål er å tallfeste de nasjonale nøkkeltallene som er definert på området.

Notatet er utarbeidet av Erik Engelen og Margrete Steinnes.

Takk til Jens Kristian Hvalgård som har bidratt i arbeidet.

Notatet er tilgjengelig i pdf-format på Statistisk sentralbyrås internettsider under adressen: <http://www.ssb.no/publikasjoner/>

Sammendrag

Støy virker sjenerende, kan påvirke søvnkvaliteten og være medvirkende årsak til forhøyet blodtrykk og stress (WHO 2009, 2011). Støy er et av de store gjenværende miljøproblemene som rammer flest mennesker i Norge.

For å overvåke støyplage i Norge har SSB, i samarbeid med Klif, Statens vegvesen, Jernbaneverket, Avinor og Forsvarsbygg, etablert en nasjonal støymodell. Modellen utnytter eksisterende kartlegginger av støy og har bare gjort tilleggsberegninger der hvor støyberegninger ikke tidligere er gjort. Modellen beregner tall for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer) og støyplage (målt som støyplageindeks - SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år. Ambisjonsnivået er å gi årlig status og trender for støyeksponert befolkning for land og fylker samt de mest folkerike kommunene. Modellen er tidligere dokumentert i Engelen, Haakonsen og Steinnes (2004). Tall fra modellen benyttes i overvåking av nasjonale miljømål.

For hver støykilde har SSB utviklet egne modeller for beregning av støyemisjon, spredning og plagethet av støy. Det blir beregnet en utgangsstøy ved kilden ut fra data om hvor kilden er lokalisert, trafikk/ aktivitet og sammensetning. Støyen blir lagt inn i en spredningsmodell som beregner støyverdier utover i terrenget. Støyen i terrenget kobles til adresser med bosatte, og det beregnes hvor mange personer som blir utsatt for ulike støynivåer fra støykilden. Sammenhengen mellom eksponering for støy og følelse av plage blir det tatt hensyn til i SPI-beregningene, ved at antall personer utsatt for et støynivå blir multiplisert med gjennomsnittlig plagegrad (se kapittel 2.6). Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI-indeks for kilden.

Eksponerings- og SPI-beregningene er gjort ved boligen, det vil si at det beregnes som om alle personer i Norge til enhver tid oppholder seg på Folkeregisterets bostedsadresse. Dette er åpenbart ikke et komplett bilde av virkeligheten. Se mer om usikkerhet knyttet til beregningene i kapittel 6.

Siden forrige dokumentasjon er støyplagekurvene justert for støykildene vei, jernbane, fly og industri.

Det er siden forrige dokumentasjonsrapport tatt inn en ny emisjonsmodell for veirafikk (Heinz 2005). Modellen gir om lag samme støyplage for 1999 sammenlignet med Nordisk beregningsmetode 96, men for senere år blir emisjonen fra veitrafikk beregnet høyere med denne nye modellen sammenlignet med tidligere beregninger.

Beregningene for støy fra lufthavner baserer seg på støyberegninger utført av SINTEF, trafikk tall for lufthavnene, samt geografiske adressedata. Det er siden forrige dokumentasjonsrapport mottatt støyberegninger for flere lufthavner. Støyen er reberegnet for 1999 ut fra disse nye kartleggingene.

Det er nå også etablert et beregningsopplegg for trikk og t-bane i Oslo.

Det er også foretatt andre forbedringer og justeringer, se kapittel 1.4 for mer informasjon.

Emneord: Støy, støyutsatte, plaget av støy, statistisk modell.

Prosjektstøtte: Klima- og forurensningsdirektoratet

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Innhold	5
1. Innledning	6
1.1. Formål	6
1.2. Problemstilling og politiske mål	6
1.3. Status – hvor er vi nå?	6
1.4. Endringer siden sist	7
1.5. Videre arbeid	10
2. Viktige begreper og definisjoner	11
2.1. Lydtryknivå, dB	11
2.2. Frekvens, Hz	11
2.3. Lydnivå, dBA	11
2.4. Ekvivalent støynivå, L_{Aeq}	12
2.5. Avstandsdemping og luftabsorpsjon	13
2.6. Gjennomsnittlig plagegrad (GP) og støyplageindeks (SPI)	13
2.7. Fasaderefleksjon	14
3. Datagrunnlag	15
3.1. Matrikkelen (SSB-GAB)	15
3.2. BEREK – befolkningsregisteret	15
3.3. VBASE/ ELVEG	15
3.4. NORTIM-beregninger	15
3.5. Bedrifts- og foretaksregisteret	15
3.6. N50 Kartdata	16
3.7. Aktivitetstall	16
3.8. Fasadedemping	17
4. Prinsippskisse	18
5. Metoder for de ulike støykildene	19
5.1. Veitrafikk	19
5.2. Jernbane	33
5.3. Trikk og t-bane	38
5.4. Luftfart	40
5.5. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet	47
6. Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode, samt tiltak for å minimere disse	52
6.1. Generelle betraktninger om usikkerhet ved beregning av støyplage	52
6.2. Datagrunnlaget	53
6.3. Veitrafikk	54
6.4. Jernbane	57
6.5. Trikk og t-bane	58
6.6. Luftfart	58
6.7. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet	59
7. Om beregningsmetodene	61
7.1. Populasjonen	61
7.2. Konsistente tidsserier	63
8. Referanser	64
Vedlegg A Testberegninger med TraNECaM	66
Vedlegg B. Tabeller over standardverdier for ADT og tungtrafikkandel	77
Vedlegg C. LUFTFART: Tabeller og figurer	78
Figurregister	80
Tabellregister	81

1. Innledning

1.1. Formål

Formålet med notatet er å dokumentere metode og datagrunnlag som inngår i den nasjonale støymodellen slik den var ved siste publisering av resultater. Modellen beregner tall for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer utenfor bolig) og støyplage (målt som støyplageindeks - SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år. Ambisjonsnivået er å jevnlig gi status og trender for støyeksponert befolkning for land og fylker samt de mest folkerike kommunene. Statistikken vil være det viktigste grunnlaget for arbeidet med oppfølging av nasjonale mål, målt ved nøkkeltall. Støymodellen ble første gang dokumentert i "Støyplage i Norge" (Engelien, Haakonsen og Steinnes 2004). Noen av forutsetningene i modellen er justert siden dette notatet ble utgitt. Derfor utgis dokumentasjonen i ny versjon.

1.2. Problemstilling og politiske mål

De politiske målene for støyplage og støyeksponering er bl.a. uttrykt i Stortingsmeldingen om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand (St.meld nr 26 (2006-2007)) der det er formulert to mål for støy i Norge:

Strategisk mål:

Støyproblemer skal forebygges og reduseres slik at hensynet til menneskenes helse og trivsel ivaretas.

Nasjonalt resultatmål:

1. Støyplagen skal reduseres med 10 prosent innen 2020 i forhold til 1999.
2. Antall personer utsatt for over 38 dBA innendørs støynivå skal reduseres med 30 prosent innen 2020 i forhold til 2005.

1.3. Status – hvor er vi nå?

SSB har i samarbeid med Klif, Statens vegvesen, Avinor, Jernbaneverket, Forsvarsbygg og SINTEF utviklet en modell for beregning av støypåvirkning og støyplager i Norge. Modellen skal beregne data for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer, L_{ekv}) og støyplage (målt som SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år.

Systemet er bygget rundt en GIS-modell (Geografiske Informasjonssystemer) der støynivået beregnes/registreres for hver enkelt bolig i hele Norge som funksjon av boligens nærhet til veg- og jernbanenettet samt flystøysoner, skjermingseffekt fra andre boliger og fra registrerte støyskjermingstiltak, beregnet trafikk tetthet, stigningsforhold med mer.

Modellen baserer seg på de eksisterende støykartlegginger som er utført av sektormyndigheter og forskningsmiljøer samt beregninger for boliger som ikke er dekket av tidligere kartlegginger.

Beregningene er utført ved bruk av geografiske informasjonssystemer (GIS) og gir støynivå for den enkelte bolig i hele Norge og teller opp antall bosatte i disse boligene. Modellen beregner altså ikke støyplagen slik den *oppleveres* av den enkelte person. Modellen tar heller ikke hensyn til at befolkningen flytter på seg i løpet av dagen og store deler av dagen oppholder seg andre steder enn på bostedsadresse.

Denne rapporten er en videreføring av dokumentasjonsrapporten som ble publisert i 2004. I tiden som har gått etter den første dokumentasjonsrapporten er det gjort endringer i datagrunnlag og metode. Trikk og t-bane er tatt inn i beregningsopplegget. Foreløpig er det kildene veitrafikk, jernbanetrafikk, flytrafikk, industri og annen stasjonær næringsvirksomhet, og trikk- og t-bane som er inkludert (tall

for trikk og t-bane blir publisert første gang ved neste publisering). For bygg og anlegg, skytebaner og motorsportsbaner er tall foreløpig hentet fra tidligere undersøkelser (SFT 2000). Det er ikke gjort beregninger for støy fra andre kilder som f.eks. havner, vindmøller m.m. Dette er kilder som kan ha stor betydning for den enkelte, men som ikke er blitt vurdert som store nok på nasjonalt nivå til å bli inkludert i denne versjonen av støymodellen. Det vil bli aktuelt å inkludere flere kilder i modellen på et senere stadium. Metodene som modellen baserer seg på er fortsatt under utvikling, og dagens støyberegninger er beheftet med til dels store usikkerheter. Særlig gjelder dette støyplage fra industri og næringsvirksomhet og kommunale veier.

For alle kilder gis resultatene som støyplage målt som SPI (støyplageindeks) og siden forrige dokumentasjon er støyplagekurvene justert for støykildene vei, jernbane, fly, industri og annen stasjonær næringsvirksomhet. Det er også definert et nasjonalt mål for antall støyutsatte over 38 dBA innendørs, j.fr. Stortingsmelding nr 26 (2006-2007). Dette vil det bli etablert statistikkrutiner for.

1.4. Endringer siden sist

Metode og resultater fra modellen ble første gang dokumentert i Engeli, Haakonsen og Steinnes (2004). Det er i mellomtiden skjedd endringer i data-grunnlag og metode som gjør at vi nå har utarbeidet en oppdatert dokumentasjon av metode og datagrunnlag.

Nedenfor følger en oppsummering av de endringene som er gjort for den enkelte kilde siden forrige dokumentasjonsrapport. Justeringene har medført at resultatene er reberegnet for 1999.

Veitrafikk

Det er siden forrige dokumentasjonsrapport tatt inn en ny emisjonsmodell (Heinz 2005) som benyttes i beregningene. Modellen er tilpasset norske forhold (SINTEF 2006). Modellen gir om lag samme støyplage for 1999 sammenlignet med Nordisk beregningsmetode 96, men emisjonen fra veitrafikk blir beregnet høyere med denne nye modellen for senere år sammenlignet med tidligere beregninger. Forutsetningene som lå inne i VSTØY har vist seg å være for optimistisk med hensyn til utvikling i støyemisjon fra kjøretøy (pers. medd. Milford 2009). Denne nye modellen tar bl.a. hensyn til sammensetningen av bilparken og ulike typer veidekker og bildekk.

Det er utviklet en ny metode for å ta hensyn til skjermingseffekten ved bygninger mellom veien og boligene. Tidligere ble det trukket fra 5 dB hvis det lå minst en bygning mellom vei og bolig, mens det nå beregnes en siktinkel fra hver bolig til veien. Støyen ved boligen reduseres avhengig av hvor stor siktinkelen er til veien, og dette tas det hensyn til i beregningene. Ved å benytte denne siktinkel-korreksjonen blir det trukket fra mer der det er konsentrasjoner av bygninger sammenlignet med tidligere metode. I sum er støyplagen anslått til om lag samme nivå ved begge metodene, men fordelingen mellom veiene er endret ved at kommunale veier får større betydning (fordi utsatte fra kommunale veier i gjennomsnitt er nærmere veien enn de normalt mer trafikkerte riks- og fylkesveiene).

Støyverdiene for boliger fra VSTØY ble tidligere tatt inn i beregningene for aktuelt beregningsår. Nå tilbakeføres i tillegg støyverdier for boliger der det er gjort ny kartlegging i VSTØY. Støyverdiene justeres ut fra den generelle trafikkveksten i fylket.

Vi har fått nye tall for trafikkarbeidet på kommunale veier. Tidligere var dette beregnet ved å ta utgangspunkt i TØIs årlige estimer over det totale trafikk-arbeidet i Norge (f.eks. Rideng, 2002) og trekke fra trafikkarbeidet som er oppgitt i Vegdatabanken for riks- og fylkesveier. På denne måten fikk man altså en

restbestemmelse av trafikkarbeidet på kommunale veier. Dette var beregnet til om lag 10 prosent av det totale trafikkarbeidet. Vi har senere fått en ny vurdering av trafikkarbeidet på kommunale veier fra Statens vegvesen (Johansen 2005) der trafikkarbeidet er basert på beregninger, modellkjøringer og trafikktellinger. De beregnet at det kommunale veinettet hadde 16 prosent av det totale trafikkarbeidet i 2003. Dette er antatt å være uendret fra 1999 til 2007. Med utgangspunkt i fylkesvise totaltall for trafikkarbeidet har vi fordelt trafikkarbeidet til kommune som før. Denne endringen medfører en kraftig økning i beregnet støyplage fra kommunale veier.

Fordelingen av trafikkarbeidet til den enkelte veilenke er ikke så presis som vi skulle ønske. Dette arbeides det med og vi forsøker å få en mer presis modellering av trafikken på kommunale veier slik at vi i større grad kan skille mellom de høyt trafikerte veiene og mindre trafikerte rene boligkater. Som et første steg i dette arbeidet er det implementert en rutine som identifiserer kommunale "blindveier" ut fra geometri og tilordner lavere trafikk til disse veiene (det tilordnes årlig gjennomsnittlig døgntrafikk (ÅDT) på 250 til de blindveiene som har fått mer enn 250 ÅDT i ordinær rutine). Dette medfører isolert sett en reduksjon i støyplagen fra kommunale veier sammenlignet med tidligere (på om lag 16 prosent av SPI).

Nye trafikktall for kommunale veier fører til en kraftig økning i SPI fra disse veiene, mens implementering av rutinen som reduserer trafikken på "blindveier" fører til en reduksjon i SPI fra kommunal vei. Alt i alt fører endringene imidlertid til en økt andel SPI fra kommunal vei og økt SPI.

I de tilfellene der tungtrafikkandelen ikke er oppgitt for den enkelte veilenke, benyttes standardverdier. For kommunale veier var denne satt til 8 prosent, der ikke annet var oppgitt. Dette var fastsatt ut fra trafikkarbeid (fordelt på lette/tunge kjøretøy) rapportert for noen kommuner. Oslo kommune har kartlagt alle kommunale veier i kommunen med minst 500 ÅDT (tungtrafikkandelen er delvis gitt ut fra standardverdier avhengig av ÅDT) og dette gir et gjennomsnitt på om lag 4 prosent. I SSBs beregninger benyttes nå 4 prosent som standardverdi for kommunale veier.

Tidligere hadde vi trafikkdata eller støyberegninger for noen kommunale veier i enkelte, men få kommuner. Det er siden forrige dokumentasjonsrapport mottatt data fra noen flere kommuner for trafikk på de mest trafikerte kommunale veiene og/ eller støyberegninger på boliger i tilknytning til kommunale veier.

Det ble tidligere benyttet en minimumsavstand mellom vei-senterlinje og bolig-adresse på 5 meter. Dvs. hvis avstanden var mindre ble dette satt til 5 meter fordi en antok at kortere avstander skyldtes upresis stedfesting eller forskyvning mellom vei og adresse. Etter en gjennomgang av Oslo kommune, ble 5 meter beholdt som minimumsavstand for sentrum, mens det i villaområder ble satt 8 meter som minimum. Dette er iverksatt ved at 5 meter benyttes innen sentrumssoner slik SSB avgrenser dem, mens 8 meter benyttes utenfor disse sonene.

For å justere de forenklede tilleggsberegningene og ta med informasjonen fra Statens vegvesens støykartlegging (VSTØY) statistisk, ble det tidligere benyttet en fast gjennomsnittskorreksjon for hvert fylke (ut fra summen av differansene mellom SSBs forenklede beregning og VSTØY). Nå er det innført en avstands-avhengig korreksjonskurve (vs VSTØY) i stedet for fast korreksjonsverdi. Dette påvirker fordelingen av støy mellom veier med mye trafikk og lite trafikk ved en forskyvning av støyplagen mot de lavere trafikerte veiene.

Videre er det etter vurdering i Rådgivende utvalg for støy bestemt å regne 75 prosent av bosatte i boligblokker som utsatt, mens det var 50 prosent som ble benyttet tidligere.

I de tilfellene der det ikke er informasjon om veiens stigning (i hovedsak kommunale veier) er det satt en standardverdi for veiens stigning på 2 prosent. Tidligere var dette satt til 0 prosent. Standardverdien er satt etter en gjennomgang av eksisterende data (hovedsakelig for europa-, riks- og fylkesveier).

Beregningen av støyplageindeks ut fra antall støyutsatte etter støynivå (L_{aekv}) utenfor bolig er justert siden forrige dokumentasjon. Nå benyttes gjennomsnittlig plagegrad $GP = 1,58 (L_{\text{aekv}} - 39,4)$, inkludert fasaderefleksjon. Tidligere ble følgende formel benyttet: $GP = 1,55 (L_{\text{aekv}} - 37)$.

Jernbane

Som grunnlag for beregningene av støy fra jernbane brukes geografiske data over jernbanenettet samt trafikktall mottatt fra Jernbaneverket. I trafikktallene er togtyper, antall togmeter per døgn og hastigheter på de ulike banestrekningene registrert.

Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttes for å beregne emisjon og spredning i modellen. Beregning av emisjon er basert på trafikkmengde og hastighet for togtypene som trafikkerer jernbanestrekningene. Avstanden mellom jernbane og hvert enkelt bolighus beregnes ved hjelp av GIS, og benyttes til å beregne støydemping frem til de enkelte adressene. I tillegg er det utviklet en metode for å beregne skjermvirkninger fra bygninger mellom jernbanelinja og aktuell adresse (vinkelmetoden). Skjermingsvinkelen blir oversatt til en støydempingseffekt. På grunnlag av disse beregningene beregnes en endelig støybelastning på adressepunktet. Deretter telles antall personer utsatt for de ulike støyverdiene opp. Resultatet er tabeller over støyutsatte og SPI for beregningsåret.

Siden forrige dokumentasjonsrapport er det tatt i bruk ny formel for støyplageindeks (SPI).

Luftfart

Beregningene for støy fra lufthavner baserer seg på NORTIM-beregninger utført av SINTEF, trafikktall for lufthavnene, samt geografiske adressedata. I NORTIM-modellen blir støy beregnet i et regulært punktnett omkring hver enkelt lufthavn. For hvert nytt beregningsår blir støyverdiene i hvert punkt i NORTIM-rutenettet oppdatert på grunnlag av endringer i trafikkmengde for flyplassen. For hver flyplass blir det også beregnet en korreksjonsfaktor for å korrigere for utskiftninger i flyparken. Korreksjonsfaktoren beregnes på grunnlag av NORTIM-filenes start- og prognoseår samt korresponderende prognoser for utvikling i trafikkmengden.

Ved forrige publisering av dokumentasjonsrapport i 2004 hadde SSB mottatt NORTIM-beregninger for 23 lufthavner, henholdsvis 5 militære og 18 sivile. For lufthavner der NORTIM-beregninger ikke eksisterte, ble NORTIM-beregningen for Stokka lufthavn benyttet som modell. Siden 2004 har SSB mottatt NORTIM-filer for ytterligere 29 flyplasser, og støyberegningene for årene 2006 og 2007 er nå utelukkende basert på NORTIM. SSB har NORTIM-beregninger for 54 av 57 lufthavner. Tre av NORTIM-filene er foreløpig ikke tatt i bruk. De fleste NORTIM-beregningene har prognoseperiode på 10 år. NORTIM-beregningens startår varierer med flyplassene, fra 1993-2007. For fullstendig oversikt over datagrunnlag for den enkelte flyplass for beregningsårene, se vedlegg.

Ettersom SSB i løpet av årene har mottatt NORTIM-filer for flyplasser som det tidligere manglet beregninger for, har SSB tilbakeskrevet NORTIM-filene til 1999 i de fleste tilfeller for å erstatte beregningene som tidligere var basert på Stokka lufthavn. I tallene for 1999 er det fortsatt 9 lufthavner som er modellberegnet med Stokka lufthavn. Årsaken til at disse ikke er tilbakeskrevet, er at tilbakeskrivingen ville føre til relativt små endringer i resultatene for disse flyplassene for 1999. Tilbakeskriving vil likevel bli gjennomført ved neste publisering av støyplage.

Beregningene er beheftet med usikkerhet da korreksjonsfaktoren for utskifting i flyparken er basert på en interpolasjon og ikke på faktiske data for flytrafikkens fordeling på flytyper i beregningsåret.

Siden forrige dokumentasjonsrapport er det tatt i bruk ny formel for støyplageindeks (SPI).

Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Siden forrige dokumentasjon er utgangsstøyen for de ulike næringene justert og det benyttes nå én utgangsstøyverdi per bransje, i tillegg er kjøpesentra tatt med i beregningsgrunnlaget, mens bensinstasjoner er tatt helt ut (SINTEF 2004 basert på støymålinger ved bedrifter). I beregningene regnes det at 75 prosent av bosatte i boligblokker er utsatt for støy mot 50 prosent som ble benyttet ved tidligere publisering. I de tilfellene der utslippsvinkelen er under 360° benytter SSB nå en geografisk sektor ut fra hver bedrift definert av utslippsvinkelen, tidligere benyttet SSB en annen statistisk tilnærming. SPI-kurvene for plagegrad ved ulike støynivåer er også justert siden forrige dokumentasjon.

Trikk og t-bane

Det er nå etablert et beregningsopplegg for trikk og t-bane i Oslo. Beregningen tar utgangspunkt i eksisterende kartlegging utført i forbindelse med strategisk støykartlegging for Oslo (Oslo kommune 2007a).

1.5. Videre arbeid

Det arbeides med å utvikle en metode for trafikkmodellering på kommunale veier slik at usikkerheten for støyplage fra disse veiene kan reduseres. SSB har arbeidet med utvikling av en praktisk/pragmatisk metode for å tilordne trafikk på kommunale veier. Metoden består i hovedsak i å modellere trafikk ut fra informasjon om bosatte på adresser, ansatte på bedrifter og veinettet. Det benyttes standardverdier for hvor mye biltrafikk som dannes ut fra bosatte og fra bygningsareal fordelt etter næring.

Statens vegvesen har utviklet et verktøy for beregning av støy fra veitrafikk som skal erstatte dagens beregninger (VSTØY). Dette nye verktøyet (NorStøy) er omfattende og tar hensyn til bl.a. terreng fra de mest detaljerte kartverkene i Norge. NorStøy er basert på en revidert emisjonsmodell (Nord2000). Vi vil ta inn resultatene fra dette verktøyet når Statens vegvesen har gjort kartleggingen med det. I tillegg vil vi i første omgang tilpasse SSBs forenklete tilleggsberegninger til resultatene fra dette verktøyet bl.a. ved å benytte samme emisjonsmodell. Imidlertid er målet at vi i løpet av noen år har tatt i bruk hele verktøyet i de nasjonale støyberegningene, men med nødvendige forenklinger og automatiseringer. Sammen med bedre trafikkdata på kommunale veier er implementering av dette verktøyet nødvendig for å kunne gi tall for enkeltkommuner.

Statens vegvesen, Jernbaneverket, Avinor og Forsvarsbygg holder på å etablere database over bygninger eksponert for støy i samarbeid med Klif og med Sintef som uvikler. Denne databasen vil inneholde bl.a. støyverdier for fasade og for bruksenheter innendørs. SSB vil etablere rutiner for å statistikkføre antall støyutsatte over 38 dB(A) innendørs, basert på resultater fra denne databasen (Støybygg III).

Dempingseffekt som en følge av støyskjermer ved jernbanelinja er inne i beregningene på en forenklet måte med et generelt fratrekk uavhengig av skjermenes plassering. Data på støyskjermer eksisterer, og det jobbes med å få disse inn i beregningene for jernbanestøy. Det er etter siste resultatberegning også gjort en stor kartlegging av støy fra jernbanetraffikk (Jernbaneverket 2009) som vil bli inkludert i beregningsopplegget.

En bør vurdere å inkludere flere støykilder i modellen. Dette gjelder først og fremst skytebaner og bygg- og anleggsstøy der det allerede er beskrevet mulige metodiske tilnærminger.

Eksponerings- og SPI-beregningene er gjort ved boligen, det vil si at det beregnes som om alle personer i Norge til enhver tid oppholder seg utendørs på Folkeregisterets bostedsadresse. Hittil er de adressvise beregningene gjort separat for hver støykilde. Dette er åpenbart ikke et fullstendig bilde av virkeligheten, fordi støyplager på arbeidsplass, skoler, i rekreasjonsområder mv. ikke er tatt hensyn til i beregningene. Det vil senere bli vurdert om modellen skal videreutvikles for i større grad å gjenspeile støyplage over døgnet der folk ferdes og oppholder seg.

2. Viktige begreper og definisjoner

2.1. Lydtrykknivå, dB

Det øret vårt oppfatter som lyd er svært små trykkbølger i lufta omkring oss. Lydtrykket kan angis i vanlig enhet for trykk som er N/m^2 og kalles Pascal (Pa) (Løchstøer 1976). Øret kan oppfatte lydtrykksvariasjoner helt ned til 0,00002 Pa. Ved trykkvariasjoner på 20 Pa kjenner vi smerte i øret. Fordi hørselen har så stor spennvidde, med forhold ca. 1:1 million mellom svakeste og sterkeste lyd, er det upraktisk å bruke lydtrykket direkte som måleenhet. Det er derfor definert en mer sammentrykt skala, desibelskalaen, der 0 dB tilsvarer den svakeste lyden vi kan høre og 120 dB tilsvarer 20 Pa. Når lydtrykket angis i desibel kalles det lydtrykknivå (SFT 2001).

2.2. Frekvens, Hz

Dersom en høyttalermembran svinger regelmessig fram og tilbake 20 ganger hvert sekund, vil den skape 20 trykksvinginger hvert sekund i lufta rundt, antallet svinginger i sekundet blir kalt lydens frekvens, som angis i enheten Hertz (Hz). 20 Hz = 20 svinginger i sekundet (SFT 2001). Tonen én-strøken A har frekvens 440 Hz. En dobling eller halvering av frekvensen svarer til et sprang på en oktav (Løchstøer 1976).

Tabell 1. Eksempler på lyder med ulike frekvenser

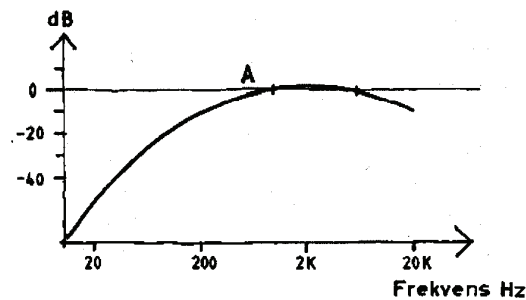
Frekvens (Hz)	Eksempel
20	laveste hørbare lyd
100	transformatordur
440	én-strøken A
1 000	pipetone telefon
10 000	gresshoppe
20 000	øvre grense for høreområde

Kilde: (Løchstøer 1976).

2.3. Lydnivå, dBA

Menneskets øre er mest følsomt for frekvenser omkring 1 000 Hz, det er minst følsomt for de laveste hørbare frekvensene. Det er laget en frekvensveiekurve A som etterligner ørets følsomhet (figur 1).

Figur 1. Frekvensveiekurve A



Kilde: SFT 2001

Veiekurve A angir det antallet desibel som skal legges til eller trekkes fra desibelverdiene for ulike frekvenser. Dersom vi skal A-veie en lyd med en frekvens på 63 Hz (basslyd) gjøres dette ved å trekke fra 26,6 dB, lyden gis altså liten vekt. Har lyden derimot en frekvens på 1 000 Hz får den ikke noe fratrekk når den A-veies, og dersom vi har en diskantlyd på 4 000 Hz skal den gis et tillegg på 1dB for å være A-veid.

Når lyden blir målt eller vurdert med A-kurven snakker vi om lydnivå, L_A , angitt i dBA (SFT 2001). En oversikt over typiske lydnivåer målt i dB er vist i Tabell 2.

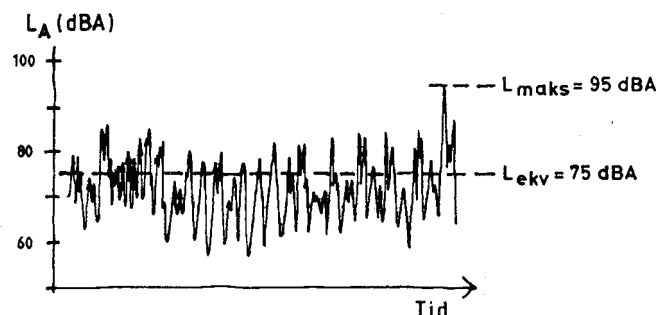
Tabell 2. Typiske lydnivå

Lydtrykknivå (dB)	Lydtrykk (Pa)	Lydkilde	Hørestyrke
0	$2 \cdot 10^{-5}$		Høreterskelen
10	$6 \cdot 10^{-5}$	Rasling av løv	Så vidt hørbar
20	$2 \cdot 10^{-4}$	Lydstudio	
30	$6 \cdot 10^{-4}$	Soverom nattetid	Stille
40	$2 \cdot 10^{-3}$	Fortrolig samtale	
50	$6 \cdot 10^{-3}$	Stille gater	Moderat støyende
60	0,02	Normal samtale(1m)	
70	0,06	Cocktailselskap	Støyende
80	0,2	Sterkt trafikkert gate	
90	0,6	Stor lastebil (15m)	Meget støyende
100	2	Skrik (1,5m)	
110	6	Sterk industristøy	Uholdbar
120	20	Jetflyavgang (60m)	
130	60		Smertegrensen

Kilde: Folkehelseinstituttet (2008).

2.4. Ekvivalent støynivå, L_{Aekv}

Vanligvis varierer støyen over tid. På fortauet i en bygate kan støynivået variere f.eks. fra 50 dBA - som tilsvarer "bakgrunnsstøyen" i området, til over 90 dBA når en tung lastebil aksellerer forbi. Det ekvivalente støynivået er et mål på det gjennomsnittlige nivået for en slik varierende støy over en bestemt tidsperiode (Figur 2). Måleenheten er i praksis ofte dBA. Ekvivalentnivået blir ofte forkortet til L_{Aekv} . (SFT 2001).

Figur 2. Ekvivalent støynivå, L_{ekv} 

Kilde: SFT, 2001

2.5. Avstandsdemping og luftabsorpsjon

Når lydsvingingene oppstår i et punkt "midt ute i luften" vil lydbølgene bre seg i alle retninger ut fra dette punktet. Fronten av bølgen vil danne en kuleflate kalt en sfærisk bølge. I en sfærisk bølge vil lyden bre seg over en stadig voksende kuleflate, på den måten blir lyden svakere jo lenger ut fra kilden man kommer. Vi sier at vi har en avstandsdemping av lyden. For en sfærisk bølge synker lydtrykksnivået med 6 dB for hver dobling av avstanden til kilden. I tillegg vil en lydbølge svekkes på sin vei ved luftabsorpsjon, dvs. at noe av lyden energien absorberes i luften og går over til varme. Dette energitapet øker med økende frekvens. Et eksempel på det har vi ved torden. Når lynet er forholdsvis nær, hører vi tordenen som et skarpt smell, på større avstand som en dyp lyd (Løchstøer 1976).

For lydutbredelse over litt større avstander utendørs, er vind, temperaturforhold, vegetasjon og bakkeforhold også av betydning. Fra tette, harde flater som asfalt og betong blir mye lyd reflektert, over myke flater som mark eller nysnø blir mye av lyden absorbert (Løchstøer 1976).

2.6. Gjennomsnittlig plagegrad (GP) og støyplageindeks (SPI)

Gjennomsnittlig plagegrad viser hvor mye plage en gjennomsnittsperson opplever ved ulike lydnivåer fra ulike kilder på en plagegradsskala fra 0 til 100. Formler for beregning av GP er gitt i tabellen nedenfor (hentet fra SFT 2000 og 2005) og visualisert i Figur 3.

Tabell 3. Formler for beregning av gjennomsnittlig plagegrad (GP)

Kilde	Formel ¹
Veitrafikk	$GP = 1,58 (L - 39,4)$
Industri ²	$GP = 1,58 (L - 39,4)$
Luftfart	$GP = 1,58 (L - 34,4)$
Jernbane	$GP = 1,58 (L - 44,4)$
Bygg og anlegg, motorsport	$GP = 1,19 (L - 19)$

¹ $L = L_{A_{ekv}}$ med fasaderefleksjon

² Formel for industri gjelder jevn industristøy

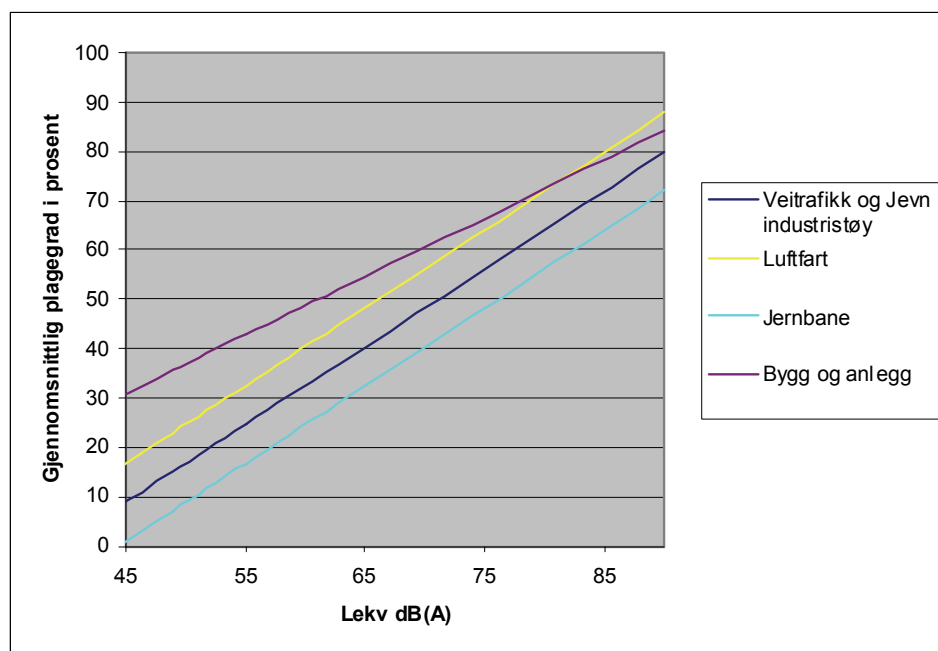
Kilde: SFT (2000) og senere justeringer (SINTEF 2002a og SFT 2005).

Støyplagen er avhengig av kilde. Figur 3 viser en dose-respons-sammenheng for hvordan en gjennomsnittsperson reagerer på ulike støyntivåer fra forskjellige kilder. Sammenhengene er basert på sammenhengene mellom resultater fra spørreundersøkelser (hvor plaget en person er - opplevelsen) og faktisk støyntivå (eksponeringen). I hvilken grad en person vil føle seg plaget av et bestemt støyntivå er avhengig av hvilken kilde som produserer støyen. Støyntivåer under 40 desibel er lite plagsomme uansett hvilken kilde støyen kommer fra. Ved høyere støyverdier er det luftfart som vil være den mest plagsomme støykilden, deretter vei, mens jernbane er den mest plagsomme støykilden.

Når det gjelder veitrafikk, jernbane og fly, er indeksen basert på dose-respons-undersøkelser fra en rekke nord- og mellomeuropeiske land, samt USA, Canada og Australia. Undersøkelsene har blitt sammenstilt av et internasjonalt anerkjent fagmiljø i Nederland, forskningsinstituttet TNO. Til sammen 58 000 personer er blitt intervjuet og har oppgitt hvor plaget de er. Samtidig ble støyntivået personene var utsatt for, målt eller beregnet.

Siden støyntivå og plagegrad blir beregnet for hver enkelt kilde, vil en bolig kunne motta støy fra flere ulike kilder uten at disse blir regnet sammen til en enkelt plagegrad ved boligen. De bosatte i boligen kan være sterkt plaget av veitrafikkstøy, samtidig som de også blir registrert som plaget av flystøy.

I gjennomsnittlig plagegrad er alle plagegrader, ikke bare sterk plage, tatt med og satt sammen til generell plagetheit.

Figur 3. Forholdet mellom støynivå og gjennomsnittlig plagegrad (GP)

Kilde: SFT (2000) og senere justeringer (SINTEF 2002a og SFT 2005).

SPI ble utviklet for å kunne sammenligne støyplage på tvers av kilder. SPI beregnes fra oversikter over antall personer eksponert for ulike støynivåer utendørs. Indeksen beregnes ved å multiplisere antall eksponerte personer for hvert støynivå med gjennomsnittlig plagegrad (GP) for dette lydnivået.

Formler for beregning av SPI er hentet fra SFT 2000, men er justert for industri etter nye undersøkelser (SINTEF 2003) og for vei, jernbane og fly av SINTEF (2002a) og gitt for ekvivalentnivå av SFT (2005). Nedre grense (støynivå) for å inkludere bosatte i SPI-beregningene er også hentet fra SFT (2000). Denne nedre grensa varierer noe støykildene imellom. Mens det fra industri og næringsvirksomhet telles støyutsatte fra 48 dBA, gjøres dette fra 50 dBA for jernbane og luftfart, mens 55 dBA er benyttet for veitrafikk.

Begrepet SPI er nærmere definert i SFT-rapporten *Mulige tiltak for å redusere støy* (SFT 2000), og på www.miljostatus.no.

2.7. Fasaderefleksjon

Støy utenfor bolig påvirkes bl.a. av refleksjon fra bygningens fasade. Fasaderefleksjonens reelle bidrag til støynivået utenfor bolig vil variere noe fra situasjon til situasjon. Det er tatt hensyn til fasaderefleksjon på samme forenklete måte som i SFT (2000) ved at det er lagt til 3 dBA på støynivået før beregning av gjennomsnittlig plagegrad og SPI (for veitrafikk og t-bane/ trikk er det for noen boligbygninger beregnet mer presist eller målt støy og dermed er fasaderefleksjon inkludert i utgangspunktet).

3. Datagrunnlag

3.1. Matrikkelen (SSB-GAB)

Matrikkelen er Norges offisielle register over grunneiendommer, adresser, bygninger og boliger. Den er opprettet med hjemmel i lov om eigedsregistrering (matrikkellova) og erstatter det tidligere registeret over grunneiendommer, adresser og bygninger (GAB) og digitalt eiendomskartverk (DEK). Statens kartverk er sentral matrikkelmyndighet og er ansvarlig for forvaltning av Matrikkelen og tilhørende regelverk. Kommunene er lokal matrikkelmyndighet og har med dette ansvar for oppdatering av Matrikkelen.

Registeret skal i prinsippet omfatte alle adresser, bygninger og grunneiendommer i Norge. Bygningsdelen omfatter alle bygninger over 15 m².

Bygningsdelen av registeret har informasjon om bl.a. bygningers geografiske koordinater, bygningstype og næringsgruppe. Registeret oppdateres kontinuerlig.

I støymodelleringen er det geografisk plassering av bygninger og adresser samt informasjon om bygningenes areal og type som er viktigst. Vi benytter data fra SSBs kopi, SSB-GAB.

3.2. BEREG – befolkningsregisteret

BEREG er SSBs statistiske register som inneholder alle bosatte i Norge. Det er informasjon om bl.a. adresse og dette er benyttet til å koble mot adressene i Matrikkelen og dermed få eksakt lokalisering ved koordinater. Antall bosatte aggregeres til hvert adressepunkt.

3.3. VBASE/ ELVEG

VBASE inneholder geometri og egenskaper for alle kjørbare veier av minst 50 meters lengde i Norge.

Dette oppdateres årlig av Statens kartverk. Dette datagrunnlaget benyttes i veitrafikkberegningene ved at informasjon om trafikk kobles til veinettet ved dynamisk segmentering (dvs. trafikkinformasjonen bres utover veinettet basert på vegidentifikasjonen og meterangivelser). Elveg inneholder i tillegg informasjon om bl.a. fartsgrense.

3.4. NORTIM-beregninger

SINTEF har gjort detaljerte beregninger av støy for en rekke flyplasser i Norge. Resultatene fra disse beregningene foreligger som såkalte NORTIM-filer fra beregningsprogrammet NORTIM (SINTEF 1995, jf. SINTEF 2001). For hver flyplass mottas 2 datasett med beregnede støyverdier i et punktnett omkring flyplassene. Det ene datasettet inneholder støysituasjonen for et startår i beregningsperioden, det andre datasettet inneholder prognosert støysituasjon 10-20 år fram i tid. Filene inneholder lokale koordinater oppgitt i fot samt en rekke parametere for støy oppgitt med referanse til punkter i et stort nettverk. Punktavstand i nettet varierer fra flyplass til flyplass, med verdiene ca. 38 meter, 76 meter eller 152 meter.

3.5. Bedrifts- og foretaksregisteret

Bedrifts- og foretaksregisteret (BoF) er Statistisk sentralbyrås (SSBs) register over alle juridiske enheter og bedrifter i privat og offentlig sektor i Norge.

Bedrifts- og foretaksregisteret benyttes ved beregning av støy fra industri og annen statsjonær næringsvirksomhet. Omfanget er alle bedrifter med ansatte innen de angitte næringer (se Tabell 4). Industri er NACE 15-37, mens øvrige NACE-koder

(SN 2002) representerer annen næringsvirksomhet i dette arbeidet. Av bedriftene i Bedrifts- og foretaksregisteret var 76 prosent stedfestet til koordinatnivå ved opprettelsen av bedriftspopulasjonen for støyberegninger (i 2004). Av de valgte bedriftene (inkludert bl.a. bilverksted/bensinstasjon) er 61 prosent stedfestet til koordinat. De øvrige uten koordinater blir plassert til industribygninger innen samme grunnkrets. Hvis det ikke er industribygninger innen samme grunnkrets, antas bedriftene å være hovedkontor e.l. og tas ikke med i beregningene. Av de 18 126 bedriftene gjenstår 17 276 potensielt støyende bedrifter etter denne koblingen. Etter en tilsvarende kontroll for de med koordinater (men på bygningsnivå) gjenstår 12 972 bedrifter som inngår i støyberegningene. SINTEF har tilordnet egne støyegenskaper til bedrifter etter bransjeinndelingen vist i Tabell 4. Tabellen viser hvilke næringer som inngår i bransjene etter Standard for næringsgruppering 2002 (SN 2002).

Tabell 4. Antall bedrifter som inngår i støyberegningene etter bransje¹

Bransje	Navn	Antall	NACE-kode (SN 2002)	SN 2007
	I alt	12 972		
01	PUKK/ BERGVERK	379	10,11,12,13,14	05,06,07,08,09
02	MEK. VERKSTED	2 033	29,28	25,28
03	SKRAPHANDLERE	92	37	38 .31,38.32
04	BENSINSTASJON	1 281	50.50	
05	GRAFISK INDUSTRI	1 138	22	18
06	SAGBRUK/ HØVLERI	835	20	16
07	METALLURGISK	131	27	24
08	PAPIR/ CELLULOSE	78	21	17
09	PETROKJEMISK	455	23,24,25	19,20,21,22
10	VASKERI/ RENSERI	151	93.01	96.01
11	NÆRINGSMIDDELINDUSTRI	1 338	15,16	10,11,12
	DIVERSE		17,18,19,26,30,31, 32,33,34,35.2-35.4,36,40,41	13,14,15,23, 26,27, 29,31,32,35,36, 30.2-30.9
12		2 732		
13	SKIPSVERFT	528	35.1	30.1
14	BILOPPHUGGERI	76	51.57	46.77
15	BILVERKSTED	1 725	5 0.2,50.403	4 5.2,45.403

Dette betyr at stedfestingen for 39 prosent av bedriftene er på et mindre nøyaktig geografisk nivå enn adressepunkt, dvs. grunnkrets. (Det er ca. 13 000 grunnkretser i Norge, hvor de arealmessig er størst utenfor tettsteder.)

3.6. N50 Kartdata

N50 Kartdata er kartografisk redigerte vektordata tilsvarende kartserien "Norge 1:50 000". I denne sammenheng er det benyttet data for jernbane og flyplasser.

3.7. Aktivitetstall

3.7.1. Trafikktall for veitrafikk

Inngangsdataene som blir brukt til beregning av støy fra veitrafikk er bl.a. årsdøgntrafikk (ÅDT²) og tungtrafikkandel. Det gjøres ikke systematiske trafikktellinger på kommunale veier (bortsett fra i noen større kommuner). Dette gjøres kun på riks- og fylkesveier. ÅDT og tungtrafikkandel hentes fra veilenkedataene³ i VSTØY og suppleres med data fra Nasjonal vegdatabank. ÅDT for kommunale veier finnes ikke i nasjonale databaser. For å beregne støynivået fra disse veiene må derfor først ÅDT estimeres per veilenke. Enkelte kommuner har imidlertid relativt god oversikt over ÅDT på sine kommunale veier. For disse kommunene har vi derfor brukt

¹ Bransjene er inndelt av Sintef for bedrifter med lik emisjon. Standard næringsgruppering er tilordnet denne støybransjeinndelingen.

² ÅDT er gjennomsnittlig antall kjøretøy på en veistrekning/veilenke hver dag gjennom året.

³ En veilenke er en veistrekning. I VSTØY er dette delt opp slik at hver strekning er mest mulig lik mht. ÅDT, tungtrafikkandel, stigning og fartsgrense.

ÅDT direkte på de veiene der dette finnes. På veier der ÅDT ikke er kartlagt, brukes estimert ÅDT.

3.7.2. Trafikktall for jernbane

Trafikkdata for 1999, 2003, 2006 og 2007 er mottatt fra Jernbaneverket. I trafikktallene er det gitt opplysninger om mengden trafikk av ulike togtyper på de forskjellige strekningene. Trafikken oppgis i antall togmeter pr døgn fordelt på de respektive jernbanestrekninger, og er gjennomsnitt for året.

Trafikktallene for 1999 er gitt for mindre fininndelte strekninger enn senere år og det er heller ikke gitt hastigheter på togene. SSB har derfor overført hastigheter og mer fininndelte banestrekningsskoder fra 2002 til 1999. For enkelte mindre banestrekninger er det mottatt kun trafikkdata for 1999 og ikke senere. For å oppnå sammenlignbare resultater, er disse mindre strekningene ikke inkludert i beregninger for seinere år.

3.7.3. Trafikktall for fly

Trafikkdata for sivile lufthavner hentes fra Avinors nettsider, mens trafikktall for militære flyplasser leveres av Forsvarsbygg. Trafikken oppgis i flybevegelser, det vil si antall avganger og landinger. For 6 flyplasser med overveiende militær bruk er trafikktall ikke tilgjengelige.

3.7.4. Produksjonstall for industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Endring i støyemisjon for industri og næringsvirksomhet er beregnet ut fra endring i produksjonsindeks for industrien (SSB). Endring i støyemisjon for bilopphoggeri er utledet fra statistikk over biler vraket mot pant (SSB).

3.8. Fasadedemping

Beregningene for fasadedemping og innendørs støy skal i første omgang gjøres for kildene fly, jernbane og vei (euopa-, riks- og fylkesveier). Vi vurderer å inkludere flere kilder etter hvert som metoder og datagrunnlag forbedres. Datagrunnlag for innendørsberegningene skal være den nyetablerte databasen Støybygg som er felles for alle 3 kildene. Det vil bli etablert rutiner for statistikkføring ut fra denne databasen sammenholdt med registerinfo om bosatte. Det er foretatt nykartlegging av jernbane og det må etableres tilbakeskrevet status for 2005. Dette gjelder også støy fra veitrafikk etter omlegging til Norstøy.

Avinor har etablert et eget register over bygninger i tilknytning til alle flyplasser. Ved hver oppdatert støykartlegging lages det en oversikt over beregnet utendørs støynivå for alle bygninger hvor innendørs nivå kan ventes å overstige 35 dB. Innendørs støynivå beregnes som utendørs støynivå med fratrekk for fasadedemping. Dempingsverdiene kan være reelle målinger, beregnet fasadedemping etter åstedsbefaring og bruk av håndboken "Isolering mot utendørs støy", eller normerte fasadedempingsverdier. Normert fasadedemping vil være avhengig av hvilken type trafikk lufthavnen har. For regionale lufthavner regner Avinor 18 dB fasadedemping mens det for sivile flyplasser med jetfly blir benyttet 26 dB.

4. Prinsippskisse

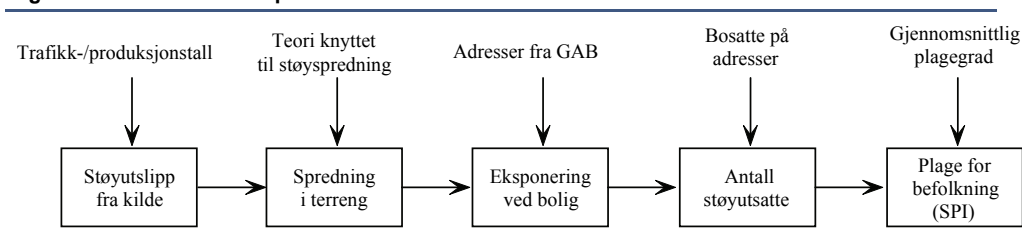
For å møte utfordringen om å beregne støyplage i hele Norge på en kostnads-effektiv måte, har SSB i størst mulig grad tatt utgangspunkt i eksisterende data og bare gjort tilleggsberegninger der hvor støyberegninger ikke tidligere er gjort og for å beregne endringer i støyplage. Det brukes f.eks. støyberegninger fra VSTØY for veitrafikk og NORTIM for luftfart.

Modellen beregner tall for støypåvirkning (målt som antall personer utsatt for ulike støynivåer) og støyplage (målt som SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år. Prosjektet skal tallfeste støypåvirkning og SPI for støy fra veier, jernbane, flyplasser, industri og andre viktige kilder. Ambisjonsnivået er å utarbeide statistikk som viser status og trender for støyutsatt befolkning for landet og fylkene. Dette skal gi input til arbeidet med oppfølging av nasjonale nøkkeltall.

Det er utviklet en GIS⁴-modell der støynivået beregnes/registreres for den enkelte bolig i hele Norge. Det er foreløpig beregnet støyverdier for veitrafikk, industri, jernbane og luftfart.

For hver støykilde har SSB utviklet egne modeller for beregning av generering, spredning og plagethet av støy. Den generelle oppbyggingen av disse modellene er vist i. Det blir beregnet en utgangsstøy ved kilden, denne støyen blir lagt inn i en spredningsmodell som beregner støyverdier utover i terrenget. Støyen i terrenget kobles til adresser med bosatte, og det beregnes hvor mange personer som blir utsatt for ulike støynivåer fra støykilden. Sammenhengen mellom eksponering for støy og følelse av plage blir det tatt hensyn til i SPI-beregningene, ved at antall personer utsatt for et støynivå blir multiplisert med gjennomsnittlig plagegrad, dvs. et tall mellom 0 og 1 der 0 angir ikke plaget mens 1 er sterkt plaget (se kapittel 2.6). Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI for kilden.

Figur 4. Modellkonsept



Eksponerings- og SPI-beregningene er gjort ved boligen, det vil si at det beregnes som om alle personer i Norge til enhver tid oppholder seg på Folkeregisterets bostedsadresse. Dette er åpenbart ikke et komplett bilde av virkeligheten. Støyplage på arbeidsplass, i rekreasjonsområder mv. er ikke tatt hensyn til i beregningene. Det vil senere bli vurdert om dette skal tas med i modellen.

⁴ Geografiske informasjonssystemer (GIS).

5. Metoder for de ulike støykildene

5.1. Veitrafikk

5.1.1. Modell

Vegdirektoratet, veikontorene og enkeltkommuner har gjennom en årrekke lagt ned store ressurser i å kartlegge støynivåer for støyutsatte boliger i sine områder. Denne kartleggingen er gjort med beregningsmodellen VSTØY som baserer seg på Nordisk beregningsmetode for veitrafikkstøy. I arbeidet med SSBs første-generasjonsmodell for støyplageberegning ble det tidlig klart at denne informasjonen måtte brukes videre.⁵

Støyberegningene fra VSTØY inneholder mye lokal informasjon om støy-skjerming, fasadeisolering m.m. som det er viktig å dra nytte av i den nasjonale støymodellen. Utfordringen i arbeidet var at VSTØY-dataene bare dekker en liten del av boligmassen i Norge. Det er gjort beregninger for et utvalg støyutsatte boliger hovedsakelig langs riks- og fylkesveier. De kartlagte boligene ligger for det meste i første husrekke langs veien. Svært få boliger langs kommunale veier er kartlagt. SSB har gjort beregninger etter en forenklet versjon av Nordisk beregningsmetode for boliger som ikke er funnet i VSTØY. Algoritmene som er brukt i støyberegningene er gjengitt i avsnitt lenger ned.

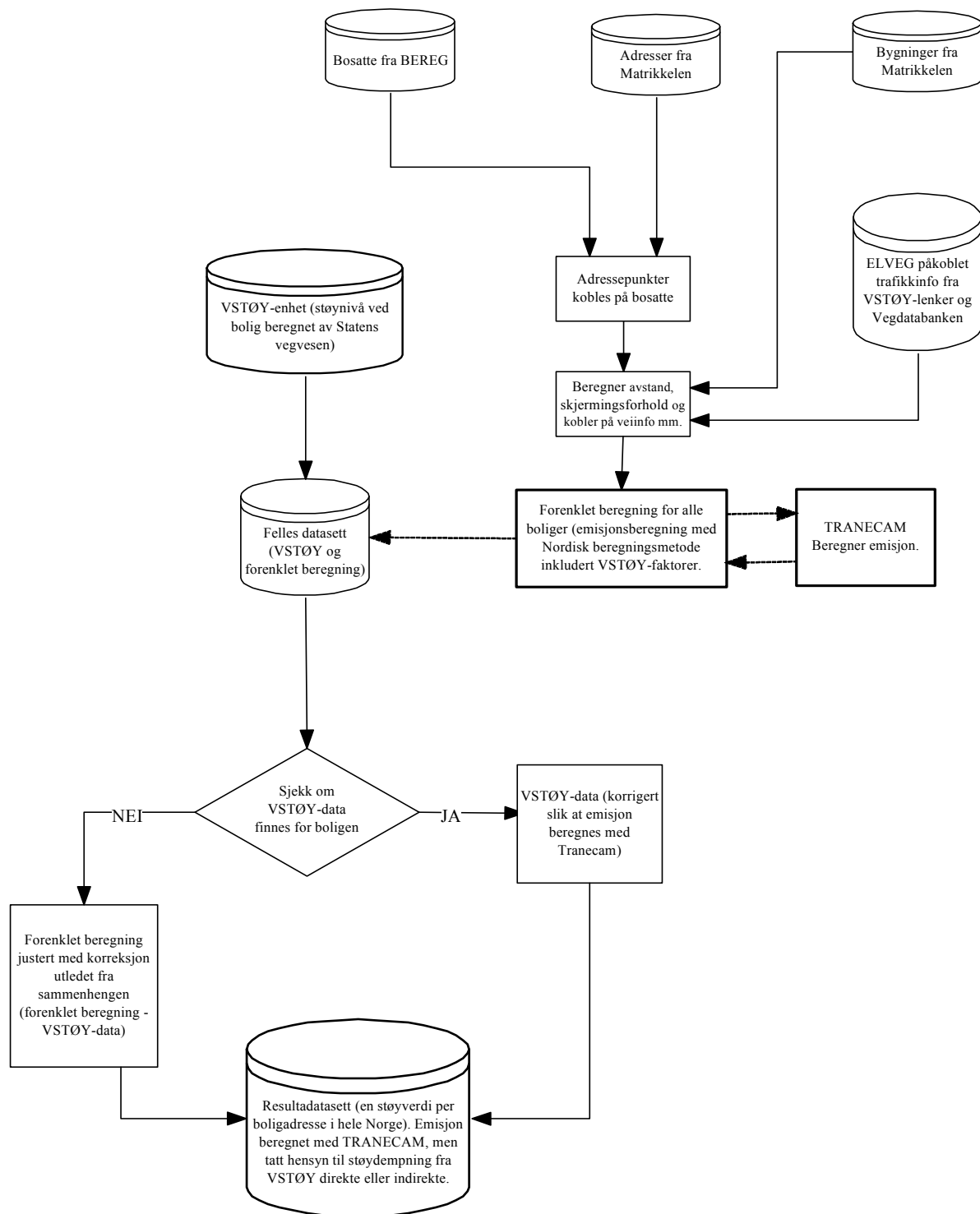
Kunnskapen fra de nøyaktige VSTØY-beregningene er også tatt med videre i SSBs forenklete beregninger. Dette er gjort ved at de forenklete beregningene er utført på samtlige boliger i Norge. Der hvor det finnes støydata fra VSTØY, er denne blitt sammenlignet med SSBs forenklete beregning. Det er så beregnet en avstands-avhengig korreksjonskurve for dette avviket som er brukt for å korrigere SSBs forenklete beregning for boliger uten VSTØY-data.

Siden beregningene benytter TRANECAM (Heinz 2005, SINTEF 2006) som emisjonsmodell er differansen mellom SSBs forenklete beregninger og VSTØY benyttet sammen med emisjonsverdiene fra TRANECAM. På den måten utnyttes informasjonen om terreng, markslag med mer som ligger inne i VSTØY-kartleggingen samtidig med at TRANECAM benyttes som emisjonsmodell.

Figur 5 viser dataflyten for håndtering av veitrafikkstøy i den nasjonale modellen. Figuren illustrerer hvordan det i modellen enten brukes VSTØY-data eller data beregnet av SSB med en VSTØY-korreksjon. I det følgende er dette arbeidet beskrevet i detalj.

⁵ En evaluering av VSTØY og SSBs modellopplegg anbefalte også at disse dataene burde utnyttes (Klæboe og Hanssen 2002).

Figur 5. Flytdiagram for beregning av støyplage fra veitrafikk



5.1.2. Metode

Det følgende avsnittet tar for seg støynivåer for boliger som er registrert i VSTØY. Dette gjelder i første rekke boliger langs riks- og fylkesveier, men også enkelte hus langs kommunale veier. Avsnittet omtaler også tilleggsberegningene som ble gjort av SSB for områder som ikke er beregnet med VSTØY. Beregningene av ÅDT og støy nivå for boliger ved kommunale veier som ikke er registrert i VSTØY er omtalt i detalj i avsnitt 5.1.3.

Data fra VSTØY er utgangspunkt for beregning av støy fra veier. Et viktig moment i modelleringen (full modellering) er å kunne knytte støy til hvert adressepunkt (bygning) slik at en senere kan sammenholde støy fra flere kilder til mottakerne. I VSTØY er det i varierende grad koblingsnøkkel til bygninger i Grunneiendoms-adresse- og bygningsregisteret (GAB). Dataene fra følgende filer (tabeller) i VSTØY er benyttet:

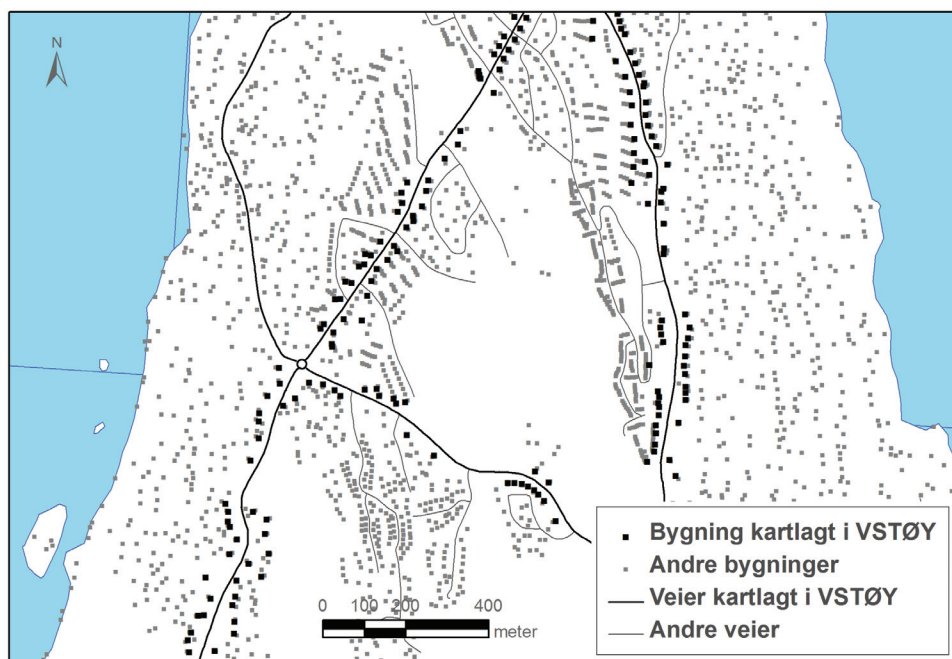
1. Datalenke - inneholder informasjon om hver enkelt veilenke (eks. ÅDT, fart, stigning).
2. Støylenke - Inneholder den beregnede utgangsverdien for støy for hver enkelt lenke).
3. Dataenhet - Innsamlet informasjon om hver enkelt boenhet langs veinettet (bygningsnummer, koordinater, avstand til vei mm.).
4. Støyenhet - Beregnede støyverdier for hver enkelt enhet (støyverdi utenfor og innenfor fasaden).

Filene 1 og 2, og 3 og 4 kan kobles sammen med nøkkelfelt slik at en får samlet informasjon på henholdsvis hver enkelt veilenke og boenhet. Figur 6 illustrerer veilenkene og boenhetene som inngår i VSTØY for Nesodden kommune sammen med øvrige bygninger og veier.

Data er mottatt for hvert fylke fordelt på disse filene (europa-, riks- og fylkesvei). I tillegg er det mottatt data på samme format for en del kommunale veier fra Bergen, Trondheim, Porsgrunn, Notodden, Sandefjord, Tønsberg og Larvik. Det er også mottatt data for kommunale veier (men på andre formater) fra Oslo, Bergen, Bærum, Fredrikstad, Kristiansand og Tromsø.

For Oslo kommune foreligger data både fra Vstøy og fra egen kartlegging for Oslo (fra Oslo kommune). Hvis data forekommer fra Statens vegvesen (VSTØY) og Oslo kommune for samme adresse og støy nivået er beregnet ulikt, er verdien fra Oslo kommune valgt.

Adressepunkter (A-delen i GAB) med informasjon om antall bosatte fra BEREK foreligger i SSB som GIS-datasett (se dokumentasjon på <http://www.ssb.no/emner/02/01/10/befteft/>). Bosatte er koblet ved 17 posisjoner adresse dvs. på bokstav (oppgang) nivå, mens en del bosatte kun er koblet til 13 posisjoners adresse (dvs. til bygning, men ikke evt. oppgang).

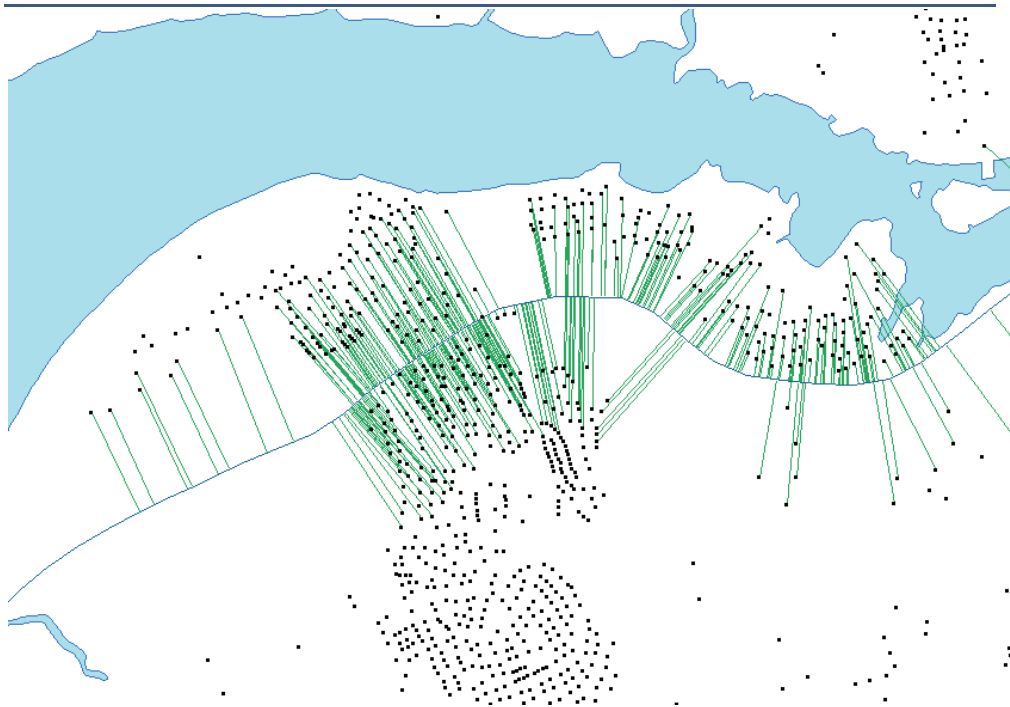
Figur 6. Veilenker og boenheter kartlagt i VSTØY. Eksempel

For å dekke hele befolkningen mht. støyplage må det enten beregnes støyverdi for hver relevant bygning, eller en må utnytte eksisterende data (utvalg) til oppblåsning. Her beskrives metoden som er benyttet for enkel beregning av utgangsstøy og støy ved mottakere supplert og justert med data fra VSTØY. Metoden sikrer at all veistøy beregnes for hver adresse (full modellering) samtidig som opplysninger i VSTØY blir tatt hensyn til.

Målet er å kunne tilordne hver enkelt adresse eller bygning en støyverdi som kan aggregeres opp til lands- og eventuelt fylkestall. Det er etablert et system for modellering av støy også på de adressene som ikke omfattes av VSTØY. Adressene får tilført informasjon om avstand til nærmeste vei⁶, karakteristika ved denne veien (ÅDT, hastighet, andel tungtrafikk og stigning) samt informasjon om hva slags type bygning adressen ligger i. Følgende trinn leder fram til et datasett med informasjon knyttet til den enkelte adresse:

1. Antall bosatte (DSF) kobles til adresser.
2. Egenskaper om bygningen kobles til adresser (fra GAB).
3. Egenskaper om avstand til nærmeste veisenterlinje (nærmeste europa-, riks-, fylkes- og kommunale vei) samt mellomliggende bebyggelse kobles til adresser (fra Elveg og egne beregninger), (Figur 7).
4. Informasjon om veien (ÅDT, fart mm.) kobles til adresser (fra VSTØY og Vegdatabanken).
5. Utgangsstøy og mottakerstøy beregnes og legges til adresser (se algoritmer i kapitlene for den enkelte kilde).
6. Informasjon fra VSTØY (der slik informasjon finnes) kobles til adresser (via bygning), hvis bygningsnr mangler i VSTØY kobles det til nærmeste adresse innen 25 m.
7. Adressene med informasjon om trafikk eksporteres ut til emisjonsmodellen TRANECAM (som beregner støynivå ved nærliggende veier) og importeres tilbake med nye emisjonsverdier.
8. Bosatte utsatt for støy summeres og SPI beregnes.

⁶ Beregnet av SSB basert på korteste avstand mellom koordinater for boligen og nærmeste vei.

Figur 7. Beregning av korteste avstand fra bolig til vei

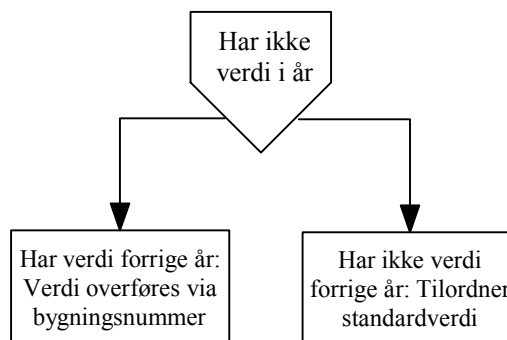
Bosatte er som nevnt allerede koblet til adressepunkter og foreligger som GIS-datasett. Med koordinatene som nøkkel kobles bygningsnummer til disse adressepunktene.

Avstanden til nærmeste vei og egenskaper ved veien kobles til adressene ved en standard GIS-operasjon der informasjon om veienes og adressenes geografi utnyttes. Denne operasjonen gjøres for hver av veitypene europavei, riksvei, fylkesvei og kommunal vei. I tillegg beregnes effekten av skjermingen av bygninger mellom vei og adresse ved å summere siktinkelen. Bygningene er gitt i GAB ved koordinat og areal av største etasje. Bygningenes utstrekning modelleres ved å lage en sirkel med bygningenes areal (dette vil etter hvert bli erstattet med reelle bygningsomriss). Det er satt en maksimalavstand på 400 meter fra vei for disse operasjonene. Adresser i lengre avstand fra vei blir ikke brukt i de videre beregningene.

Det beregnes et gjennomsnitt for ÅDT og tungtrafikkandel for europa-, riks- og fylkesveier innen hvert fylke. Disse gjennomsnittene benyttes der strekninger av europa-, riks- eller fylkesveier ikke har informasjon om ÅDT og tungtrafikkandel.

ÅDT og tungtrafikkandel på de kommunale veiene er gitt for noen få kommuner og veilenker, mens de aller fleste veiene har fått beregnet tall som beskrevet i eget avsnitt. Det er i tillegg valgt å innføre gjennomsnittlig stigning på veiene ut fra utfylte data. Hvis det ikke er informasjon om stigning blir denne satt til 2 prosent.

Trafikkdataene er ikke utfylt for alle strekninger (europa-, riks- og fylkesvei), særlig gjelder dette for 1999. Det har skjedd mye med datagrunnlaget mellom 1999 og senere år mht bedre utfyllingsgrad og mer fininddelte data. For at det skal være konsistens i beregningene fra basisåret og framover, har vi valgt å tilbakeføre trafikkdata fra det aktuelle beregningsåret. Også for veiens stigning er dette gjort. Dette gjøres også for senere årganger som vist i (Figur 8). For årstdøgntrafikk, tungtrafikkandel og veiens stigning har vi dermed følgende forhold:

Figur 8. Prinsipp for tilbakeføring av trafikkdata

Ved tilbakeføring av trafikken blir ÅDT justert etter gjennomsnittlig trafikkvekst i perioden. Informasjon om støy ved bolig fra VSTØY (Eu og ei) tilbakeføres for boliger som ikke tidligere var kartlagt. Kode for blokk tilbakeføres fra siste år.

SSBs forenklede metode tar utgangspunkt i likningene for beregning av referansenivået og avstandskorreksjonen samt skjerming på grunn av mellomliggende bygninger. Korreksjoner for arealdekke, vegetasjon og refleksjon tas det hensyn til statistisk gjennom korreksjonskurven for avvik mellom SSB- og VSTØY-beregninger. For boligblokker regnes 75 prosent av de bosatte å være utsatt for den aktuelle støyverdien, mens alle bosatte i enebolig telles med. Antagelsen om boligblokkene er en skjønnsmessig vurdering og er usikker.

Støyalgoritmene er nærmere beskrevet i kapittel nedenfor.

Tabell 5. Variabler for riks- og fylkesveier inkludert i den forenklede metoden

Variabel	Kilde	Leverandør
ÅDT	VSTØY/ Vegdatabanken	Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Skiltet hastighet	Vegdatabanken/ELVEG	Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Tungtrafikkandel	VSTØY/ Vegdatabanken	Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Avstand mellom midtlinje og bolig ...	ELVEG og GAB	SSB beregner
Siktinkel pga. mellomliggende bygninger	GAB	SSB beregner

Tabell 5 viser en oversikt over kilden for opplysningene som inngår i beregningene. I tillegg har altså Statens vegvesen, Vegdirektoratet levert tall på utendørs og innendørs støynivå per bolig, med koordinater der det finnes.

Endringer i forventet utvikling innen motorteknologi og bildekktype blir tatt hensyn til både i SSB-tallene gjennom TRANECAM (Heinz 2005) og i VSTØY-tallene. Men VSTØY har mer optimistiske faktorer for emisjonsutviklingen og benyttes ikke i SSBs resultater.

I etableringen av status for 1999 antas at all kartlegging fra VSTØY refererer til året 1999. Dette er selvsagt en forenkling siden VSTØY-dataene egentlig er basert på grunnlagsdata med varierende referanseår⁷. Endringer fra år til år reflekterer trafikkendringer, nye eller omlagte veier, endring i bosatte, endring i bebyggelse. Når det foreligger nye VSTØY-data for en veilenke eller bolig, brukes disse fra og med dette året, men tilbakeføres også til 1999 og status reberegnes.

5.1.3. Estimering av ÅDT på kommunale veier

Støynivået i den enkelte bolig ved kommunale veier blir beregnet med akkurat de samme algoritmene som for riks- og fylkesveier. Parametrene som brukes er ÅDT,

⁷ Siden det er lite hensiktsmessig å måtte håndtere flere referanseår i modellen, settes dette altså til 1999.

tungtrafikkandel, hastighet, stigning, avstand fra vei til bolig samt siktinkel (mellomliggende bygg). Det er størst utfordringer knyttet til hvordan man frem-skaffer data på ÅDT og tungtrafikkandel. Statens vegvesen utfører ikke systematiske trafikkteellinger på kommunale veier (bortsett fra i noen større kommuner). ÅDT for kommunale veier finnes derfor ikke i Vegdatabanken. For å beregne støynivået fra disse veiene, må derfor først ÅDT estimeres per veilenke. Hvordan dette gjøres er beskrevet under.

Skiltet hastighet på de kommunale veiene er registrert i *Elveg*, stigningsgraden på veien settes lik 2 prosent (pga. manglende data), mens avstand mellom veiens midtlinje og bolig beregnes på "vanlig måte" (se Tabell 6 for en oversikt over variablenes kilder og opphav).

Tabell 6. Variabler, kilder og leverandører for kommunale veidata

Variabel	Kilde	Leverandør
Trafikkarbeid på kommunenivå	1. Estimert på fylke av Vegdirektoratet, fordelt på kommune av SSB, eller 2. Rapportert av kommunen. Beregninger basert på trafikkarbeid eller rapportert av kommunen	Statens vegvesen, Vegdirektoratet og SSB beregner. Rapportert av kommuner SSB beregner/rapportert fra kommunen
ADT		
Skiltet hastighet	ELVEG	Vegdirektoratet
Tungtrafikkandel	Beregninger/ opgjitt av kommune	SSB beregner/rapportert fra kommunen
Avstand mellom midtlinje og bolig .	ELVEG og Matrikkelen	SSB beregner
Siktinkel (mellomliggende bygninger)	Matrikkelen og ELVEG	SSB beregner
Stigning	Settes lik 2 prosent	SSB beregnet ut fra data (europa-, riks-, fylkes veier) der stigning er utfyllt

Estimat over kommunalt trafikkarbeid

Statens vegvesen, Vegdirektoratet har beregnet det totale trafikkarbeidet på kommunale veier i Norge (Johansen 2005). Bakgrunnen for tallene er beregninger, modellkjøringer og trafikkteellinger. De beregnet at det kommunale veinettet hadde 16 prosent av det totale trafikkarbeidet i 2003. Dette er antatt å være uendret fra 1999 til 2007. Det totale trafikkarbeidet er av Johansen (2005) fordelt på fylker. Med utgangspunkt i disse fylkesvise tallene har vi fordelt trafikkarbeidet til kommune.

Kommunefordelingen gjøres ut fra antagelsen om at det vil være en viss sammenheng mellom trafikken på kommunale veier i en kommune og hvor mange mennesker som bor, arbeider og går på skole i kommunen. Trafikkarbeidet fordeles derfor fra fylkestall til kommunenivå ved hjelp av befolkningsstatistikk, statistikk over antall ansatte og antall elever. Det er benyttet en vektning mellom bosatte på den ene siden og ansatte og elever på den andre. Denne vektningen er estimert på bakgrunn av generaliserte tall for turgenerering/ attrahering i ulike soner (TØI-notat 1126/1999), jf. Bratheim 2002. Vektningen er gitt som (arbeidsplasser + elever)* 1,14 + bosatte.

Et unntak fra denne kommunefordelingsmetoden er 15 mer eller mindre store kommuner der trafikkarbeidet er hentet inn direkte fra kommunene (se Tabell 7). For noen av disse er trafikkarbeidet direkte fordelt på tunge og lette kjøretøy av de respektive kommunene. En usikkerhet ved disse tallene er at de er noen år gamle. Dataene for Trondheim er for 1999, mens de andre kommunenes data er for 1995 eller tidligere.

For de kommunene der det ikke er framskaffet informasjon om tungtrafikkandelen benyttes 4 prosent som er gjennomsnittet for veilenkene i Oslo (mer om dette i eget avsnitt senere).

Tabell 7. Kommuner der trafikk-arbeidstallene for kommunale veier er basert på direkte rapportering

Kommune	Kommunen har fordelt trafikken på lette/tunge kjøretøy
Oslo	nei
Bergen	nei
Trondheim	nei
Stavanger	nei
Drammen	ja
Kristiansand	ja
Tønsberg	nei
Bærum	ja
Lørenskog	ja
Ringerike	ja
Borre	ja
Sandefjord	ja
Haugesund	ja
Karmøy	ja
Alta	ja

Tilpasning til støymodellen - ÅDT på veilenkenivå

Til støyberegninger er dessverre ikke det totale trafikkarbeid på kommunenivå godt nok. I henhold til den forenklete metoden skissert over trenger vi data på ÅDT per veilenke. SSB estimerte dette ved å ta hensyn til hvor kommunenes tettsteder ligger⁸. Antagelsen om at befolkning genererer veitrafikk ble dermed brukt også innenfor den enkelte kommune. SSB har utviklet en metode for tettsteds-avgrensning, og dette gjøres rutinemessig. Basert på vår antagelse om at mest trafikk på kommunale veier skjer i kommunenes tetttest befolkede områder, kan man bryte ned kommunens trafikkarbeid på veilenkenivå. Dette vil helt åpenbart gi feil på veilenkenivå, men på kommunenivå vil antakelig en stor del av usikkerhetene ha "nullet hverandre ut". Usikkerheten som ligger i dette vil også lettere kunne aksepteres siden de mest støyutsatte områdene enten er kartlagt med VSTØY eller finnes langs riks- eller fylkesveier.

Detaljert om ÅDT-estimeringen

Som nevnt over antar vi at ÅDT i tettbygde strøk er større enn i spredtbygde strøk. Videre skiller vi mellom tettbygd strøk med hastighet på veien mindre enn 50 km/t og med hastigheter større eller lik 50 km/t. Vi antar at det er mindre trafikk på veier med 30 km/t, siden dette er tilførselsveier og i mindre grad "oppsamlingsveier". Som et første estimat sier vi at det er dobbelt så stor trafikk på veier med 50 km/t eller mer som på veier med lavere hastigheter enn 50:

$$\text{ÅDT}_{\text{TETT} \geq 50} = 2 \cdot \text{ÅDT}_{\text{TETT} < 50}$$

Videre velger vi å si at ÅDT i tettbygde strøk (med lavere hastighet enn 50) er fire ganger så stor som i spredtbygde strøk:

$$\text{ÅDT}_{\text{TETT} < 50} = 4 \cdot \text{ÅDT}_{\text{SPREDT}}$$

ÅDT er estimert for den enkelte kommune. Forholdet mellom veier i spredt bebyggelse og veier i tett bebyggelse med hastighet under 50 km/t er satt ut fra at forholdet (antall bosatte + antall ansatte tett) / (antall bosatte + antall ansatte spredt) er om lag 4 for landet sett under ett. For å estimere ÅDT, tar man som nevnt utgangspunkt i trafikkarbeidet i fylket. Alle veilenkene med kommunale veier tilordnes en tett/spredt-kode. Lengden på den enkelte veilenke med kommunale veier er kjent. Lengden på lenkene med henholdsvis veier i tettbygde og spredtbygde strøk summeres hver for seg.

⁸ En kommune kan ha flere tettsteder.

$$\text{Traf}_{\text{KOM. VEIER I FYLKET}} = \text{Traf}_{\text{SPREDT}} + \text{Traf}_{\text{TETT} < 50} + \text{Traf}_{\text{TETT} \geq 50}$$

hvor:

$$\text{Traf}_{\text{SPREDT}} = \text{ÅDT}_{\text{SPREDT}} \cdot \text{kmvei}_{\text{SPREDT}} \cdot 365$$

$$\text{Traf}_{\text{TETT} < 50} = \text{ÅDT}_{\text{TETT} < 50} \cdot \text{kmvei}_{\text{TETT} < 50} \cdot 365$$

$$\text{Traf}_{\text{TETT} \geq 50} = \text{ÅDT}_{\text{TETT} \geq 50} \cdot \text{kmvei}_{\text{TETT} \geq 50} \cdot 365$$

Kombinerer man denne informasjonen med ÅDT-sammenhengene over, kan ÅDT for tettbygde og spredtbygde områder beregnes:

$$\text{ÅDT}_{\text{SPREDT}} = \text{Traf}_{\text{KOM. VEIER I FYLKET}} / ((\text{kmvei}_{\text{SPREDT}} + 4 \cdot \text{kmvei}_{\text{TETT} < 50} + 8 \cdot \text{kmvei}_{\text{TETT} \geq 50}) \cdot 365)$$

hvor:

$\text{Traf}_{\text{KOM. VEIER I FYLKET}}$ = totalt trafikkarbeid (antall kjørte km) i fylket

kmvei = antall kilometer vei i fylket fordelt på spredtbygde strøk og tettbygde strøk med hastighet mindre enn 50 km/t og større enn eller lik 50 km/t.

I kommuner der ÅDT-data for kommunale veier finnes i et visst omfang og med fartsgrense over og under 50 km/t (Trondheim, Bergen og Bærum), ble det vurdert å gjøre et lite arbeid med å tilordne henholdsvis tett- og spredt-koder på veilenkene og se hva den reelle forskjellen i ÅDT mellom de to er. Imidlertid viste det seg at nesten alle veilenkene som har ÅDT-informasjon ligger innen tettsteder, så en slik sammenligning ble ikke gjort.⁹ Fordelingen mellom $\text{ÅDT}_{\text{TETT} \geq 50} / \text{ÅDT}_{\text{TETT} < 50}$ har vi imidlertid forsøkt å etterprøve.

Tabell 8 viser fordelingen mellom $\text{ÅDT}_{\text{TETT} \geq 50} / \text{ÅDT}_{\text{TETT} < 50}$ slik denne framkommer ut fra datagrunnlaget som kommunene har rapportert.

Tabell 8. Forholdet mellom ÅDT Tett $\geq$ 50 / ÅDT Tett $<$ 50

Kommune	$\text{ÅDT}_{\text{Tett} \geq 50} / \text{ÅDT}_{\text{Tett} < 50}$
Bærum	1,6
Bergen	1,9
Trondheim	0,9

Tallene for Bærum og Trondheim er for de mest trafikkerte/ støyende veiene, mens det for Bergen er et utvalg veier fra høy ÅDT til meget lav ÅDT. For Bærum og Bergen er tallene som gjelder veier med fartsgrense lavere enn 50 km/t jevnt over hele kommunen, mens for Trondheim er det nesten utelukkende sentrumsgater som inngår i tallene for disse lave fartsgrensene. Tallene fra Bergen er dermed antatt å være mest representative.

Grunnlaget er tynt, men det ser ut til at forutsetningen virker noenlunde rimelig.

Områder med kjent trafikkarbeid eller støynivå

Som beskrevet over, estimeres ÅDT på alle kommunale veier i Norge. Enkelte kommuner har imidlertid relativt god oversikt over ÅDT på sine kommunale veier. For disse kommunene har vi derfor brukt ÅDT direkte på de veiene der dette finnes. På veier der ÅDT ikke er kartlagt, brukes estimert ÅDT.

SSB beregner ÅDT for alle kommunale veier i Norge ut fra trafikkarbeidet på kommunale veier i fylket.

Støyeksponeringen knyttet til disse veiene beregnes dermed på tre ulike måter avhengig av tilgjengelige data:

⁹ Dette illustrerer behovet for å trekke representative utvalg ved trafikkanalyser, ikke bare måle på de mest trafikkerte veiene.

- Kommunen har allerede beregnet støy fra kommunale veier, og dette brukes direkte
- ÅDT er kartlagt i kommunen, og dette brukes til støyberegningen
- SSBs estimerte ÅDT brukes til støyberegningen

For Oslo, Bergen, Trondheim, Bærum, Fredrikstad, Kristiansand, Tromsø, Tønsberg, Porsgrunn, Notodden, Sandefjord og Larvik vil vi ha kombinasjoner av disse alternativene.

I tillegg er blindveier plukket ut basert på geometri og tilordnet en standardverdi for ÅDT. Dvs. kun rene blindveier blir tatt med fram til første veikryss. Alle offentlige veier er i utgangspunktet med i denne identifiseringen. Dvs. private veier er ikke med (en kommunal blindvei kan med andre ord starte i private veier).

I European Commission working group Assessment of exposure to noise (WG-AEN):

"Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure" (EU-kommisjonen 2007) er det anbefalte standardverdier for ulike typer vei når trafikktegnninger ikke eksisterer. Her er blindvei (dead-end roads) en av typene med standardverdi ÅDT på 250.¹⁰ Vi har benyttet denne standardverdien (250) på de identifiserte blindveiene der tidligere tilordnet verdi er høyere.

Tungtrafikkandel på kommunale veier

Det benyttes en standardverdi på 4 prosent for andel tungtrafikk på kommunale veier. Dette er satt ut fra gjennomsnittet for de kommunale veiene i Oslo.

Oslo kommune har kartlagt ÅDT på alle veier med minst 500 ÅDT (Oslo kommune 2007). Tungtrafikkandelen er også kartlagt, men er delvis bestemt ut fra en standardfordeling basert på ÅDT. Denne standardfordelingen som Oslo kommune benyttet, er gitt i tabellen under:

Tabell 9. Tungtrafikkandel etter ÅDT

Ådt	Tungtrafikkandelen
ÅDT < 1000	3
ÅDT 1000-5000	5
ÅDT 5000-15000	7
ÅDT > 15000	10

Fordelingen er utviklet av Helsevernetaten basert på en årrekke med tellinger (Oslo kommune 2007). I tillegg kom 240 lenker som ble tillagt en tungtrafikkandel ut i fra en egen liste. Disse lenkene er vurdert til å ha en annen tungtrafikkandel enn standardfordeling pga. forholdsmessig høy busstrafikk, industri og lagerområde etc.

5.1.4. Likninger i fullskalamodellen

I figur 5 er boksene som omhandler fullskalaberegningen uthevet med tykkere ramme. Denne boksen er tema for teksten og likningene under. I tillegg omtales kort prinsippet med å korrigere trinn 1 i fullskalamodelleringen med empiriske funksjoner.

Som nevnt vil enhver støyverdi fra fullskalamodelleringen erstattes med en VSTØY-verdi der slike finnes (dvs. differansen mellom VSTØY og SSBs

¹⁰ De øvrige standardverdiene og typene er:

Service roads (mainly used by residents living there): 500

Collecting roads (collecting traffic from service roads and leading it to & from main roads): 1000

Small main roads: 2000

Main roads: Must undertake traffic counts.

forenklede beregning). Fullskalakonseptet er dermed viktigst for de områder som ikke er kartlagt gjennom VSTØY. Beregningen gjøres i to trinn:

Trinn 1

$$L_{\text{Aekv-ukorrigeret}} = L_{\text{emisjonTRANECAM}} + \Delta L_{\text{st}} + \Delta L_{\text{avstand}} + \Delta L_{\text{siktinkel}}$$

Trinn 2:

$$L_{\text{Aekv}} = L_{\text{Aekv-ukorrigeret}} + \Delta L_{\text{korreksjon}}$$

der

L_{Aekv} = det A-veide ekvivalente støynivået

$L_{\text{emisjonTRANECAM}}$ = utgangsnivå - nivå ved støykilde (TRANECAM)

L_{emisjon} = utgangsnivå - nivå ved støykilde Nordisk beregningsmetode (NBV96)

ΔL_{st} = korreksjon for stigning i veibanen (data finnes for de fleste europa-, riks- og fylkesveier)

$\Delta L_{\text{avstand}}$ = normalfunksjon for støyreduksjon som funksjon av avstand

$\Delta L_{\text{siktinkel}}$ = korreksjon for siktinkel (mellomliggende bygninger)

$\Delta L_{\text{korreksjon}}$ Korreksjonsfunksjon som er hentet ut ved å sammenligne fullskalaberegningen med verdier fra

VSTØY for den enkelte adresse (beregnet med

L_{emisjon}). Funksjonen er avhengig av avstand til vei og inneholder

VSTØY-

informasjon som ellers ikke ville blitt med i modellen (se korreksjonskurva i senere avsnitt).

ΔL_{st} og $\Delta L_{\text{avstand}}$ er gitt ved enkle likninger som hentes fra Nordisk beregningsmetode.

$\Delta L_{\text{siktinkel}}$ er en desibelkorreksjon beregnet med utgangspunkt Nordisk beregningsmetode, Elveg og Matrikkelen.

Trinn 1 av beregningene gjennomføres først for hele Norge.

Nedenfor gjennomgås likningene i detalj. En norsk oversettelse av likningene er brukt som grunnlagsmateriale (Vegdirektoratet 2001). Deler av teksten som beskriver likningene er hentet direkte fra denne rapporten.

Beregning av utgangsverdien for støy, L_{emisjon}

Utgangsverdien for støy angir ekvivalent lydnivå i vinkelrett avstand 10 meter fra senterlinja for en uendelig lang, rett og horisontal vei, med kjente trafikkforhold, uten refleksjon og uten skjerming. Formlene for beregning av utgangsverdien for sammenligning med VSTØY er gitt ved:

$$L_1 = L_{\text{Aekv(blandet)}} = 10 \log (10^{L_{\text{AEkv(lette)}/10}} + 10^{L_{\text{AEkv(tunge)}/10}})$$

hvor:

$$L_{\text{AEkv(lette)}} = L_{\text{AE(lette)}} + 10 \log \left(\frac{N_{\text{(lette)}}}{T} \right)$$

$$L_{\text{AEkv(tunge)}} = L_{\text{AE(tunge)}} + 10 \log \left(\frac{N_{\text{(tunge)}}}{T} \right)$$

T = tid i sekunder (60•60•24)

$N_{\text{(lette)}}$ = antall lette kjøretøy

$N_{\text{(tunge)}}$ = antall tunge kjøretøy

hvor:

$$L_{\text{AE(lette)}} = 73,5 + 25 \log (v/50) \quad , \text{ for } v \geq 40 \text{ km/t}$$

$$\begin{aligned}
 L_{AE \text{ (lette)}} &= 71,1 \\
 &\quad , \text{ for } 0 \text{ km/t} \leq v < 40 \text{ km/t} \\
 L_{AE \text{ (tunge)}} &= 80,5 + 30 \log(v/50) \\
 &\quad , \text{ for } 50 \text{ km/t} \leq v \leq 90 \text{ km/t} \\
 L_{AE \text{ (tunge)}} &= 80,5 \\
 &\quad , \text{ for } 0 \text{ km/t} < v < 50 \text{ km/t}
 \end{aligned}$$

Formlene gitt her, er benyttet for å etablere korreksjonsfunksjon mellom våre beregninger og VSTØY. De benyttes også for å etablere differansen mellom VSTØY og SSBs forenklete beregninger hvert beregningsår (dvs. forskjellen i avstandsdemping mellom VSTØY og SSB for hver bygning). SSB benytter deretter en ny emisjonsmodell som tar hensyn til sammensetningen i kjøretøyparken (TRANECAM). Denne modellen og tilpasningen til norske forhold er beskrevet av SINTEF (2006), se også vedlegg. I denne modellen kan en bl.a. også ta hensyn til forskjellige bildekk og veidekker.

Avstandskorreksjon, $\Delta L_2 = \Delta L_{AV}$

Når lyd genereres fra en lydkilde med begrenset størrelse, vil lyden spre seg over en overflate som vil øke med avstanden til lydkilden. Dette gjør at lydnivået minker med økende avstand. Ved en fordobling av avstanden til veien vil ekvivalent lydnivået halveres, dvs. en reduksjon på ca. 3 dBA. Formelen for avstandskorreksjon, ΔL_{AV} , er gitt ved:

$$\Delta L_{AV} = -10 \log\left(\frac{\sqrt{a^2 + (h_m - h_b - 0,5)^2}}{10}\right)$$

a = vinkelrett horisontalavstand til mottakerpunkt
 h_b = veibanens høyde vinkelrett på refleksjonsplanet (=0 meter)
 h_m = mottakerpunktets høyde vinkelrett på refleksjonsplanet (=4 meter)

Stigning, ΔL_{st}

Forutsatt at en stigning er lang nok til å gi effekt på motorpådrag, vil en få økt støynivå som følge av stigningen. Formelen for korreksjon for stigning, ΔL_{st} , er gitt ved:

$$\Delta L_{st} = \frac{2G}{100} + \frac{3G}{100} \log(1+p)$$

G = veistigning i promille
 p = prosentandel tunge kjøretøy

Stigningen er gitt som en absoluttverdi i promille. Det regnes støypåslag både for oppover- og nedoverbakker. Påslag i nedoverbakker skyldes motorbrems, særlig på tunge kjøretøy.

Siktinkelkorreksjon, $\Delta L_{siktinkel}$

Bygninger som ligger mellom en bostedsadresse og vei vil skjerme for støyen fra veien fordi siktinkelen blir redusert. For å få tall for hvor stor reduksjon i siktinkel blir, er det utviklet en metode der teoretisk skjermingsvinkel for hver adresse blir beregnet (Osmundsen, 2003). Reduksjon i siktinkel omregnes deretter til en desibelverdi, og denne trekkes fra det støynivået som belaster adressen.

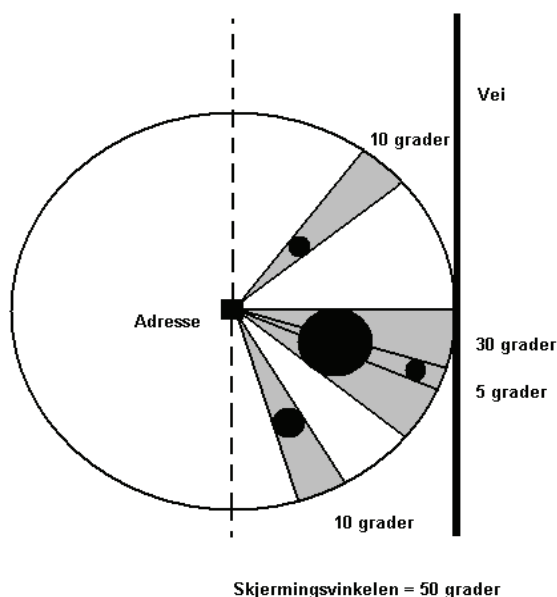
Beregning av redusert siktinkel blir gjort for hver enkelt bostedsadresse. Utgangspunktet er at adressepunktet har 180 graders fri sikt til veien, men at eventuelle bygninger i området mellom adressa og veien vil skjerme for deler av denne siktinkelen. Vi kjenner koordinatene til adressa, til nabobygningene og til veien. Med utgangspunkt i disse opplysningene kan vi finne avstand mellom adresse-

punktet og veien samt avstand mellom adressepunktet og bygningene i nabolaget. I tillegg vet vi hvor stor grunnflate de ulike bygningene har og kan bruke denne til å anslå bredden på de skjermende bygningene. Ut i fra disse opplysningene kan vi beregne hvor store vinkler de ulike bygningene skjærer for. Metoden er illustrert i Figur 9.

Første trinn i prosessen er å velge ut de bygningene som det er aktuelt å beregne skjermingsvinkel for. Vi kjenner avstanden mellom adressepunktet og veien, og velger nå ut de bygningene som ligger nærmere adressepunktet enn denne avstanden. Man kan si at vi slår en sirkel rundt adressepunktet med radius lik avstanden til veien. Deretter beregner vi den korteste avstanden mellom veien og bygningene, og velger kun ut bygninger som ligger nærmere veien enn adressepunktet. Vi står da igjen med en halvsirkel som ligger mellom veien og adressepunktet, det er kun bygninger innenfor denne halvsirkelen vi beregner skjermingsvinkel for. Vi summerer de enkelte skjermvinklene fra hver bygning og får dermed en teoretisk skjermingsvinkel for hver adresse.

I virkeligheten vil noen av disse bygningene (de som ligger omtrent parallelt med adressepunktet) ha mindre betydning for skjermingen og bygninger utenfor halvsirkelen vil i virkeligheten bidra med skjerming som ikke blir beregnet. Vi beregner altså ikke den fullstendige skjermingssituasjonen, men gir et anslag på i hvor stor grad en bostedsadresse er skjermet fra veitrafikkstøy.

Figur 9. Beregning av skjermingseffekten til bygninger mellom vei og adresse



På grunnlag av den totale skjermingsvinkelen blir det beregnet en ny siktinkel og tilhørende korreksjonsfaktor uttrykt ved en desibelverdi som trekkes fra støynivået som er beregnet for en adresse.

$$\text{Siktinkelkorreksjon} = 10 \cdot \log ((180 - \text{total skjermingsvinkel}) / 180) \text{ dBA}$$

Korreksjon for avvik fra VSTØY, $\Delta L_{\text{korreksjon}}$

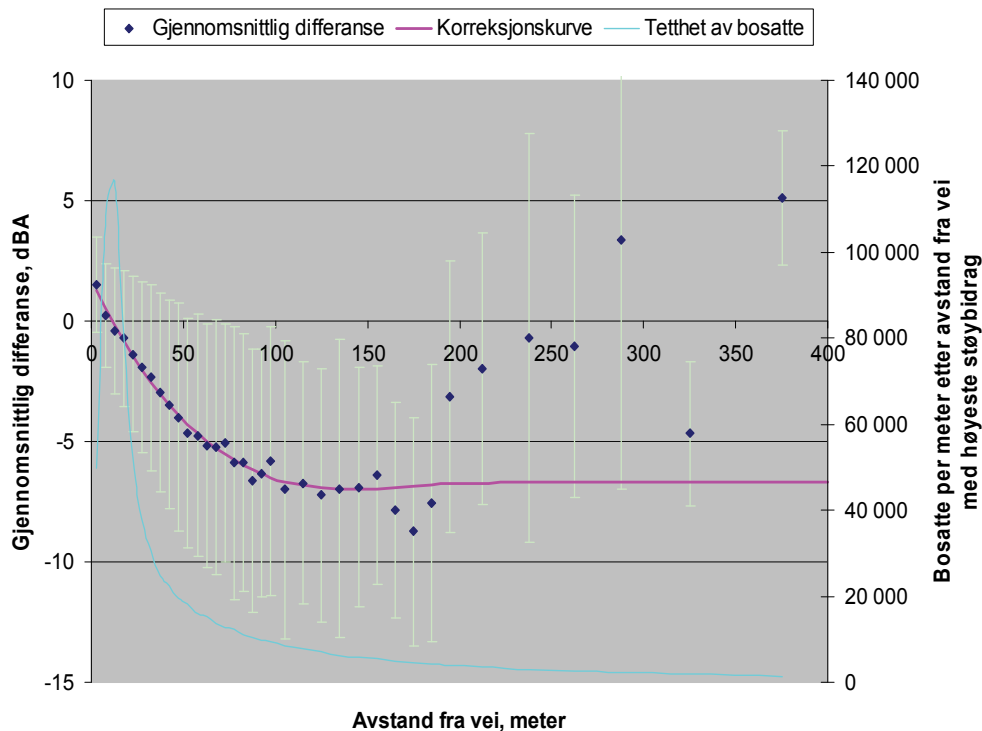
For de boligene der det allerede er gjort VSTØY-beregninger, benyttes differansen mellom SSBs beregnede verdi og VSTØY-verdien som korreksjon. De mest belastede områder vil være dekket av VSTØY, og disse beregningene brukes altså indirekte (utendørs støy nivå).

Det er beregnet korreksjonsfaktorer basert på forholdet mellom SSB-verdi og VSTØY-verdi. For boliger i nærheten av riks- og fylkesveier som ikke er dekket av

VSTØY, blir så SSBs forenklede beregninger justert med korreksjonskurva se (Figur 10). Denne kurva holdes fast fra år til år.

Denne korreksjonen vil på et overordnet nivå ta hensyn til opplysninger som ligger inne i VSTØY, men som ikke er med i fullskalaberegningen. Dette vil gjelde f.eks. markdempning, kort avstand til vei, topografiske effekter.

Figur 10. Korreksjonskurve for beregning av mottatt støy ved adressene



Figur 10 viser korreksjonskurven (rosa kurve) tilpasset gjennomsnittsdifferanse for utbredelsesdempning mellom VSTØY og SSBs forenklede beregninger $((E_{10} - E_u)_{SSB} - (E_{10} - E_u)_{VSTØY})$. Gjennomsnittsdifferansene er gitt som blå prikker og standardavvik som grønne vertikale streker.

$\Delta L_{\text{korreksjon}} = -0,000001752x^3 + 0,0009257x^2 - 0,1569x + 1,6388$, i avstander ut til 200 meter.
Fra 200 til 400 meter er det valgt å benytte en fast korreksjon på -6,7 dBA. Fra 200 meter og utover er det få observasjoner.

5.1.5. SPI for veitrafikk

SPI for veitrafikk beregnes med formelen (SINTEF 2002a og SFT 2005):

$$\text{SPI for veitrafikk} = \text{antall personer} \cdot 1,58 (L - 39,4)/100$$

der

L = Ekvivalent støynivå (L_{ekv}) med 3 dBA tillegg for fasaderefleksjon

Indeksen er basert på dose-responsundersøkelser fra en rekke nord- og mellom-europeiske land, samt USA, Canada og Australia. Undersøkelsene har blitt sammenstilt av et internasjonalt anerkjent fagmiljø i Nederland, forskningsinstituttet TNO. Til sammen 58 000 personer er blitt intervjuet og har oppgitt hvor plaget de er. Samtidig ble støynivået personene var utsatt for, målt eller beregnet. Dette har gitt grunnlag for å etablere dose-responskurver for bl.a. veitrafikk.

5.1.6. Tiltak på fasade og SPI

SPI er egentlig definert i forhold til utendørs støy nivåer. I forbindelse med utviklingen av nasjonal støymodell har man diskutert behovet for å videreutvikle SPI-indeksen til å ta hensyn til fasadetiltak som samferdselsmyndighetene gjennomfører som en oppfølging av bestemmelsene i grenseverdiforskriften. Begrunnelsen for dette er at støyplagen vil endres på grunn av fasadetiltak selv om SPI refererer til utendørs støy nivå.

Endringer i støy nivået innendørs som følge av fasadetiltak registreres i VSTØY og fra dette beregnes utendørs støy etter kriterier gitt i notat (Bratheim 2001, gjengitt i vedlegg i Engelen, Haakonsen og Steinnes 2004). Endring i SPI som følge av fasadetiltak beregnes som 70 prosent av endringen i beregnet innendørs støy. Dvs. at utendørs støy som inngår i SPI-beregningene reduseres med 7 dBA hvis innendørs støy reduseres med 10 dBA. Dette er gjort for at tiltakene på fasade skal kunne registreres som del av SPI. Støydempningsverdiene fra ute til inne for referanseåret sammenlignes med tilsvarende i siste år (eu-ei eller støydi i VSTØY-enhetene); hvis det er en nedgang på minst 4 dBA i dempningsverdien, det er registrert kode 'F' i datafeltet støytiltak, og dato for støytiltak er etter 1999, blir det regnet som reelt fasadetiltak.

Slik det er implementert, har denne rutinen hatt veldig lite å si for resultatet. En kan vurdere om det er behov for denne rutinen når tall for det nye nasjonale nøkkeltallet er på plass (antall bosatte med innendørs støy over 38 db(A)).

Støyskjerming inngår i SPI-beregningene gjennom registrering i utendørsnivåene i VSTØY.

5.2. Jernbane

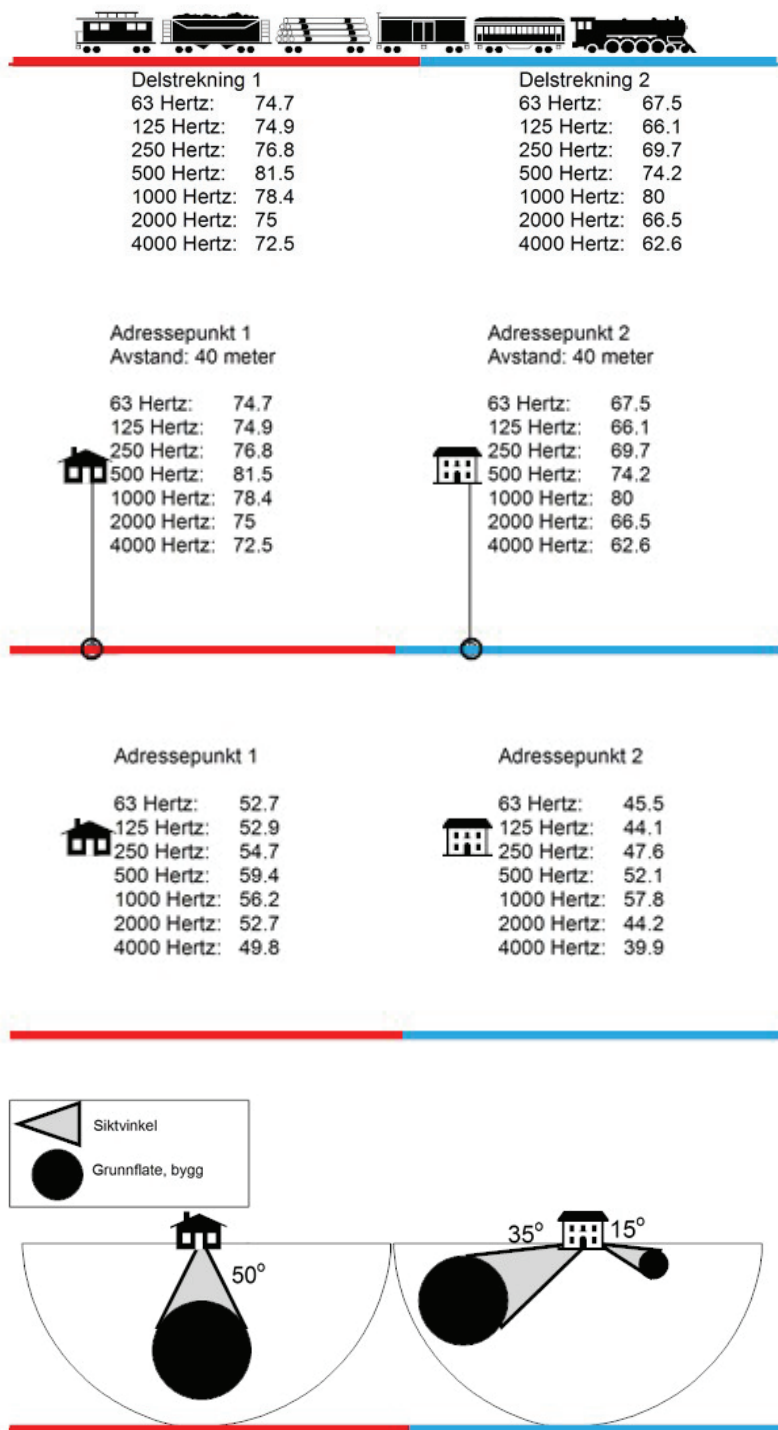
Grunnlaget for å beregne støyplage fra jernbane er geografiske data for jernbanelinjet, aktivitetsdata for de ulike jernbanestrekningene og geografiske data om adresser. Aktivitetsdataene leveres av Jernbaneverket, og består av trafikkdata målt i togmeter per døgn fordelt på togtyper, skinneslipingsdata, og hastigheter på de ulike strekningene. Aktivitetsdata leveres for hvert år det skal gjøres støyplageberegninger, mens det geografiske datasettet for linjenettet har vært konstant gjennom hele perioden fra 1999.

Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttes for å beregne emisjon og spredning i modellen. Beregning av emisjon er basert på trafikkmengde og hastighet for de ulike togtypene som trafikkerer jernbanestrekningene. Avstanden mellom jernbane og hvert enkelt bolighus beregnes ved hjelp av GIS, og benyttes til å beregne støydemping frem til de enkelte adressene. Skjermingsvirkninger fra bygninger blir beregnet på samme måte som for veg. Skjermingsvinkelen (siktinkelen) blir oversatt til en støydempingseffekt.

På grunnlag av disse beregningene beregnes en endelig støybelastning på den enkelte adresse. De geografiske adressene inneholder informasjon om antall bosatte på adressen ved inngangen av beregningsåret, og disse telles opp fordelt på desibelintervaller. Støyplageindeksen regnes ut basert på antall utsatte og støy nivå på adressen. Resultatet av beregningene er tabeller over støyutsatte og støyplageindeks for beregningsåret, fordelt på desibelintervaller og fylker.

En enkel skisse av metoden er vist i figur 11.

Figur 11. Prinsippskisse, beregning av støybelastning fra jernbane.



1.

Delstrekninger får tilknyttet emisjon. Emisjonen er beregnet på grunnlag av trafikken på de ulike strekningene, og vil variere med trafikkmengde, sammensetning av togtyper, skinnesliping og hastighet.

Emisjonen er delt i 7 oktavbånd fordi avstandsdempingen er avhengig av lydfrekvensen. Verdiene er gitt i dB.

2.

Avstanden fra adressepunktene til nærmeste punkt på jernbane/sporvegslinje måles.

Adressepunktene får tilknyttet desibelverdiene som hører til dette punktet på linja.

3.

Desibelverdiene på adressepunktet justeres for avstandsdemping.

4.

Det beregnes en enkel skjermingseffekt på grunnlag av bygningene som finnes i en halvsirkel mellom adressepunktet og linja.

Avstanden til, og grunnflate av, bygningene brukes til å finne hvor stor siktinkel de dekker. I eksempelet er total siktinkel 50° for begge adressepunktene.

Adressepunkt 1		Adressepunkt 2	
	63 Hertz: 52.7 - 1.4 125 Hertz: 52.9 - 1.4 250 Hertz: 54.7 - 1.4 500 Hertz: 59.4 - 1.4 1000 Hertz: 56.2 - 1.4 2000 Hertz: 52.7 - 1.4 4000 Hertz: 49.8 - 1.4		63 Hertz: 45.5 - 1.4 125 Hertz: 44.1 - 1.4 250 Hertz: 47.6 - 1.4 500 Hertz: 52.1 - 1.4 1000 Hertz: 57.8 - 1.4 2000 Hertz: 44.2 - 1.4 4000 Hertz: 39.9 - 1.4

5.

Hvor stor del av full sikt (180°) som dekkes av bygninger omregnes til en desibelverdi. Denne trekkes fra støyverdiene som allerede er knyttet til adressepunktet.

Skjerming på 50° tilsvarer desibelfratrekk på 1,4.

Adressepunkt 1	Adressepunkt 2
Støyverdi: 59,6 dBA Antall utsatte: 4 SPI: 0,95	Støyverdi: 57,3 dBA Antall utsatte: 4 SPI: 0,81



6.

Desibelverdiene a-vektes og slås sammen til en dBA-verdi per adresse.

Antall utsatte på adressene telles opp. SPI beregnes.

5.2.1. Beregning av støyemisjon

Støyemisjon blir beregnet etter Nordisk beregningsmetode for togstøy, Nordisk Ministerråd (1996). Alle formler for emisjonsberegning og støydemping i dette kapittelet er hentet fra denne, med noen justeringer, disse er kommentert i formlene det gjelder.

For hver banestrekning beregnes emisjonen innen 7 oktavbånd (63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz). For hver kombinasjon av togtype og oktavbånd beregnes lydnivået, L_{wo} , etter følgende formel:

$$L_{wo} = a \cdot \lg(v/100) + 10 \cdot \lg(l_{24}) + b$$

der

a = korreksjonsverdi

v = fart, km/t

l_{24} = toglengde per 24 timer, meter

b = korreksjonsverdi

lg = logaritme med grunntall 10

Lydnivået slås sammen for alle togtyper som trafikkerer en banelenke. Beregningen gjøres innen hvert av oktavbåndene. Lydnivåene adderes etter følgende formel, der antall ledd er avhengig av antall togtyper:

$$L_{wo \text{ samla}} = 10 \cdot \lg (10^{(L_{wo1}/10)} + 10^{(L_{wo2}/10)} + 10^{(L_{wo3}/10)} + \dots osv)$$

der

$L_{wo \text{ samla}}$ = samla lydnivå

L_{wo1} = lydnivået til togtype 1, osv.

lg = logaritme med grunntall 10

5.2.2. Kobling av støyemisjon til geografiske datasett

Støyemisjonen blir koblet til geografiske banestrekninger ved hjelp av dynamisk segmentering. Bane-id, samt start- og sluttkilometer for hver banelenke blir brukt for å gjøre koblingen. På denne måten blir emisjonen spredt jevnt utover fra start- til sluttkilometer for strekninger med lik bane-id.

Banestrekninger som går i tunnel blir klipt vekk etter at den dynamiske segmenteringen er gjort, dette blir gjort ved å fjerne strekninger som går under terrenget (har medium= U i N50 jernbanetemaet til Statens kartverk).

Det blir foretatt en avstandsberegning mellom hver adresse med bosatte og nærmeste jernbanelinje. Avstanden samt informasjon om banenummer og støy blir koblet til hvert adressepunkt med samme metode som brukes for veg, se avsnitt 0.

5.2.3. Beregning av skjermingseffekt

Bygninger som ligger mellom en bostedsadresse og jernbanelinja vil skjerme for støyen fra linja. For å få tall for hvor stor denne skjermingseffekten blir, er det utviklet en metode der teoretisk skjermingsvinkel for hver adresse blir beregnet (Osmundsen, 2003). Skjermingsvinkelen omregnes deretter til en desibelverdi, og denne trekkes fra det støy nivået som belaster adressen.

Metoden er beskrevet i kapittelet om metode for veitrafikk.

5.2.4. Beregning av støy hos mottaker

Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttes for å beregne samlet støy nivå utendørs hos mottaker. SAS-Programmet Mottatt_stoy leser inn resultatfilen som inneholder alle adresser innen 400 meter fra trafikkerte jernbanelinjer. Til hver adresse er det knyttet informasjon om avstand til nærmeste jernbanelinje og emisjonen for den aktuelle strekningen (desibelverdier per oktavbånd). Deretter blir korreksjon for baneforhold (skinnesliping), avstandsdemping (divergens) og luftabsorpsjon beregnet etter disse formlene:

baneforhold (Lc)	= korreksjon for skinnesliping (= -3 dB)
luftabsorpsjon (La)	= svekkelseskoeffisient · avstand (meter)
divergens (Ld)	= $-10 \cdot \lg(4\pi \cdot (\text{avstand})^2)$

Justering i forhold til Nordisk metode: Koeffisienten 2,3 i divergensen er valgt for å oppnå en avstandsdemping over myk mark på ca. 4 dB per avstandsdobling

Lydnivået hos mottaker blir beregnet etter følgende formel:

$$L_p = L_w + L_c + L_d + L_a + 10 \cdot \lg(\text{avstand fra linja}) + 6,8 + 3 + \text{skjerming}$$

der

L_p = lydnivå hos mottaker

L_w = støyemisjon fra jernbanelinjen

L_c = korreksjon for baneforhold

L_d = divergens (avstandsdemping)

L_a = luftabsorpsjon

$\lg$ = logaritme med grunntall 10

Skjerming = skjermndemping (dB)

Leddene ($10 \cdot \lg(\text{avstand fra linja}) + 6,8\text{dB}$) legges til fordi støyemisjonen gjelder 1-meters lenker av jernbanelinja, mens vi her summerer lydenergien hos mottaker for en "uendelig" lang, rett jernbanelinje med 180 graders siktinkel.

Justering i forhold til Nordisk metode: 3dB er tillegg for fasaderefleksjon.

Støy hos mottaker A-vektes ved å legge til desibelverdiene under til de ulike oktavbåndene. Enheten endres fra dB til dBA.

63 Hz : -26,2 dB
 125 H: -16,1 dB
 250 Hz: -8,6 dB
 500 Hz: -3,2 dB
 1000 Hz: 0 dB
 2000 Hz: 1,2 dB
 4000 Hz: 1 dB

Deretter kan døgnekvivalent lydnivå beregnes. Oktavbåndene adderes etter samme formel som ble brukt for å addere togtyper. Figur 12 viser ferdig beregnet støy på adressenivå for ett eksempelområde.

$$L_{ekv_jernbane} = 10 \cdot \lg(10^{(L_{wo1}/10)} + 10^{(L_{wo2}/10)} + 10^{(L_{wo3}/10)} + \dots osv)$$

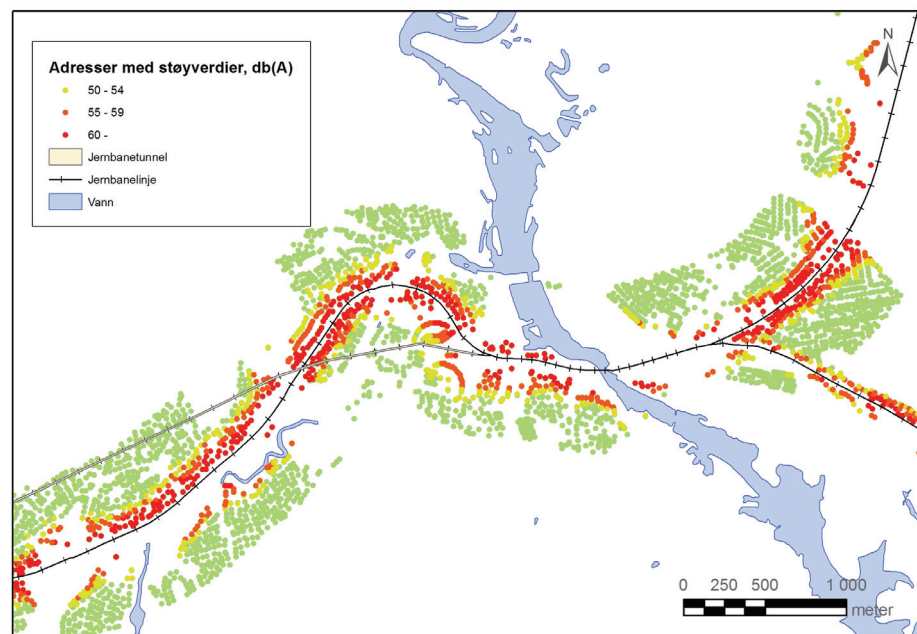
der

$L_{ekv_jernbane}$ = døgnekvivalent lydnivå

$\lg$ = logaritme med grunntall 10

L_{wo} = lydnivå, dBA

Figur 12. Boligadresser med mottatt støy fra jernbane. Lillestrøm 1999



Enkelte bygninger mottar støy fra flere ulike jernbanetraseer eller fra flere baner som trafikkerer den samme geografiske strekningen. Dette er f.eks. tilfelle omkring Oslo sentralbanestasjon, eller gjennom Kristiansand tettsted. For å kunne tildele korrekt støynivå til disse bygningene har vi for bygninger som ligger nærmere enn 400 meter fra flere jernbanestrekninger utviklet en egen prosedyre, der vi beregner den støyen bygningen vil motta fra hver enkelt av jernbanestrekningene i nabolaget. For å kunne gjøre slike beregninger var det nødvendig å bygge opp geografiske baser bestående av ett ekstra sett av enkelte banestrekninger. Disse geografiske basene har vi kalt dubletter. For strekninger med dubletter kjøres hele prosedyren fram hit også for dublettene. I programmet mottatt_støy settes støyverdier fra dubletter og hovednettet sammen til en tabell. Dersom adressen mottar støy fra 2 baner som trafikkerer samme strekning, blir støyverdiene til disse banene lagt sammen, i alle andre tilfeller blir høyeste støyverdi tilordnet adressen.

Dersom boligen er blokk, høghus eller terrassehus, regnes kun 75 prosent av de bosatte som støyutsatte. Dette for å ivareta at for denne boligtypen er det normalt én fasade som i hovedsak er støyutsatt.

Støynivåene grupperes i grupper på 5dB intervaller fra 50 desibel. Antall personer innen hver gruppe telles opp innen hvert fylke. SPI beregnes etter følgende formel:

$$\text{SPI for jernbanetrafikk} = \text{antall personer} \cdot 1,58 (L - 44,4)/100$$

der

L = Ekvivalent støynivå (L_{ekv}) med 3 dBA tillegg for fasaderefleksjon

5.3. Trikk og t-bane

Det er utviklet en metode for beregning av støy fra trikk og t-bane innen Oslo kommune med utgangspunkt i eksisterende kartlegging, beskrevet i avsnitt 0. Den eksisterende kartleggingen utnyttes, men suppleres med forenklete beregninger tilsvarende som for veitrafikk. Neste gang resultatene skal oppdateres vil det vil bli gitt resultater etter denne metodikken.

Første beregningsår vil bli 2006, beregningene vil ikke bli tilbakeskrevet til 1999 på grunn av manglende datagrunnlag.

Det er ikke gjort tilsvarende beregninger for Bergen (Fløybanen og Bybanen) og Trondheim (Gråkallbanen).

5.3.1. Datagrunnlag

Geografisk banedata er mottatt fra Kollektivtransportproduksjon AS (KTPAS) og hentet fra deres beregningsmodell. Banene er gitt som linjedata med en linje per spor. Mottatte banedata inneholder skiltet hastighet. Vi har også mottatt geografiske data over sporvekslere.

Vi har hatt opplysninger om hvor baner går på støyabsorberende pukkballed, men har ikke hatt tilgang til kommunens heldekkende data over marktype (hard eller myk mark basert på DMK og bygningstype). Vi har heller ikke hatt opplysninger om hvor bytrikken ikke går i gatenettet, men i grønt spor, dvs at sporet er lagt i grønn midtrabatt som vil virke noe støyabsorberende.

Trafikktall for trikk og t-bane for 2006 er mottatt fra KTPAS. Vi har ikke hatt tilgang til trafikktall for 1999.

5.3.2. Støyberegninger for 2006

Fra Kollektivtransportproduksjon AS (KTPAS) har vi mottatt støyberegninger på adressenivå for Oslo 2006. Vi har mottatt beregninger for 5574 adresser med støybelastning over 60 dBA. Beregningene inneholder støyverdier gitt som L_{den} og adresseopplysninger på ulike former, bl.a som koordinater.

KTPAS beregninger er utført ved å benytte Nordisk beregningsmetode for skinnegående trafikk samt beregningsverktøyet CadnaA versjon 3.6. Som grunnlag for beregningene ligger en terrengmodell inkludert høydekoter, bygninger, støyskjermer og marktyper. Kollektivtransportproduksjon AS har tatt utgangspunkt i denne terrengmodellen, og bygget opp en komplett beregningsmodell med alle spor slik det så ut pr 2006, trafikkdata, korrekt markabsorpsjon for sportraséene og terrengtilpasninger mellom sportrasé og øvrig terreng. Beregningene er gjort med første ordens refleksjon og i 4 meters høyde. Nøyaktig beskrivelse av metoden finnes i "Strategisk støykartlegging etter forurensningsforskriftens kapittel 5 om støy" (Oslo kommune, 2007a).

5.3.3. Korreksjonsfaktorer

I de mottatte dataene var støyverdien gitt som L_{den} , vi mottok derfor også omregningsfaktorer fra L_{den} til 24-timers-ekvivalentnivå (L_{eq}).

For trikk var de mottatte støyberegningene gjort på grunnlag av skiltet hastighet og senere korrigert til kjørehastighet. Vi mottok korreksjonsfaktorene som var benyttet til dette.

5.3.4. Metode

I SSBs beregninger av støy fra sporveg er Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttet. Metoden er den samme som beskrevet for beregning av støy fra jernbane, med unntak av at vi her lar avstandsdempingen være 3 dB per avstandsdobling. Dvs vi benytter standardformelen for divergens fra Nordisk metode

$$L_d = -10 \cdot \text{LOG}_{10} (4 \cdot \pi \cdot (\text{avstand}^2))$$

Dessuten er det lagt inn a- og b-verdier for to typer trikk (SL79 og SL95) samt t-bane. I tillegg justerer vi beregningene for å gi bedre overensstemmelse med de mer nøyaktige beregningene fra KTPAS. Justeringene er beskrevet i avsnitt 0.

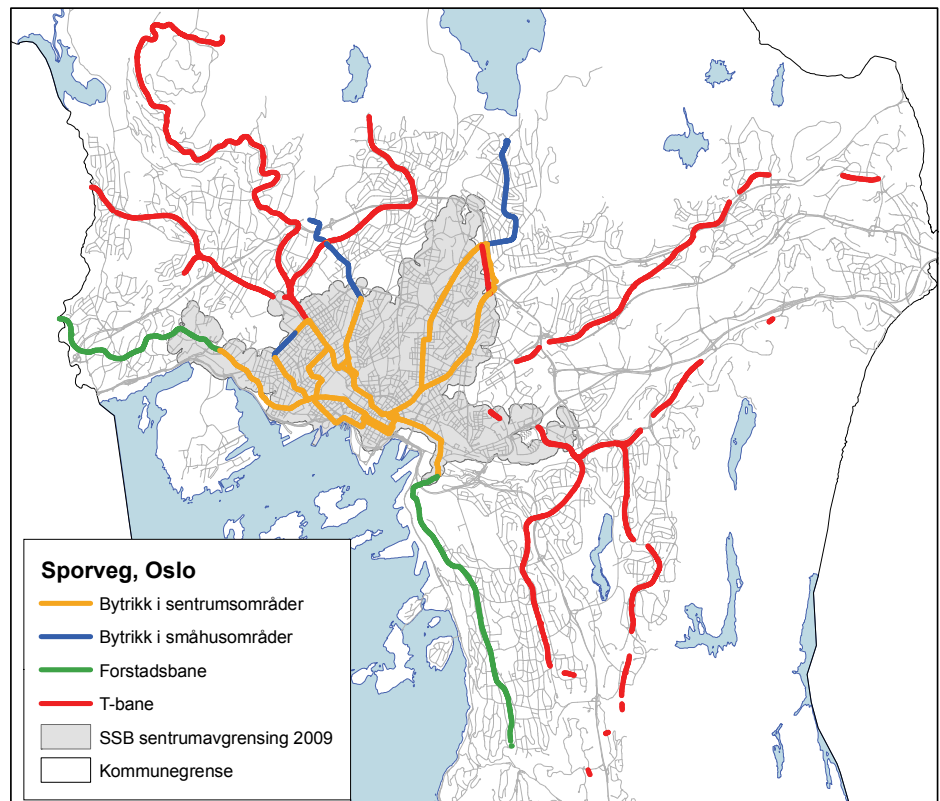
5.3.5. Beregning av justeringsfaktor

Støyverdiene i KTPAS beregninger ble justert for hastighet og omregnet til L_{eq} verdier. Koordinatene ble brukt for å lage geografiske cover av de tilsendte adressene. Støyverdier etter SSBs metode ble beregnet på de samme koordinatpunktene. De to datasettene ble lagt sammen og differansen beregnet.

Differansen mellom SSBs og KTPAS metode er avhengig av markabsorpsjonen og refleksjon fra bygninger og kan deles inn i tre ulike situasjoner.

1. T-bane og forstadsbaner i egen trase.
2. Bytrikk i sentrumsområder.
3. Bytrikk i områder dominert av småhusbebyggelse.

Forstadsbanene er baner som går i egen trasé på pukkballast. Det er to forstadsbaner i Oslo: Lilleakerbanen til Jar (byspor til Skøyen) og Ekebergbanen til Ljabru (byspor til Oslo hospital). Alle t-baner går i eget spor på pukkballast (Oslo kommune, 2007a). Som bytrikk i sentrumsområder regner vi trikkespor innen SSBs sentrumsavgrensing. Som bytrikk i områder dominert av småhusbebyggelse regner vi trikkespor utenfor SSBs sentrumsavgrensing samt området ved Frognerparken. Figur 13 viser hvordan vi deler inn sporvegene i Oslo

Figur 13. Inndeling av sporvegen i Oslo

For hver av de tre situasjonene utledes det en gjennomsnittlig differanse mellom støyverdiene beregnet med forenklet metode og beregnet av KTPAS. Senere i støyberegningene brukes disse gjennomsnittlige differansene direkte til å justeringe våre støyberegninger på adressenivå.

5.3.6. Oppdatering av beregningene

For oppdatering av beregningene forutsettes det at vi mottar oppdaterte trafikkdata fra KTPAS og a- og b- verdier for nye t-banvogner tatt i bruk etter kartleggingen for 2006.

Beregning av støyverdi på adressepunkt utføres på samme måte som for jernbane, se kapittel 5.2. Deretter justeres den beregnede dBA-verdien for å gi bedre overensstemmelse med de mer nøyaktige beregningene fra KTPAS. Der ett nytt beregningspunkt ligger nær (innen 25 meter) et beregningspunkt som finnes hos KTPAS, benyttes differansen mellom SSBs og KTPAS beregninger i dette punktet direkte som justeringsfaktor. Der avstanden til ett kjent beregningspunkt er større utføres justeringen med utgangspunkt i gjennomsnittsdifferansene for de 3 situasjonene.

5.4. Luftfart

SSB har mottatt NORTIM-filer for totalt 54 flyplasser, henholdsvis 7 militære og 47 sivile. NORTIM-filene inneholder et punktnett omkring flyplassen, der hvert punkt har en støyverdi. NORTIM-filene blir brukt som grunnlag for å beregne støyemisjon og spredning i den statistiske modellen.

For hver flyplass mottas to NORTIM-filer, en for startår i beregningsperioden, og en som inneholder prognoserte støyverdier for en situasjon som ligger 10-20 år fram i tid. NORTIM-beregningens startår varierer fra 1993 til 2007. For enkelte flyplasser mangler det NORTIM-beregninger, for disse brukes da NORTIM-filen for Sandnessjøen lufthavn, Stokka, som standard. For fullstendig oversikt over datagrunnlag for den enkelte flyplass for beregningsårene, se Vedlegg C.

Produksjonen av støyresultater er todelt. Første del består av en engangsjobb der det med utgangspunkt i NORTIM-filene blir etablert geografiske støydatasett (se avsnitt 5.4.1) for hver enkelt flyplass. Andre del er den årlige oppdateringen der støydatasettet kombineres med adressedata med antall bosatte. Resultatet er tabeller over antall støyutsatte og SPI for beregningsåret.

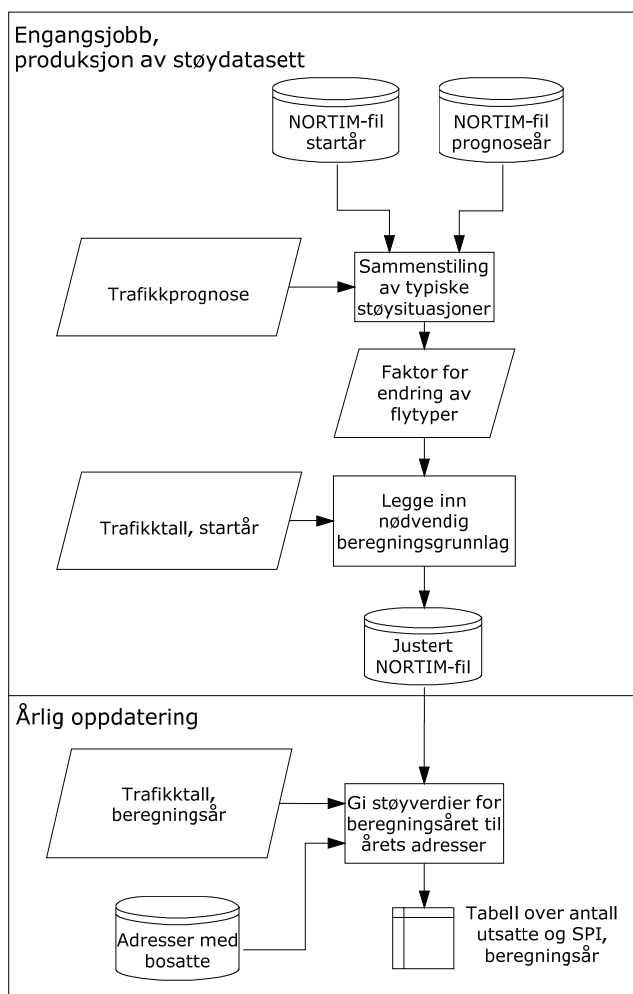
For sivil luftfart har vi tilgang til trafikk tall over antall flybevegelser (avganger og landinger) per år og flyplass. I de årlige oppdateringene for sivile flyplasser blir støyverdiene derfor justert på grunnlag av endringer i trafikk mengde. I tillegg justeres det for endringer i støynivå som følge av utskiftninger til nye og mer stillegående fly. Start- og prognosefil samt opplysninger om trafikkvekst blir da brukt til å beregne en faktor for endringer i flyparken, se avsnitt 5.4.3.

Trafikkdata mangler for militær luftfart. For flyplasser som er dominert av militær luftfart er det derfor utviklet en egen produksjonsløype som tar utgangspunkt i både start- og prognosefil fra NORTIM. Filene settes sammen, og for mellomliggende år interpoleres det verdier.

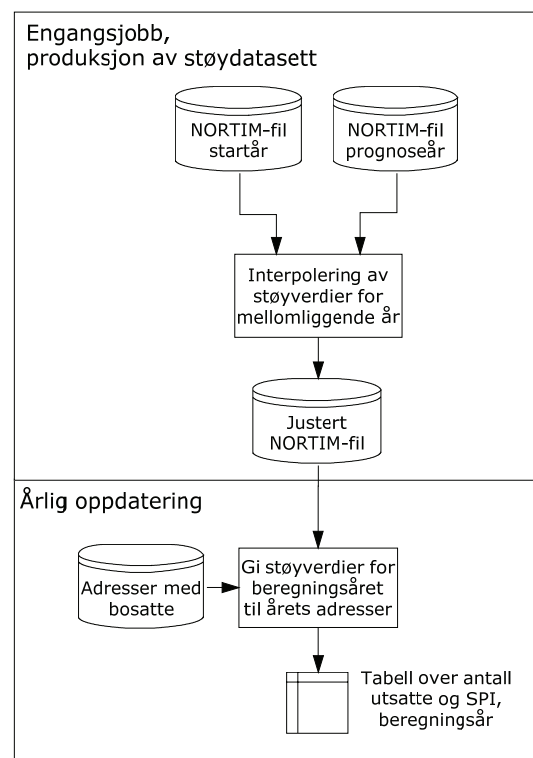
For årlig oppdatering trekkes støyverdiene for beregningsåret ut og tildeles til årets adresser innen støypunktnettet. Støyplageindeksen regnes ut basert på antall utsatte og støynivå på adressen. Overordnet metode for sivile og militære flyplasser er vist i figur 14.

Figur 14. Overordnet metode for beregning av flystøy

1. Flyplasser dominert av sivil trafikk



2. Flyplasser dominert av militær trafikk



5.4.1. Produksjon av geografiske støydatasett

NORTIM-filene inneholder lokale koordinater. Som vedlegg til NORTIM-filene oppgis det lokale punktnettets referanseorigo i NGO eller UTM med lokal sone. På grunnlag av dette blir alle NORTIM-filer transformert til UTM sone 33. Ekvivalent støyverdi, L_{ekv} , får et tillegg på 3 dBA for fasaderefleksjon. Kun koordinater omregnet til globale verdier, årgang og ekvivalent støyverdi, L_{ekv} , blir tatt med i videre beregningene.

Sivile flyplasser

For sivile flyplasser blir start- og prognosefil samt opplysninger om trafikkvekst brukt til å beregne en faktor for endringer i flyparken, det vil si sammensetningen av flytyper. Denne faktoren samt et flyplassnummer blir lagt til hver enkelt flyplass før disse blir satt sammen til fylkesdatasett.

For 9 sivile lufthavner finnes det ikke NORTIM-beregninger som kan brukes for 1999-årgangen. NORTIM-filen til Sandnessjøen lufthavn, Stokka, benyttes da som grunnlag for støyberegningene. Etter avtale med Avinor (Liasjø 10. mai 2002), er

støypunktsvermen for Stokka dreiet om banens senterpunkt (senter er funnet manuelt ved hjelp av N50 tema) og tilpasset retningsvinkelen (oppgitt av Avinor) til de aktuelle flyplassene. Støyverdiene er deretter justert på grunnlag av trafikkmengde for 1999 på Stokka og aktuelt år på modellert flyplass. For de øvrige årgangene er disse 9 lufthavnene behandlet som de andre sivile flyplassene.

Militære flyplasser

For 7 flyplasser med hovedsakelig militær bruk er ikke trafikk tall tilgjengelige. Også for disse flyplassene blir NORTIM-filene transformert til UTM 33 og fasaderefleksjon blir lagt til. Filene for start- og prognoseår settes deretter sammen til et støydatasett. Verdier for mellomliggende år interpoleres etter følgende formel:

$$L_{ekv\ B} = (L_{ekv\ 0} + 3) - (n \cdot (L_{ekv\ P} - L_{ekv\ 0}) / \text{tid})$$

der

$L_{ekv\ B}$ = støyverdi i nytt beregningsår

$L_{ekv\ 0}$ = støyverdi i startår

$L_{ekv\ P}$ = støyverdi i prognoseår

n = antall år til nytt beregningsår

tid = antall år mellom startår og prognoseår

I uttrykket ($L_{ekv\ 0} + 3$) er 3dB tillegg for fasaderefleksjon

Koordinater og L_{ekv} -verdier blir eksportert som en txt-fil som behandles i kart-program på samme måte som øvrige støyfiler.

Flyplassene i Bodø og på Ørlandet har overtatt F16-trafikken som ble flyttet fra Rygge i 2002. For begge flyplasser foreligger det nye NORTIM-filer som tar hensyn til dette.

5.4.2. Fornyelse av flyparken

De fleste sivile transportfly kan ha en levetid på 15-25 år. Kontinuerlig utvikling gjør eldre fly mindre attraktive av flere årsaker. Flere flyselskaper skifter ut sine fly hyppigere. Eksempelvis har norske flyselskap ikke fly som er mer enn ca. 13 år (Liasjø 26.01.04).

Internasjonalt er det over lang tid ført en aktiv prosess for å fase ut de eldste og mest støyende flytypene. Således er det ikke lenger tillatt å operere med det som betegnes som Kap.2-fly i Norge etter 1/4-2002. Kap.2-fly er eksempelvis DC9, B727 og B737 i original utførelse. At internasjonale luftfartsorganisasjoner satte en dato for utfasing, var et kraftig incitament til flyselskapene om å forsere overgangen til moderne, støysvake fly (Liasjø 26.01.04).

Effekten av denne fornyelsen ser vi klart ved flere av våre større sivile flyplasser hvor jetfly dominerer. I noen tilfeller kan vi faktisk se en reduksjon i støynivå til tross for en økning i antall flyginger (Liasjø 26.01.04).

5.4.3. Beregning av faktor for fornyelse av flyparken

For sivile flyplasser er prognosefilen tatt i bruk for å kunne gi en faktor for den delen av støyutviklingen som ikke er knyttet til endringer i flytrafikk.

Beregning av desibelt tillegg baserer seg på at støynivået i prognoseåret blir beregnet med to ulike metoder, én der det kun tas hensyn til endringer i trafikkmengde og én der alle endringer er med.

Metode 1: Trafikken i prognoseåret blir beregnet på grunnlag av prognoser for trafikkvekst. Deretter brukes formelen for justering av støyverdier. Dette gir et bilde av støyutviklingen dersom man kun justerer for endringer i trafikkmengde:

$$L_{ekv\ P} = L_{ekv\ 0} + 10 \cdot (\lg((traf_0 + (traf_0 \cdot traf_P)) / traf_0))$$

der

$L_{ekv\ P}$ = støynivå i prognoseår basert på trafikk tall

$L_{ekv\ 0}$ = støynivå i startåret

$\lg$ = logaritme med grunntall 10

$traf_$ = antall trafikkbevegelser (avganger og landinger) per år

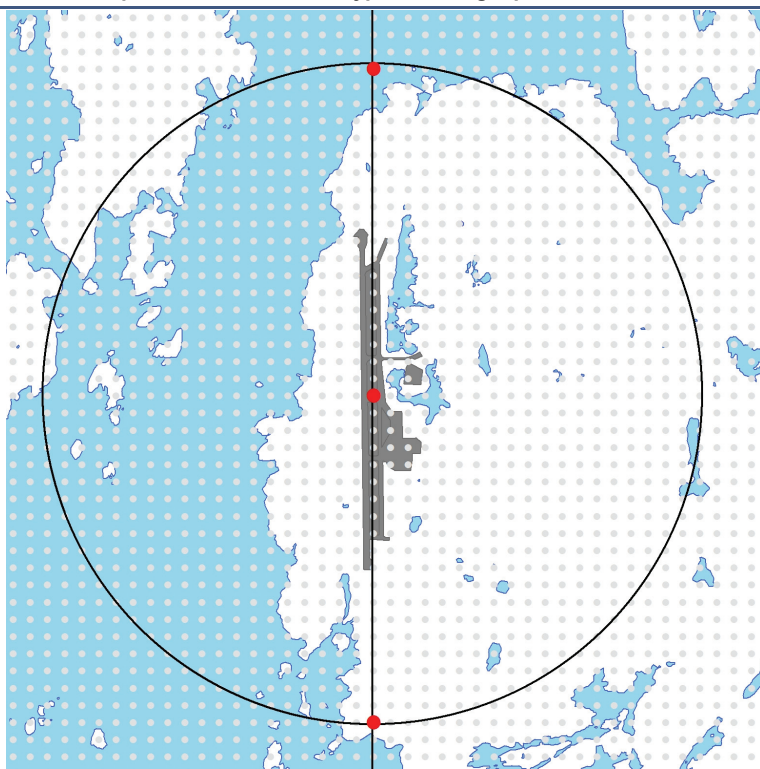
$traf_0$ = trafikken i startåret

$traf_0 + (traf_0 \cdot traf_P)$ = trafikken i prognoseåret

Formelen (jf. Liasjø 10. mai, 2002) justerer L_{ekv} verdien på støypunktet som et forhold mellom trafikk i referanseåret og støy i aktuelt år.

Metode 2: Støyutviklingen i NORTIM-perioden blir beregnet på grunnlag av start- og prognosefil for hver flyplass. Fra de to filene trekkes det ut typiske støynivåer for hver situasjon. Dette gjøres ved å velge ut de samme tre punktene i de to NORTIM-filene, rullebanens midtpunkt og et punkt 3 km ut i hver rullebaneretning (Figur 15). Middelverdi av lydnivå i disse tre punktene vil gi typiske tall for totalstøy, og dermed gi et godt bilde på den prognoserte utviklingen. (Liasjø 3. september 2003.)

Figur 15. NORTIM-punkter ved Flesland flypass, utvalgte punkt i rødt



Sammenveining: Differansen mellom disse 2 støyscenariene gir tall for den delen av støyutviklinga som kun er påvirket av andre faktorer enn trafikkutvikling. Differansen beregnes per år i perioden ved formelen:

$$stoy_rest = (L_{ekv\ p\ traf} - L_{ekv\ p\ stov}) / NT_aar$$

der

$stoy_rest$ = differanse per år i NORTIM-perioden

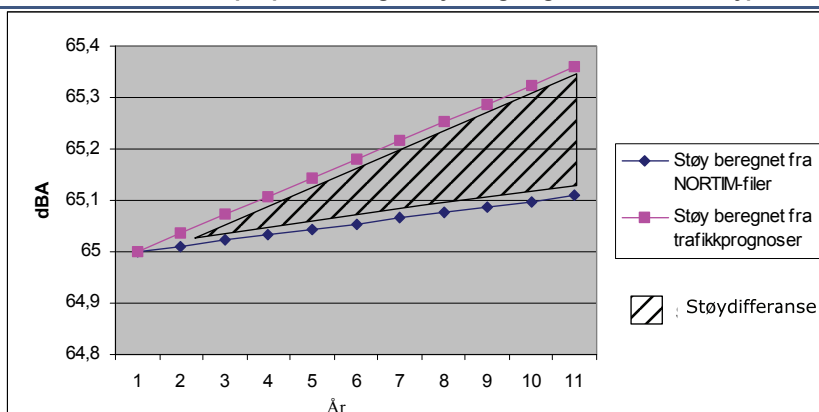
$L_{ekv\ p\ traf}$ = støynivå i prognoseår basert på trafikkprognoser

$L_{ekv\ p\ stov}$ = støynivå i prognoseår basert på støyprognoser

NT_aar = antall år i NORTIM-perioden

Figur 16 illustrerer de to ulike scenariene for støyutvikling i et NORTIM-punkt. I utgangspunktet er støynivået i punktet 65 dBA. Dersom man bruker trafikk tall som grunnlag for å beregne støyutviklingen, vil støynivået i punktet etter 10 år ha blitt 65,3 dBA. Følger man støyutviklingen fra prognosefilen derimot, er lydnivået etter 10 år 65,1 dBA. Differansen mellom de 2 scenariene er 0,2 dBA over 10 år. Denne differansen kan ikke forklares med endringer i trafikk tall, men må ha andre årsaker, som for eksempel overgang til nye og mer stillegående fly. Når denne støydifferansen blir fordelt i perioden, kommer vi fram til at det i gjennomsnitt skal trekkes fra 0,02 dBA per år for å kompensere for endringer av flyparken i 10-års-perioden.

Figur 16. Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt over tid



5.4.4. Årlig oppdatering for flyplasser dominert av sivil trafikk

For årlig oppdatering av flyendringsfaktoren beregnes antall år mellom NORTIM startår og nytt beregningsår

$$\text{tilleggsår} = \text{beregningsår} - \text{startår}$$

Deretter beregnes støyresten (avsnitt 5.4.3) som skal legges til i det nye beregningsåret

$$\text{ny støyrest} = \text{tilleggsår} \cdot \text{støy_rest}$$

Årlig justering av utgangsverdien gitt i NORTIM gjøres per punkt etter følgende formel:

$$L_{\text{ekv } n} = (L_{\text{ekv } n0} + 3\text{dBA}) + 10 \cdot \lg T_n/T_{n0} - \text{ny_støy_rest}$$

der:

$L_{\text{ekv } n}$ = ekvivalent støyverdi, nytt beregningsår

$L_{\text{ekv } n0}$ = ekvivalent støyverdi, startår

T_n = Trafikkmengde, nytt beregningsår

T_{n0} = Trafikkmengde, startår

$\lg$ = logaritme med grunntall 10

ny_støy_rest = desibelt tillegg for endringer som ikke skyldes trafikkvekst (avsnitt 5.4.3).

I første ledd i formelen er 3 dBA lagt til per støypunkt (jf. SFT 2000) for å kompensere for fasaderefleksjon. Annet ledd i formelen (jf. Liasjø 10. mai, 2002) justerer L_{ekv} verdien på støypunktet som et forhold mellom trafikk i referanseåret og støy i aktuelt år.

En dobling/halvering av trafikkmengden gir +/- 3 dBA på punktet.

Metode spesielt for Oslo lufthavn Gardermoen

Oslo lufthavn utfører i prinsippet årlige NORTIM-beregninger. I 2002 ble imidlertid NORTIM-modellen for denne flyplassen oppgradert, noe som fører til at støyverdien i eldre filer ikke lenger er sammenlignbare med 2002-dataene. 2002-filen er brukt som grunnlag for beregningen for 1999, filen er tilbakeskrevet på grunnlag av trafikk tall. Senere beregninger for Gardermoen er basert på NORTIM-fil fra 2004.

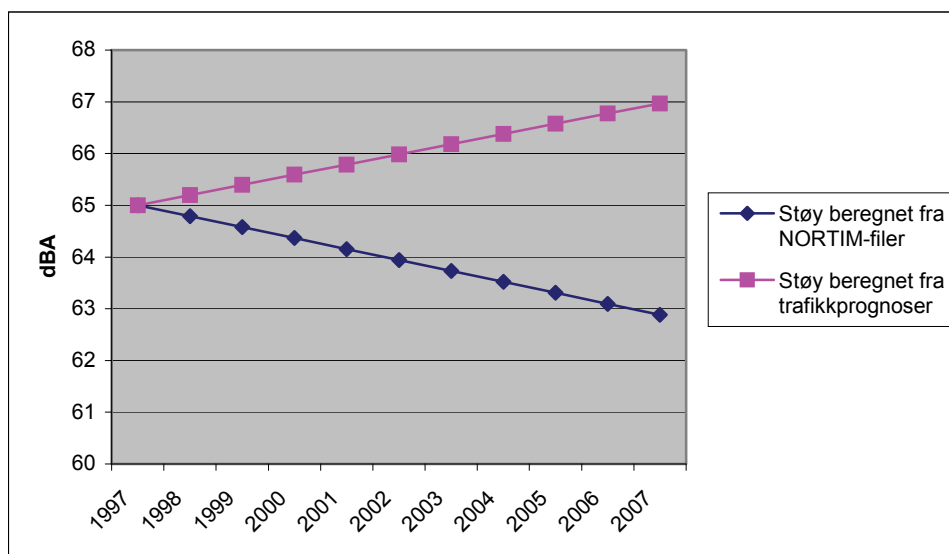
Metode spesielt for Rygge flystasjon

For 1999 er støyen fra Rygge flystasjon beregnet med den samme interpolasjonsmetoden som for øvrige militære flyplasser. I 2002 ble deler av den militære flyaktiviteten flyttet bort fra Rygge flystasjon. Etter det er det mottatt nye NORTIM-filer for Rygge, og den behandles nå som en sivil flyplass.

5.4.5. Alternativ metode

En alternativ metode for å bruke opplysningene i NORTIM-prognosefilene til beregningen er utprøvd, men ikke benyttet. Metoden baserte seg på å først beregne en stigningskurve for prognosert trafikkvekst. For ett nytt beregningsår går man ut fra registrert trafikk mengde, og velger å bruke støysonen for det året som har tilsvarende prognosert trafikk mengde. Metoden viste seg å være problematisk i bruk, da noen flyplasser har positive prognoser for trafikkvekst samtidig som de har negative prognoser for støyutviklingen. For disse flyplassene vil metoden medføre at jo større trafikkøkningen er, dess mindre vil støyen bli. Trafikk- og støyutviklingen på Værnes illustrerer problemet (Figur 17). Metoden er derfor ikke tatt i bruk.

Figur 17. Støyutvikling basert på NORTIM-filer og trafikkprognoser, Værnes flyplass, 1997 – 2007



5.4.6. Beregning av antall utsatte og SPI

Adressene innen støypunktnettet får tildelt støyverdien til det nærmeste punktet i nettet. Beregning av SPI blir gjort på grunnlag av denne verdien. Følgende formel benyttes.

$$\text{SPI for flytrafikk} = \text{antall personer} \cdot 1,58 (L - 34,4)/100$$

der

L = Ekvivalent støy nivå (L_{ekv}) med 3 dBA tillegg for fasaderefleksjon

Formelen er korrigert for fasaderefleksjon (SFT 2005)

Deretter blir antall bosatte utsatt for støy og SPI telt opp i 5-dBA-intervaller f.o.m 50 dBA.

5.5. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Metoden for å beregne støyeksposering fra industri og næringsvirksomhet ble opprinnelig utviklet av SINTEF og er siden videreutviklet i et samarbeid mellom SINTEF og SSB. Opprinnelig ble metoder og parametre knyttet til en bransje-inndeling som går på tvers av begrepet industri slik det er definert i Standard for næringsgruppering (SSB 1994). Metodisk er SINTEFs bransjeinndeling beholdt, men i statistikkrapporteringen fordeler SSB etter industri (NACE 15-37) og annen næringsvirksomhet, dvs. alle de øvrige NACE-klassene som kan knyttes til SINTEFs bransjer som de opprinnelig inkluderte i sine beregninger av "ekstern industristøy".

Siden forrige publisering av statistikk over utsatte og SPI fra industri og annen næringsvirksomhet er utgangsstøyen for de ulike næringene justert (SINTEF 2004). I tillegg er kjøpesentra tatt med i beregningsgrunnlaget, mens bensinstasjoner er tatt helt ut etter nye målinger ved disse bedriftstypene (SINTEF 2004). I beregningene regnes det at 75 prosent av bosatte i boligblokker er utsatt for støy mot 50 prosent som ble benyttet ved tidligere publisering. SSB benytter nå en geografisk sektor ut fra hver bedrift i de tilfellene der utslippsvinkelen er under 360°, i likhet med SINTEF. Tidligere benyttet SSB et tilfeldig utvalg rundt bedriftene.

Metoden kan beskrives som inndelt i ulike trinn. Tabell 10 viser en trinnvis oversikt over de viktigste operasjonene og datagrunnlagene som inngår i modelleringen. Resultatet av modelleringen er et datasett for hele landet med adresser med bosatte tilknyttet informasjon om bedrift, avstand og beregnet støy.

Tabell 10. Industristøymetoden trinn for trinn

Trinn\ Variable	Bedrifter, bygninger og grunnkrets	Bedrifter med NACE-kode	Bedrifter og bygninger	Adresser og bedrifter	Adresser med info om avstand, bransje til bedrift, bygningstype, bygningstetthet mm.
1	Bedrifter kobles til industribygninger				
2		Koding av bedriftene med utgangsstøy, støyretning og utslippsvinkel.			
3			Beregning av bygningstetthet rundt hver bedrift		
4				Koding av adressene med bygningstype og beregning av avstand mellom adresser og bedrift med størst støybidrag.	
5					Beregning av mottatt støy og SPI

Trinn 1

Bare bedrifter som er lokalisert i industribygninger og lagerbygning blir tatt med for unngå at det blir beregnet støy for hovedkontorer uten produksjon. Kodingen av hvorvidt en bedrift er lokalisert innen en industribygning bestemmes av hvilket geografisk nivå bedriften er stedfestet på. Bedrifter stedfestet til adressekoordinat kobles til bygninger ut fra bygningens koordinat. Bedrifter stedfestet til grunnkrets kobles til industribygninger innen samme grunnkrets. Det tillates at flere bedrifter kobles til samme bygning.

Trinn 2

Etter at bedrifter innen industribygninger er valgt ut, tilordner SINTEF utgangsstøy, retning for støy og utslippsvinkel. Bedrifter tildeles utgangsstøy, retning og utslippsvinkel etter bransje (se tabell 11), men dette justeres i de tilfeller der informasjon er innhentet for den enkelte bedrift. Utslippsvinkelen er gitt ut fra typisk utforming av støykilder for den enkelte bransje.

SINTEF etablerte et internetbasert spørreskjema der bedrifter kunne rapportere om sine støyutslipp. I tillegg har SINTEF supplert datagrunnlaget med kjøpesentra.

Trinn 3

Hver bedrift tilordnes en verdi for bygningstettheten rundt bedriften for å bestemme hvilken støyspredningskurve som skal benyttes. Tettheten beregnes ved å dividere summen av bygningenes areal på totalt areal innen en radius på 300 meter.

Trinn 4

Adressepunkter med bosatte kodes med bygningstype ved en geografisk kobling og avstanden mellom adresser med bosatte og bedrift med størst støybidrag (innen 1 kilometer) beregnes. Informasjon om avstand og bedrift legges til adressene. Enkelte steder kan bedrifter ha blitt koordinatsatt urealistisk nært adresser med bosatte, det blir derfor satt en minsteavstand på 50 meter for adressene.

Trinn 5

Ut fra avstand, bedriftens utgangsstøy, støyretning, utslippsvinkel og bygningstetthet, beregnes mottatt støy og SPI ved hver adresse. Utslippsvinkelen er et anslag på hvor stor sektor av nabolaget rundt en bedrift som er støypåvirket. Noen bedrifter vil påvirke alle adresser i nabolaget og ha en utslippsvinkel på 360°. Andre bedrifter vil kun påvirke enkelte sektorer og ha en mindre utslippsvinkel, dette gjelder f.eks. dersom en bedrift kun slipper ut viftestøy fra en del av bygningen, adresser på viftesiden vil da motta støy, mens adresser på motsatt side vil nyte godt av at selve industribygningen skjermer for støyen. Hvor stor denne utslippsvinkelen blir anslått å være for ulike bransjer er oppgitt i tabell 11..

5.5.1. Utgangsstøy

Utgangsstøyberegninger per bransje bygger direkte på de verdiene som ble brukt tidligere (SINTEF 1999, 2002b, 2003). Industri og næringsvirksomhet var tidligere inndelt i 15 forskjellige typer. Disse utgangsstøyverdiene og typene er i prosjektet knyttet videre til standard for næringsgruppering (SN 2002 og SN 2007) som følger:

Tabell 11. Industrityper etter SINTEFs bransjekode, SN 2002, SN 2007, utgangsstøy, utslippsvinkel og andel impulsstøy

SINTEF bransje	SN 2002	SN 2007	Utgangsstøy Lekv 100	Utslipps- vinkel	Andel impulsstøy
PUKK/ BERGVERK	10, 11, 12, 13, 14	05, 06, 07, 08, 09	58	180	10
MEK. VERKSTED	29, 28	25, 28	50	120	10
SKRAPHANDLERE	37	38.31, 38.32	55	360	20
GRAFISK INDUSTRI	22	18	41	120	0
SAGBRUK/ HØVLERI	20	16	48	120	10
METALLURGISK	27	24	50	360	0
PAPIR/ CELLULOSE	21	17	46	360	0
PETROKJEMISK	23, 24, 25	19,20,21,22	47	360	0
VASKERI/ RENS.	93.01	96.01	41	120	0
NÆRINGSMIDD.	15, 16	10,11,12	42	120	0
DIVERSE	17, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35.2 - 35.4, 36, 40, 41	13,14,15,23,26,27,29,31, 32,35,36,30.2-30.9	41	120	0
SKIPSVERFT	35.1	30.1	54	360	20
BILOPPHUGGERI	51.57	46.77	58	120	20
BILVERKSTED	50.2, 50.403	45.2,45.403	38	120	0
KJØPESENTER		Bygningstype 321 Matrikkelen	47	180	0

I SINTEF (1999, 2002b, 2003) var det plukket ut en viss prosentandel av bedriftene som var antatt å avgi mindre støy enn andre, innen visse bransjer. SINTEF har nå utarbeidet nye utgangsstøyverdier med kun en verdi per bransje (SINTEF 2004), disse er gjengitt i tabellen over. Enkelte bransjer er antatt å slippe ut støy i sektorer (utslippsvinkel). Den samme metodikken er tatt i bruk i SSBs arbeid. Bensinstasjon var tidligere satt til utgangsstøy 37,5 dBA, men er etter senere kontrollmålinger tatt helt ut som støykilde. SINTEF har tatt med kjøpesentra i grunnlaget etter at målinger viste at et kildenivå på 50 dBA i 100 m kan være representativt for store sentra i Norge (SINTEF 2004). Dette er senere justert til 47 dBA.

5.5.2. Støyspredning

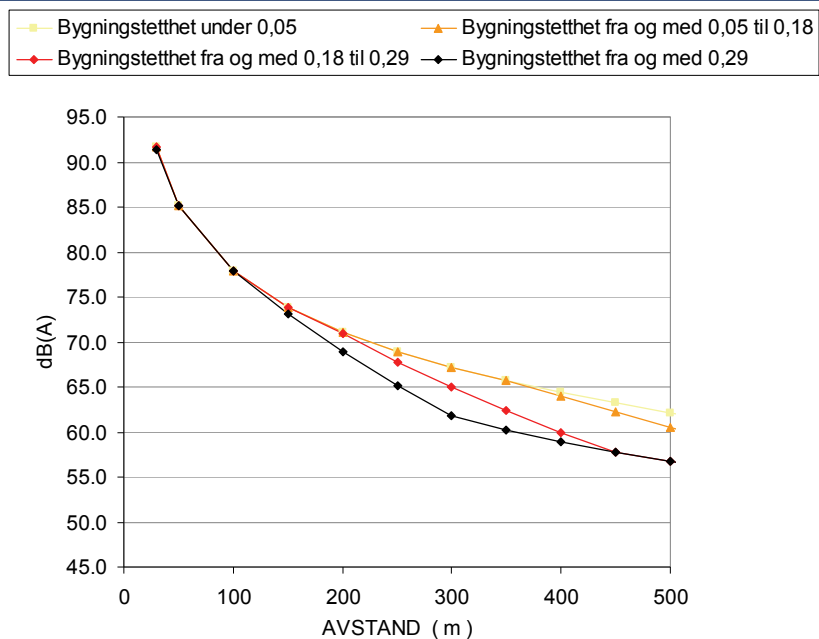
I SINTEF (1999, 2002b, 2003) ble støyspredning regnet med utgangspunkt 100 m fra kilden og avtagende med 6 dBA per dobling av avstand (10 dBA i tettbygde strøk). SINTEF har i tilknytning til dette prosjektet gjort et arbeid for å differensiere ytterligere med basis i bebyggelse rundt industribedriftene (SINTEF 2002b). SINTEF (2002b) har gitt spredningskurver for fire situasjoner (basert på ISO 9613-2):

1. Landlig, ikke bygninger av betydning
2. Lav bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,125)
3. Midlere bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,225)
4. Høy bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,35)

Vi har beregnet tettheten av bygninger rundt hver bedrift i en radius på 300 meter. Bedriftene kodes med verdien for bygningstetthet. Dette danner grunnlag for hvilken av støyspredningskurvene som benyttes i hvert enkelt tilfelle. Vi har valgt intervallene:

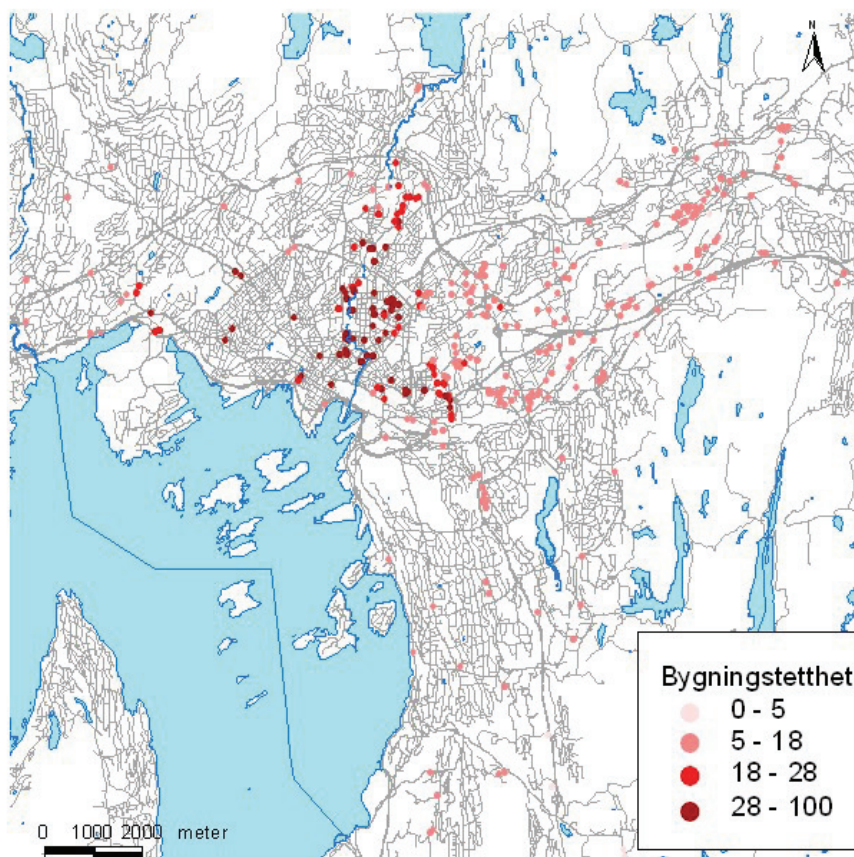
1. Under 0,05 (bygningers grunnflate / totalt areal).
2. Fra og med 0,05 til 0,18 (bygningers grunnflate / totalt areal).
3. Fra og med 0,18 til 0,29 (bygningers grunnflate / totalt areal).
4. Fra og med 0,29 (bygningers grunnflate / totalt areal).

Figur 18. Lydutbredelse ved utgangsstøy på 78 dB(A) 100 m fra bedrifter ved ulike bygningstettheter



Figur 18 (redigert fra SINTEF 2002b) viser lydutbredelse ved ulik tetthet av bygninger ved utgangsstøy på 78 dB(A) i referanseavstand 100 meter.

Figur 19. Bygningstetthet rundt hver bedrift. Eksempelfigur. Oslo. Prosent



Noen adressepunkter mottar støy fra flere bedrifter. Vi regner kun med støy fra den bedriften som gir høyest støybidrag, da med en gitt maksimal avstand for å unngå irrelevant støyinformasjon (og for å spare dataprosesseringstid og lagerplass). Maksimalavstanden er satt til 1 kilometer som også er gyldighetsområdet for avstandsdempningsligningene. Avstanden til adressepunktene er målt i luftlinje.

5.5.3. Støyplageindeks

I likhet med de andre støykildene er det utarbeidet plagegradsligninger også for industri (og annen næringsvirksomhet):

$$GP = 1,58(L-39,4),$$

hvor GP er gjennomsnittlig plagegrad i prosent og L er døgnekvivalent dB(A) ved mottaker inkludert fasaderefleksjon. SPI beregnes som for de andre kildene ved å multiplisere antall som er utsatt for de ulike støyintervallene med gjennomsnittlig plagegrad.

For noen bransjer (se tabell 11) har SINTEF antatt at det er 10 og 20 prosent impulsstøy. I gjennomsnitt blir flere personer plaget ved et gitt døgnekvivalent støynivå med impulsstøy enn tilsvarende med kun jevn støy. En del av bedriftene innen disse bransjene skal derfor regnes å bidra til større gjennomsnittlig plagegrad enn de som bare har jevn støy. For å ta hensyn til dette benyttes det for henholdsvis 10 og 20 prosent av personene som har sitt høyeste støybidrag fra disse bransjene, en GP-kurve forskjøvet med henholdsvis 4 og 6 dBA. Dvs. GP settes lik 1,58(L-35,4) og 1,58(L-33,4).

Antall personer på adressepunkt og bygningsegenskaper fra nærmeste boligbygg er lagret på resultatfila i tillegg til bransje, utgangsstøy og støy ved mottaker. Dersom bygningstypen er boligblokk, er 75 prosent av de bosatte regnet med front mot kilden og resten med front fra kilden.

5.5.4. Endringstall

Vi har opprettet en felles kildefil med bedrifter sammen med SINTEF. Det har vært nødvendig å tilbakeregne til 1999 ut fra en statistisk justering av tallene. Denne tilbakeregningen er gjort med grunnlag i produksjonsindekser. Indeksene er gitt for hver støybransje. For bransje bilopphugging er antall biler levert mot vrakpant i de respektive år benyttet. For bransje vaskeri/renseri og bilverksted er det antatt likt nivå. Ut fra endringer i indeksene er det for hver bransje beregnet nye tall for utgangsstøy. (ΔL er endring i utgangsstøy.)

$$\Delta L = 10 \cdot \log 10 * \frac{\text{produksjon (ny)}}{\text{produksjon (gammel)}}$$

Med utgangspunkt i disse justerte tallene er antall personer utsatt for ulike støyverdier telt opp. Det knytter seg dermed ekstra usikkerhet til tallene for 1999, siden situasjonen i 1999 dermed ikke er basert på den reelle bedriftspopulasjonen.

Siste publisering av resultater fulgte metoden slik den er beskrevet her. I ettertid er metoden justert slik at det tas hensyn til nye og nedlagte bedrifter i endringstallene.

5.5.5. Tiltak

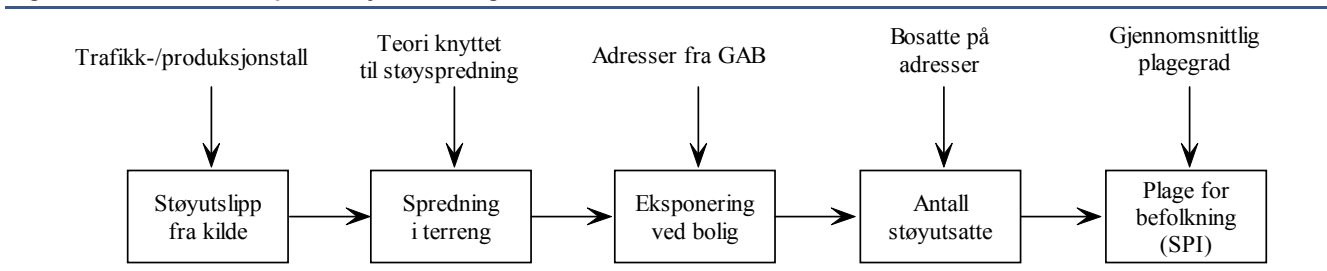
Det er ikke dokumentert støyreducerende tiltak fra industri og annen næringsvirksomhet. En kan over tid få oversikt over endringer, hvis register over støyende bedrifter blir opprettet og ajourført.

6. Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode, samt tiltak for å minimere disse

6.1. Generelle betraktninger om usikkerhet ved beregning av støyplage

Det blir beregnet en utgangsstøy ved kilden, denne støyen blir lagt inn i en spredningsmodell som beregner støyverdier utover i terrenget (figur 20). Støyen i terrenget kobles til adresser med bosatte, og det beregnes hvor mange personer som blir utsatt for ulike støynivåer fra støykilden. Sammenhengen mellom eksponering for støy og følelse av plage blir det tatt hensyn til i SPI-beregningene, ved at antall personer utsatt for et støynivå blir multiplisert med gjennomsnittlig plagegrad, dvs. et tall mellom 0 og 100 der 0 angir ikke plaget mens 100 er sterkt plaget. Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI for kilden.

Figur 20. Modellkonsept for støymodelleringen



Eksponerings- og SPI-beregningene er gjort ved boligen, det vil si at det beregnes som om alle personer i Norge til enhver tid oppholder seg på Folkeregisterets bostedsadresse. Dette er åpenbart ikke et komplett bilde av virkeligheten. Vi har imidlertid ikke sikker informasjon om hvor stor del av døgnet og hvilke deler av døgnet befolkningen oppholder seg ved boligen.

Støyplage på arbeidsplass, i rekreasjonsområder mv. er ikke tatt hensyn til i beregningene.

Støynivåene fra de enkelte støykildene er i hovedsak en modellering av virkeligheten ut fra aktivitet, avstander mellom kilde og bosatte og beskaffenheten til området mellom kilde og bosatte. Usikkerhet i tallene kan oppstå ved feil eller svakheter i aktivitetsdataene, i modelleringen av støyemisjon eller i modellering av støyutbredelsen fra kilde til de bosatte. Også forholdet mellom støynivå fra en gitt kilde og opplevd støyplage er en beregning ut fra gjennomsnittssammenhenger.

Generelt kan vi si at for boliger som er utsatt for de høyeste støynivåene og den største plagen, blir støynivå for den aktuelle bolig beregnet ut fra detaljerte støymodeller hos sektormyndighetene. Disse beregningene er gjort på bakgrunn i forskrift til Forurensningsloven blant annet for å vurdere om det skal gjennomføres tiltak for å dempe støybelastningen, og beregningene holder jevnt over høy kvalitet.¹¹ For de boliger det ikke finnes beregnede støynivåer fra sektormyndighetenes kartleggingsmodeller, gjør SSB egne tilleggsberegninger ut fra forenklet Nordisk beregningsmetode for støy eller andre modeller (TRANECAM).

¹¹ I grunnlagsdataene på mikronivå, bl.a. fra Vegdirektoratet, finnes det feil. Dette vil i hovedsak oppdages i kontrollene i SSB, men det vil også være feil som ikke oppdages. Den delen av grunnlagsdataene som er input til SSBs tilleggsberegninger, kan inneholde noen systematiske feil ved at det bare er gitt informasjon om skiltet hastighet på veiene, mens den reelle hastigheten kan være noe høyere.

Det ligger en usikkerhet på individnivå ved det at terrenginformasjon ikke er tatt inn i de forenklete tilleggsberegningene. Terreng vil både kunne forsterke og svekke støyplagen lokalt, men dette er tatt hensyn til ved gjennomsnittskorreksjon basert på de mer presise beregninger fra sektormyndighetene.

Lydpåvirkningen for den enkelte bygning er justert i forhold til skjermingseffekt av andre bygninger mellom lydkilde og enkeltbygget. Skjermingseffekten vil variere med byggets form, dvs. bredde og høyde m.m. Dagens beregninger tar ikke utgangspunkt i bygningskroppenes form, vi har generalisert ut fra opplysninger om bygningstype og -areal.

Det er tatt hensyn til skjermvegger ved hovedveger og lignende. For disse strekningene foreligger det også til dels målinger som gjør at vi har færre feilkilder der slike skjærmer er satt opp.

6.2. Datagrunnlaget

GAB/ Matrikkelen

Det er skjedd en endring i bygningstypeinndelingen som kan påvirke endringstall til en viss grad. Dette gjelder kodingen av bygninger av typen blokk (som har betydning for om alle eller bare 75 prosent av de bosatte skal regnes som utsatte). Bygningstypeinformasjonen tilbakeføres til tidligere år for boligblokker for å unngå endringer i støyutsatte som en følge av bygningstypeendringer.

Videre skjer det justeringer i stedfestingen av adresser og bygninger i GAB som kan påvirke resultatet. For noen av de største kommunene er de nye koordinatene tilbakeført til 1999-situasjonen. Imidlertid skjer også endringer ved at adresser som for ett år har én adresse til én bygning i senere år er splittet til flere adressepunkt per bygning. Dette er forsøkt kompensert i veistøyberegningene ved å justere avstanden som trekkes fra for å få avstanden vei-fasade. Dette gjøres ut fra gjennomsnittsdifferansen mellom (adressepunkt – vei) og (bygning – vei) for hver kommune. Disse justeringene over tid gjelder så langt et fåtall kommuner.

Elveg

Det er i perioden foretatt kvalitetsforbedringer i bl.a. veigeometrien som ligger i elveg/ VBASE. Slike kvalitetsforbedringer i registeret vil påvirke avstands-beregningene og dermed støyplagetallene. For enkeltveier eller mindre regionale enheter vil dette kunne slå uheldig ut, men for landstall og fylkestall bør dette ikke ha påregnelig innvirkning siden slike endringer vil øke støyplagen i enkelte områder og minske dem i andre områder.

Bosatte

De bosatte er stedfestet til adressedelen i GAB. Landet sett under ett har en stedfestingsprosent på 99,6 per januar 2004. I enkeltkommuner kan imidlertid stedfestingen være noe lavere. Det korrigeres for denne stedfestingsprosenten ved å justere bosatte per kommune til offisielle tall over bosatte. Dette gjøres ved å spre den uplasserte restbefolkningen jevnt ut over de bosatte adressene.

Vi statistikkfører ut fra antall bosatte slik de er registrert i Det sentrale folke-registeret. Registrert antall bosatte kan avvike fra reelt antall bosatte, særlig vil dette gjelde studenter, siden de er registrert bosatt på sine opprinnelige hjemsteder og ikke på studiestedet.

Bedrifts- og foretaksregisteret

Den datakilden som er mest kritisk for beregningene av støy fra industri og næringsvirksomhet, er Bedrifts- og Foretaksregisteret og særlig stedfestingen av dette. 39 prosent av bedriftene som utgjør støypopulasjonen er ikke stedfestet til adresse, men spredd ut på industribygninger innen grunnkrets.

6.3. Veitrafikk

For støy fra veitrafikk er mye av grunnlagsdataene hentet fra VSTØY og Vegdatabanken (NVDB). Vegdatabanken inneholder bare data for riks- og fylkesveier. For kommunale veier har det derfor for en stor grad blitt gjort estimater av ÅDT siden det er gjort lite trafikktegninger på denne veitypen. I noen kommuner er det imidlertid i større eller mindre grad gjort koordinatfestede beregninger for kommunale veier. Disse er importert inn i indikatormodellen og brukes i SSBs beregninger. For øvrige kommunale veier gjøres beregningene av SSB. Det er stor usikkerhet knyttet til disse beregningene. Det vil forbedre kvaliteten på dataene i nasjonal støymodell dersom det kan importeres flere kommunale VSTØY-registre, eller andre registre med trafikk og/eller støyberegninger.

Det tas hensyn til bygging av nye støyskjermer for de boligene som er registrert i VSTØY. For andre boliger vil det etter planen bli tatt i bruk data fra Statens kartverks FKB kartdata og skjermdata fra Vegdatabanken for beregning av skjermingseffekt (ved overgang til forenklet versjon av Norstøy). Fasadetiltak i form av utskifting av vinduer m.m. skal registreres i VSTØY og dermed fanges dette opp i beregningene.

Usikkerheten i eksponerings- og støyplageberegningene er større jo lavere den beregnede støyen er. Dette skyldes at for de lave verdiene er andelen av boligene hvor støyen er blitt beregnet med SSBs forenklete beregning, større enn ved høye støynivåer. Ved høye nivåer av støyemisjon er det meste av boligmassen kartlagt detaljert med VSTØY. Usikkerheten i VSTØY-beregningene er ved enkle tilfeller utendørs oppgitt til å være ± 3 dB(A), men kan i ekstreme tilfeller være ± 10 dB(A) utendørs (Negård 2000).

Gjennomgang av kvaliteten i VSTØY for enkelte kommuner

Vi har benyttet VSTØY som "fasit" i utarbeidelsen av gjennomsnittskorreksjoner og vi tar inn VSTØY-resultater som en viktig del av endringsstatistikken siden det er via VSTØY vi kan fange opp tiltak som skjermer og fasadeendringer. Men hvor god er kvaliteten i VSTØY med hensyn til endringer, og hva har dette å si for usikkerheter i endringstallene?

Kvalitet og egnethet av VSTØY for bruk i den nasjonale støyovervåkingsmodellen er beskrevet og vurdert av Klæboe og Hanssen (2002). Det ble anbefalt at VSTØY burde brukes i de nasjonale beregningene og at dette ville gi bedre statustall, men at det var en del utfordringer knyttet til konsistens i endringstall fra VSTØY.

De hadde gått igjennom VSTØY-resultater fra noen kommuner og konstatert at datagrunnlaget i mange tilfeller var mangelfullt. Dette gjaldt bl.a. opplysninger om vei- og gatenett som ikke var oppdatert. Det var manglende vedlikehold av data eksempelvis ved oppføring av skjermer, endringer av trafikkløsninger etc. som gjorde at en del av VSTØY-beregningene hadde gått ut på dato. Ulike operatører av VSTØY kunne også føre til endringer som skyldes at vurderinger gjøres på forskjellige måter.

Klæboe og Hanssen (2002) påpekte at etter hvert som feilene oppdages av Statens vegvesen, vil disse bli korrigert. Videre vil manglende data særlig for kommunale veier bli utfyllt og føre til en bedre statistikk for status, men det er en utfordring å få presis oversikt over endringer. Omfanget av korreksjoner i datagrunnlaget kan være stort i forhold til de tiltak som gjøres og dette gjør det vanskelig å kartlegge endringer i støysituasjonen.

De trakk også fram at data (i Vegdatabanken/ Trafikkdatabanken) fra trafikkberegningsprogram ved eksempelvis bedring av algoritmer eller rutiner kan gi som konsekvens at støyberegningene framstiller metodeendringer som reelle endringer.

De anbefalte at en tok vare på lydforplantningsverdiene fra vei til bolig og benyttet dette i beregningene. Fordelen med dette var at en kunne bruke informasjonen i simuleringer og kun behøver å justere med endringer i støydempningsverdiene for hver nye årgang.

Hvordan behandles endringer i den nasjonale modellen?

I den nasjonale modellen har det fram til nå blitt tatt inn status fra VSTØY for aktuelt år. Veistrekkningsdataene (lenkedataene) suppleres med data fra Vegdatabanken for å danne input (trafikkdata) til de forenklete tilleggsberegningene. Bygningene (dataenhetene) med støyverdier fra VSTØY kobles sammen med den nasjonale modellens adressepunkter, og VSTØY-verdiene benyttes der disse kobler ved bygningsnummer eller via geografisk søk (høyeste verdi benyttes hvis det er flere enheter i bygningen). En av grunnene til at en har valgt de absolutte støyverdiene ved bygningen (og ikke dempningsverdiene vei – bygning) var at i deler av materialet (hovedsakelig Oslo kommune) foreligger kun støynivået og ikke dempningsverdien. Det er differansen støynivå_{SSB} - støynivå_{VSTØY} sammen med emisjonen fra TRANECAM som blitt benyttet.¹²

Endringer i VSTØY fra ett år til det neste framkommer på denne måten i støytallene ved å sammenligne status i de to årene. Trafikkendringer, støyskjermer, omlegging av veier med mer vil dermed fanges opp av modellen. Imidlertid kan endrede rutiner for trafikkberegning, etterslep i registreringene med mer også framkomme i tallene.

Det har til dels vært stor økning i andelen av veinettet som har utfyllt trafikkdata fra 1999 til i dag. En har forsøkt å løse konsistensproblemene dette gir i endringstallene ved at trafikkdata (men også data om veienes stigning) i senere årganger blir tilbakeført og reberegnet for tidligere årganger (i de tilfellene der det manglet data tidligere). Trafikken justeres med den gjennomsnittlige veksten for fylket i perioden. For enkelte strekninger mangler det data i nyere årganger der det eksisterte før; i de tilfellene overføres trafikk fram i tid på tilsvarende måte. Når det foretas nykartlegging av bygninger i VSTØY, benyttes denne verdien også i tidligere år, men justert for trafikkvekst.

Emisjonen

Beregningene gjøres med emisjonsmodellen TRANECAM utviklet av Heinz (2005) (se vedlegg A).

Det er gjort tilpasninger til norske forhold av SINTEF (2006). Modellen tar hensyn til den norske kjøretøyparken og en kan bl.a. ta hensyn til forskjellige typer veidekker. Det ligger inne forventet utvikling i støyegenskapene for bilmotorer og bildekk.

Emisjonen er avhengig av hva slags veikategori og hvilken funksjon veien har. I tilpasningen til norske forhold er de ulike veikategoriene / funksjonene i TRANECAM gjort om til kategorier etter veienes fartsgrense, fordi vi mangler informasjon om veikategori/ funksjon slik dette er beskrevet i TRANECAM. Fartsgrensekategoriene er laget slik at en for noen endringer i fartsgrenser ikke vil få en tilsvarende endring i støynivå. Dette gjelder endringer fra og til 40 km/t og 50 km/t, og endringer fra og til 80 km/t og 90 km/t. Det vil si at hvis en vei får endret fartsgrense fra 40 til 50 fra et år til et annet, vil dette ikke gjenspeiles i emisjonsverdien for denne veistrekningen.

¹² En kan imidlertid vurdere å justere modellen på dette punktet og kanskje særlig hvis støydempningsverdier kommer på plass for hele landet.

Støyspredning

For tilleggsberegningene gjøres en forenklet modellering av støydempning som justeres statistisk etter sammenligning med VSTØY. Dette innfører usikkerhet i tallene, særlig på lavere regionalt nivå.

Beregningene gjøres til nærmeste vei og ikke nødvendigvis den mest støyende veien i nærheten. Dette kan gi store feil lokalt, men er ikke antatt å ha stor betydning for aggregerte tall. For å redusere denne feilkilden beregnes det for hver adresse til nærmeste europavei, riksvei, fylkesvei og kommunale vei. Deretter velges den veien som har størst støybidrag. Hvis det er stor forskjell i støyemisjon mellom veier av samme vegtype i nærheten av boligen vil dette kunne slå uheldig ut for den aktuelle boligen. Hvis for eksempel den nærmeste fylkesveistrekningen har lite trafikk, mens en fylkesveistrekning bare litt lenger unna har mye trafikk, vil støyen for bygningen bli beregnet for lavt.

Registre og forenklinger

Den forenklete beregningen tar utgangspunkt i adressepunkter, bygningspunkter og veier ved beregning av avstand og bygningsbarrierer mellom veien og adressen. Siden vi ikke har informasjon om den reelle utstrekningen til bygningene, er disse modellert som sirkelflater lik arealet av største etasje i GAB (det er nå kommet på plass et bedre arealgrunnlag for bygninger i SSB bl.a. etter integrasjon med data fra FKB bygg som bør vurderes i det videre arbeidet). I avstandsberegningen mellom adresse og vei trekkes 5 meter fra avstanden mellom adressepunkt og veisenterlinje som et gjennomsnitt for avstanden adressepunkt - fasade. (I VSTØY er avstanden beregnet fra veisenterlinje til 1 meter foran fasade.) Avhengig av bygningens reelle utstrekning vil det være noe differanse mellom avstanden i den forenklete metoden sammenlignet med VSTØY. Hvis det er flere adressepunkter i en bygning, vil også avstanden kunne avvike fra avstanden i VSTØY, siden VSTØY beregner fra ett punkt foran bygningens fasade.

Beregningen av siktvinkelen mellom adresser og vei vil kunne påvirkes av forholdet mellom den modellerte sirkelrunde bygningen og bygningens reelle utstrekning. Siktvinkelberegningen tar kun hensyn til bygninger, ikke andre bebyggelseselementer eller hindringer.

Vi har forsøkt å etterprøve noen av valgene som er gjort:

1. Vi har sjekket at avstanden adressepunkt - vei er den samme som bygningspunkt - vei. Dette er tilfelle for så og si alle landets kommuner, unntaket er en håndfull kommuner Oslo inkludert. I de kommunene der avstanden adresse - vei er mindre enn bygning - vei har vi justert ut fra differansen.

2. Videre er det et spørsmål om avstanden fra adressepunkt til fasade er satt fornuftig. Vi satte denne skjønnsmessig til 5 m, dvs vi trekker fra 5 m fra avstanden adressepunkt - vei for å få avstanden fasade - vei. En kontroll i noen kommuner der vi hadde bygningsomriss (Fredrikstad, Drammen, Ringsaker) viser at 5 m er en god tilnærming.

3. Vi har vurdert om minimumsavstanden vi har benyttet (5 m) burde settes høyere. Erik Aune (Oslo kommune, Helsevernetaten) så i 2005 på data for Oslo og konkluderte med at 5 m er minimum i sentrale strøk, dvs bygater, mens 8 m minimum kan settes i villastrøk. Som en forenkling har vi nå benyttet 5 m minimum innen sentrumssoner (slik SSB har avgrenset dem) og 8 m utenfor. Denne endringen hadde imidlertid liten innvirkning på resultatet (ca. 0,3 prosent mindre SPI totalt) som igjen viser at avstandsberegningen fasade - vei i hovedsak ikke har gitt for korte avstander.

Om tall for veitrafikkstøy for den enkelte kommune

Usikkerheten for støynivåberegningene fra veitrafikk er særlig knyttet til to forhold; 1) forenklet modellering av støydempning som justeres statistisk etter

sammenligning med VSTØY og 2) manglende trafikk særlig på kommunale veier. Usikkerhetene knyttet til kommunale veier kan igjen deles i fire:

1. Usikkerhet i tallfestingen av trafikkarbeidet i kommunen
2. Usikkerhet i fordelingen av trafikkarbeidet til de enkelte veier i kommunen
3. Usikkerhet i fordelingen mellom lette og tunge kjøretøyer
4. Manglende stigningstall for veiene

Jo mindre område en skal publisere tall for (få veier), desto større blir altså usikkerheten i beregningene fordi: 1) SSBs forenklete tilleggsberegninger benytter en korreksjon i utbredelsesberegningene som er basert på gjennomsnittsbetraktninger og 2) fordi trafikk på kommunale veier er usikkert i a) nivå for kommunene og b) i fordeling innen kommunene i tillegg til 3) fordeling mellom lette og tunge kjøretøyer og 4) manglende stigningstall for veiene.

Vi foretar en gjennomsnittskorreksjon samt andre forenklinger for å bøte på mangler i datagrunnlaget til beregningene. Denne gjennomsnittskorreksjonen og forenklingene gjør at vi ikke kan gi tall på lavt geografisk nivå (få veier og utsatte), fordi lokale forhold kan avvike fra gjennomsnittssituasjonen.

Det er en betydelig usikkerhet i nivået av trafikkarbeid for den enkelte kommune slik det framkommer fra sammenligning mellom modellert og rapportert trafikkarbeid. Usikkerheten i nivå gir også stor usikkerhet knyttet til støykartleggingen når det gjelder status, men også til dels for relative endringer på kommunenivå. Usikkerheten i relative endringer gjelder særlig fordi utvalget en statistikkfører blir forskjellig alt etter hva status er, og utviklingen kan være forskjellig innen kommunen.

Et hovedproblem med manglende trafikk på kommunale veier, er å fordele mellom lavt trafikkerte veier og hovedfartsårer med mye trafikk. Vår modellering skiller i liten grad mellom disse. Derfor vil en større del av veinettet få tildelt noe av hovedfartsårenes trafikk. Dette fører til at bosatte langs høyt trafikkerte veier blir beregnet å være utsatt for mindre støy enn de i virkeligheten er, mens bosatte i tilknytning til lavt trafikkerte veier blir beregnet å være mer utsatt enn i virkeligheten. Utfordringen er å klare å fordele trafikken bedre mellom gjennomfartsårer med mye trafikk og lokale boligveier med mindre trafikk.

Utilstrekkelig trafikkfordeling mellom de kommunale veiene i en kommune kan føre til feil i statustall. Utilstrekkelig fordeling av trafikk vil også kunne føre til at en overvåker en annen populasjon enn den som i virkeligheten er utsatt for høye støynivåer. Veinett som egentlig ikke skulle vært overvåket, kan dermed gi utslag i endringstallene, eller omvendt at en ikke overvåker veistrekkninger som skulle vært overvåket. Ved å benytte en nedre grense for støynivå i støykartleggingen, forsterkes effektene i endringstall. (Og det er beregnet at for mange kommuner er en ikke ubetydelig del av de støyutsatte fra kommunal vei og i intervallet 52 – 58 dBA.) Dette har imidlertid mindre å si ved overvåking av kun de støyutsatte i 1999.

Tall for tungtrafikkandel og veiens stigning er basert på gjennomsnittsbetraktninger for de aller fleste kommunale veiene og kan avvike for den enkelte kommune.

Med bakgrunn i de påpekte svakhetene arbeides det med å etablere bedre tall for trafikk på kommunale veier ved detaljert modellering ut fra bosatte og bedrifter. En del av svakhetene vil også falle bort ved overgang til en forenklet versjon av Norstøy. Målet er å få gjort denne overgangen i løpet av de nærmeste årene.

6.4. Jernbane

Beregninger for jernbane er basert på en forenkling av Nordisk metode for beregning av jernbanestøy.

I veistøyberegningene gjøres en sammenligning mot mer presise beregninger og det er etablert en statistisk korleksjon for å ta hensyn til terrengforhold, markslag med mer i støydempningen fra støykilde til bolig. Ved etableringen av statistikk for jernbanestøy var det få beregninger å sammenligne med slik at det ble satt en fast korleksjon som tar hensyn til disse faktorene ved at støydempningen regnes som 4 dB per dobling av avstand.¹³ Dette er en forenkling og gjør tallene usikre særlig på lavere regionalt nivå.

Det benyttes hastigheter og trafikkmengder mottatt fra Jernbaneverket som datagrunnlag. For 1999 er det ikke mottatt hastighetsinformasjon, så hastighetene for 2002 er derfor benyttet også her. Dette fører til at endringene som kommer fram i forhold til 1999 kun stammer fra endringer i togtyper, trafikkmengder, jernbanetraseer, bosetning og skinnesliping.

Metoden med å benytte dynamisk segmentering til fordeling av støyen langs jernbanestrekningen gjør at det er enkelt å knytte alle opplysninger i trafikk tallene til geografien, men også at unøyaktigheter i geografisk plassering av stasjoner i de digitale kartfilene kan forplante seg langs lengre banestrekninger.

I beregning av skjermingseffekt (siktinkel) tas det, som for veitrafikk, kun hensyn til bygninger. Bygningene er, i datagrunnlaget, kun representert ved senterpunkt, og bygningene betraktes derfor som sirkulære ut fra angitt grunnflate. Bygninger mellom jernbanelinja og hver enkelt adresse blir regnet å bidra til skjermings-effekten i det vinkelen som skjerner jernbanen (dvs. skjerner deler av en teoretisk 180 graders halvsirkel som tangerer jernbanelinja) summeres. Bygninger som ligger utenfor denne halvsirkelen og som i virkeligheten skjerner for deler av jernbanelinja, vil ikke bli regnet med, og skjermingseffekten undervurderes, se figur 11. Hvis jernbanelinja går i sving, vil skjermingseffekten kunne bli overvurdert eller undervurdert, avhengig av hvilken side adressen er lokalisert på i forhold til kurven.

Ved skinnesliping trekkes det fra 3 dBA på de strekningene dette er gjennomført. Det er ikke implementert utfasing av effekten slipingen har over tid, men det er forutsatt at disse strekningene vedlikeholdes med sliping.

6.5. Trikk og t-bane

Det er nå laget et beregningsopplegg også for støyplage som skyldes trikk og t-bane. I hovedsak benyttes relativt detaljerte beregninger utført for Oslo kommune. Usikkerheten vil særlig være knyttet til nye boliger som ikke er omfattet av de mer nøyaktige beregningene fra Oslo kommune. Usikkerheten er knyttet til den forenklete støydempningen.

6.6. Luftfart

NORTIM-beregningene anses å være gode, usikkerheten er +/- 1 dB. En tilleggs-usikkerhet er imidlertid at beregningene for det meste baseres på teoretiske trasévalg. Kun for Oslo Lufthavn Gardermoen (OSL) er beregningene basert på reelle flyvninger (data fra OSLs traséovervåkningssystem).

De mottatte NORTIM-filene har ulike startår som varierer mellom 1998 og 2002. Beregning av støyverdier for 1999 og 2002 gjøres i en prosess som er todelt. I den første delen korrigeres det for endringer i antall flybevegelser mellom startår og aktuelt beregningsår, slik at for eksempel en halvering av antall bevegelser reduserer gjennomsnittlig støyproduksjon med 3 desibel. I den andre delen benyttes en interpolasjonsmetode mellom utgangsåret for hver enkelt av flyplassene, og en fremskrevet situasjon (10-15 år) som også er beregnet vha NORTIM. Disse

¹³ Det vurderes nå å utnytte informasjon fra strategisk støykartlegging til en slik statistisk korleksjon. Det finnes også data om støyskjermer ved jernbanelinjene som skal tas hensyn til i beregningene.

fremskrivningene er laget som basis for arealplanleggingen ved flyplassen (støysonene). Utfasingen av de gamle, støyende kapittel 2 – flyene skulle sluttføres innen april 2002 og vil være reflektert i fremskrivningene. Men disse fremskrivningene bør være basert på forsiktige anslag når det gjelder grad av overgang til mer moderne og mindre støyende flytyper.

Ved interpolasjonen er det antatt at endringen i midlere støyenergi per flybevegelse skjer helt jevnt. Hvis flyene for eksempel er 2,5 desibel mindre støyende i 2009 enn i 1999, antas det at reduksjonen fra 1999 til 2000 er 2,5/10 eller 0,25 desibel, og at det fortsetter med like store årlige reduksjoner hvert år. Dette er problematisk av flere grunner: Virkningen av utfasingen av kapittel 2-flyene i perioden 1999-2002 blir fordelt over en tiårs periode istedenfor å bli lagt til årene 1999-2002, da fullføringen av utfasingen faktisk skjedde. Beregningen blir ikke basert på *faktiske data* for flytrafikkens fordeling på flytyper for dette året, men på en interpolasjon basert på til dels noe gamle fremskrivninger som dessuten synes å variere mye mhp de forutsetninger som er lagt til grunn for overgang til mindre støyende fly (jfr. vedlegg B). F.eks vil overgang fra små til større og mer støyende fly kunne vises igjen som nedgang i antall flybevegelser, men om støyen virkelig reduseres er meget usikkert.

For Gardermoen er det benyttet en ny NORTIM-beregning for 2002, basert på en oppdatert versjon av NORTIM. 1999-tallene er basert på en tilbakeskrivning utført av SSB, der det bare er tatt hensyn til forskjellen i antall flybevegelser. For de minste flyplassene er det ikke gjort detaljerte støyberegninger med NORTIM-modellen. For disse brukes støysoner fra en kjent flyplass med tilsvarende aktivitetsnivå. Beregningene for luftfart anses alt i alt likevel å være gode i forhold til de andre støykildene.

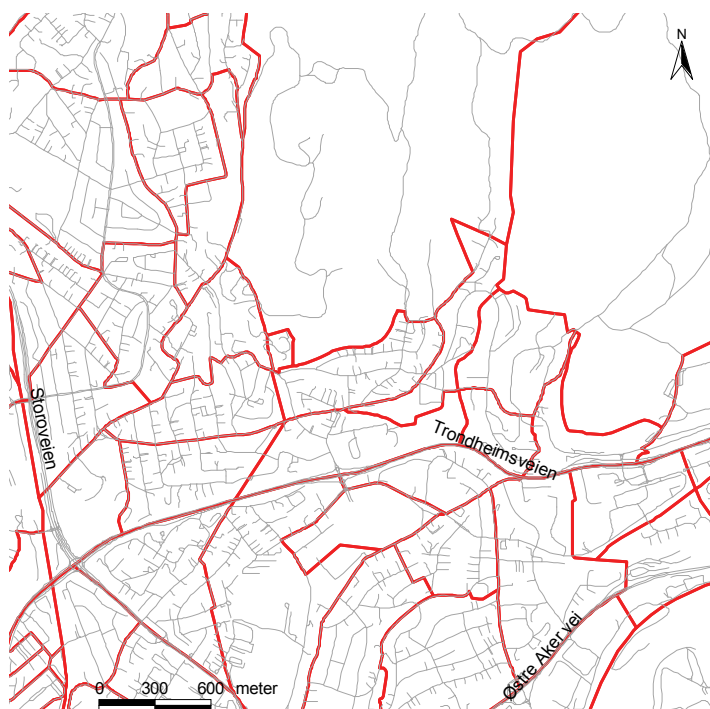
6.7. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Metoden er en statistisk modell som ikke gir reelle verdier for enkeltbedrifter, eller små geografiske områder, men hvor målet er å gi nasjonale tall og følge disse over tid. Metoden er lagt opp slik at en får oversikt over endringer ved tilbakeregning etter produksjonsindeksen. Dette er en forenkling som er gjort for å unngå at endringstallene skal påvirkes for sterkt av endringer i stedfestingen av bedriftene. Metoden bør utvikles på dette punktet slik at en tar hensyn til den reelle sammensetningen av bedriftene i hvert beregningsår. Ved ny kunnskap om spredning av støy m.m. er det mulig å rekalkulere for allerede beregnede årsklasser.

Datagrunnlaget som er mest kritisk i denne sammenhengen er Bedrifts- og Foretaksregisteret og særlig stedfestingen av dette. Som nevnt er 39 prosent av bedriftene ikke stedfestet til adresse, men spredd ut på industribygninger innen grunnkrets. Figur 21 viser grunnkretsinn fordelingen for et utsnitt av Oslo.

I områder med mye bebyggelse er kretsene små, mens de er større i spredtbygde områder.

Kun bedrifter som er lokalisert til bygninger av type produksjonsbygg o.l. er tatt med i beregningene, fordi vi vil unngå hovedkontor og bedriftsadresser uten faktisk produksjon/ virksomhet. Dette gir likevel ingen garanti for at slike bedrifter kommer med i beregningene, hvis de kun er lokalisert til grunnkrets. Imidlertid vil denne utvalgsrutinen også kunne føre til at bedrifter med støyende virksomhet blir tatt vekk fra beregningene. Dette kan skje hvis bedriften er lokalisert i andre bygningstyper enn produksjonsbygg.

Figur 21. Eksempel på grunnkretser i del av Oslo

Utgangsstøy er basert på empiriske data undersøkt av SINTEF (1999, 2004) og gitt for bransjer. I hvert enkelt tilfelle kan disse verdiene avvike fra virkeligheten. En forbedring vil være om en kan få reelle måledata for enkeltbedrifter (og følge disse over tid). SINTEF har på oppdrag fra Klif arbeidet med etablering av en database over bedrifter med informasjon om ekstern støy. Etableringen baserte seg på en kombinasjon av egne målinger, innrapporterte data fra hver bedrift (via internett) og samordning/standardisering av eksisterende måledata. Resultater fra den internettbaserte spørreundersøkelsen er tatt med i den felles kildefila som ligger til grunn for vårt arbeid.

Resultatene fra de enkle beregningsrutinene som er beskrevet her, er beheftet med stor usikkerhet.

SSB har ikke mottatt informasjon om tiltak i industri og næringsvirksomhet som kan brukes for å korrigere beregningene for en eventuelt redusert støyplage fra denne sektoren. For industri og næringsvirksomhet er det derfor bare endringer i produksjon eller bosetting som er grunnlaget for endringer i støyplage.

For å forsøke å forbedre industristøyberegningene er det etter siste publisering etablert rutiner som gjør at det tas hensyn til endringer i bedriftsstrukturen. Nye bedrifter legges til og nedlagte bedrifter tas vekk. For å unngå endringer som en følge av kvalitetsforbedringer i stedfestingen holdes eksisterende bedrifter fast på samme sted. Resultatene for støy fra industri og annen næringsvirksomhet er imidlertid fortsatt usikre.

7. Om beregningsmetodene

7.1. Populasjonen

Stortinget har vedtatt at støyplagen skal reduseres j.fr. St.meld. nr. 26 (2006-2007). De opprinnelige målene for reduksjon i støyplage er revidert, og nå skal støyplagen reduseres med 10 prosent i forhold til 1999 innen 2020. Målsettingen er nå relatert til de støyutsatte bygningene i 1999 med antall bosatte dette året, altså de bygningene som var utsatt for støy over nedre grense i 1999. SSB har utarbeidet tall både for støyutviklingen for befolkningen som helhet (metode 1), og med utgangspunkt i de støyutsatte i 1999 (metode 2). Forskjeller og likheter mellom disse metodene omtales nærmere her.

Beregningene etter det nasjonale målet (figur 23) holder populasjonen (bygningene/ adressene) fast, slik at vekst i befolkningen og endringer i bosetningsmønster ikke påvirker målingen av utviklingen i støyplage. Beregningene tar her utgangspunkt i de støyutsatte i 1999, og følger utviklingen for disse uavhengig av om de i seinere år blir utsatt for støy over eller under nedre grense. Dette betyr at en adresse ved en jernbanelinje utsatt for 52 dBA i 1999 og 48 dBA i 2007, vil inngå i SPI for 2007 selv om 48 dBA er under nedre grense. Denne metodikken gjør det lettere å beregne effekten av tiltak og forutsi prosentvise endringer i støyplagen. En unngår også effekten av at bosatte går fra ingen plage til ganske høy plagegrad når de passerer over nedre støygrense.

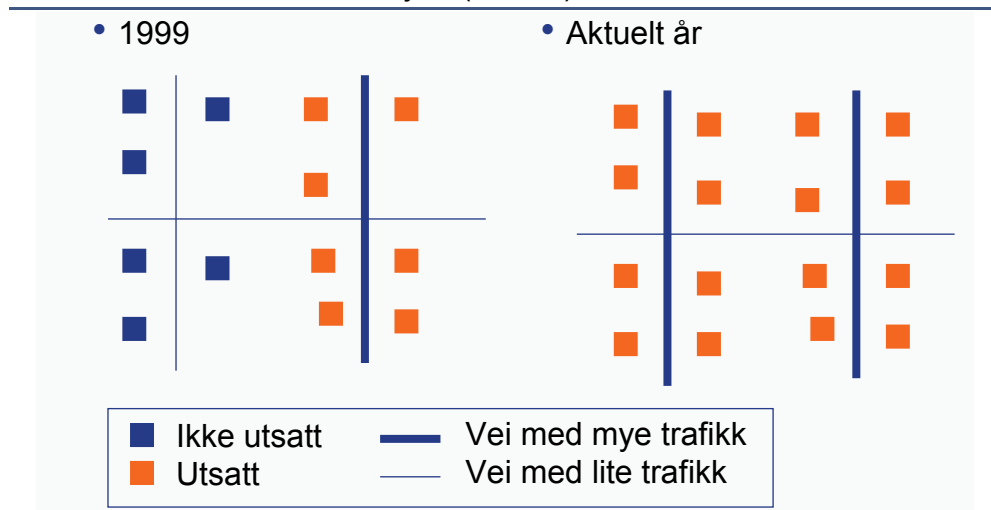
Samtidig er det noen åpenbare svakheter som det er viktig å være klar over. Som nevnt over: befolkningsvekst og tilflytting til støyutsatte områder blir ikke tatt hensyn til i beregningene. Ved endringer som for eksempel nye veier i områder som ikke tidligere har vært støyutsatt eller ved omlegging av innflygningsruter rundt flyplasser, vil de nye støyutsatte områdene heller ikke inkluderes i beregningene. Hvis trafikken øker på en vei, og flere husrekker dermed blir støyutsatt, vil dette ikke regnes med i det nasjonale målet (annet enn for økningen i støy for første husrekke).

Alle disse forholdene bidrar til å forklare det store avviket mellom endringene i støyplage slik det framkommer om en følger de støyutsatte i 1999 eller kartlegger situasjonen med en nedre støygrense og reell befolkningsvekst.

Figur 22 og figur 23 illustrerer hvordan de utsatte blir statistikkført ved de to metodene. Tynn strek er lite trafikk og tykk sterk er mye trafikk (så mye at nedre grense for støyberegningene overskrides). Firkantene representerer bygninger med bosatte. Det er noen flere bygninger i aktuelt år på grunn av nybygging.

Når en følger reell befolkningsutvikling over et visst støynivå (figur 22) fanger en opp nye støyutsatte hvis trafikken øker tilstrekkelig på andre veier. I figuren er dette illustrert ved at en annen vei har fått så mye trafikk at støyen overstiger den nedre grensa for støyovervåking. Dermed kommer også disse bygningene (med bosatte) med i statistikken i aktuelt år. De går fra å være ikke-plaget til å ha en viss plagegrad.

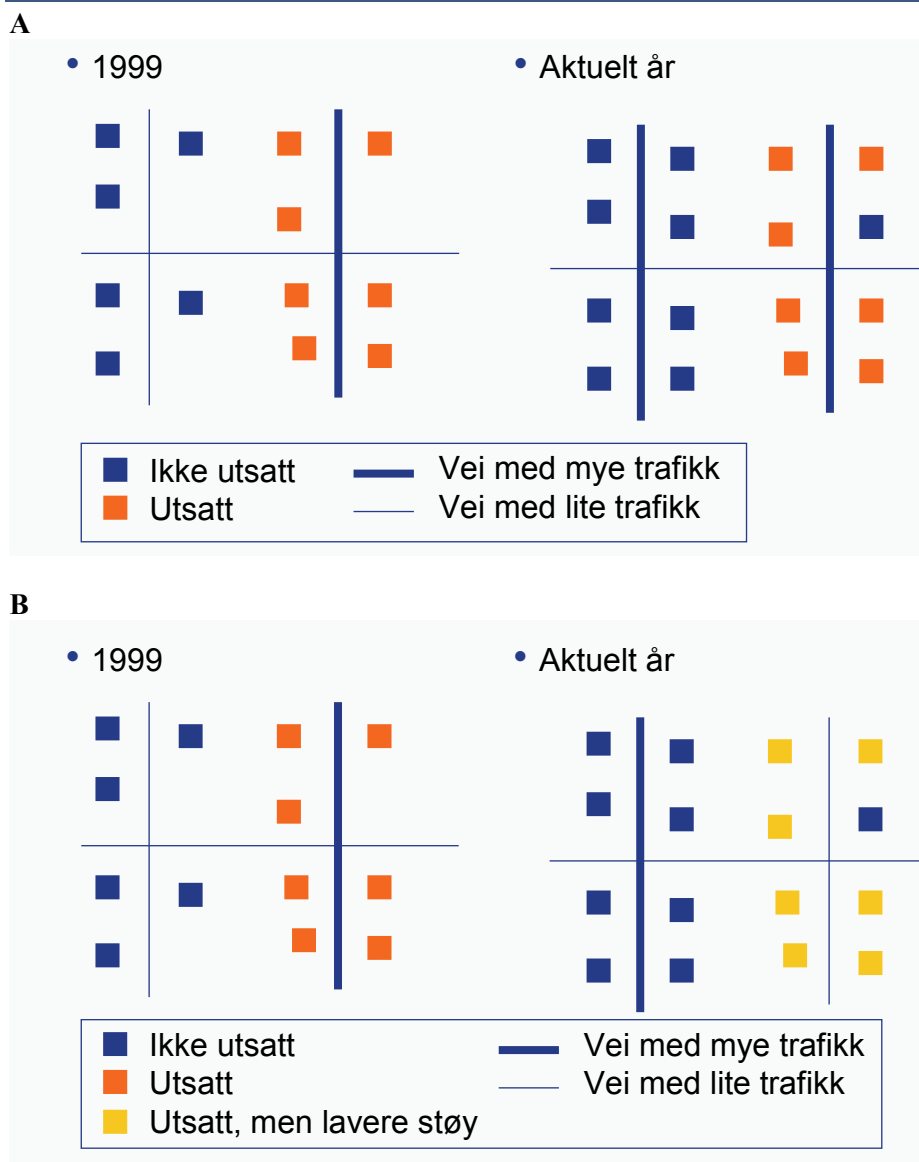
Figur 22. Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger alle bosatte over et nedre støynivå (metode 1)



Hvis en kun følger de støyutsatte i 1999 (figur 23) gjenspeiles ikke økt trafikk på andre veier i antall utsatte eller SPI. I figur 23 A vises akkurat samme situasjon som i figur 22, men etter det reviderte målet. Her blir ikke nye bygninger ved eksisterende støyende veier regnet med, heller ikke eksisterende bygninger ved veier som har fått trafikkøkning siden 1999.

På den andre siden blir støyutsatte som går fra å være støyutsatt over nedre grense til under nedre grense, fortsatt regnet med men med lavere plagegrad (figur 23)

Figur 23. Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger kun de støyutsatte i 1999 (metode 2)



7.2. Konsistente tidsserier

Et viktig forhold som må ivaretas i en støymodell som skal kunne følge endringer i plage, er konsistente tidsserier. Det må sikres at tiltak som virker inn på støynivået tas hensyn til i beregningene. Derfor er det i modellarbeidet lagt opp til og i ferd med å etableres rutiner for at sektormyndighetene rapporterer tiltak som de mener har betydning for støyplagen. Typiske tiltak kan være bygging av støyskjerming, utskifting av vinduer m.m.

Det er fram til nå tatt hensyn til tiltak bare for veitrafikk gjennom VSTØY, mens dette vil bli tatt inn gjennom den nye støybygningsdatabasen som er under etablering for bygninger rundt kildene vei, jernbane og lufthavn.

Etter hvert som kunnskapen om generering og spredning av støy økes, kan dette tas inn i beregningene. SSB legger opp til å gjøre vurderinger av behovet for tilbakeregninger ved hver publisering av nye tall.

Eksempelvis er et nytt verktøy og nye beregninger for veitrafikk (Norstøy) i ferd med å erstatte de eksisterende VSTØY-beregningene i Statens vegvesen. Her blir det viktig å etablere rutiner for tilbakeregning for å sikre konsistens i tallene.

8. Referanser

Asplan Viak (1993): Konsekvensvurdering av forurensningsloven. Støy og luftforurensning fra vegtrafikk. Fase 2: Nasjonal status vegtrafikkstøy 1991, Tønsberg: Asplan Viak.

Bratheim, G. (2001): *Korrigerings av støyplageindeksen SPI for fasadetiltak: Hva betyr støynivået innendørs for totalplagen?* Notat til Prosjektgruppa for nasjonal støymodell. Oslo: Statens forurensningstilsyn

Bratheim, G. (2002): Pers.med. mai 2002, Oslo: Statens forurensningstilsyn.

Engelien, E., M. Steinnes og G. Haakonsen (2004): Støyplage i Norge. Resultater fra førstegenerasjonsmodell for beregning av støyutsatte og SPI. Notater 2004/ 43. Statistisk sentralbyrå.

EU-kommisjonen (2007): European commission working group assessment of exposure to noise (WG-AEN). Position paper. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. Version 2. European commission. Environment DG. Brussels.

Folkehelseinstituttet (2008): Helse og miljø – en forskningsbasert kunnskapsbase i e-bokversjon. Nasjonalt folkehelseinstitutt 19. mai 2008. www.fhi.no.

Haakonsen, G., K. Rypdal, P. Schøning og S. E. Stave (2001): *Towards a National Indicator for Noise Exposure and Annoyance. Part 1: Building a Model for Traffic Noise Emission and Exposure*, Documents 2001/3, Oslo/Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.

Heinz, S. (2005): TraNEcAM. Traffic noise emission calculation modell. Documentation and users manual. Pers. medd. Steven Heinz 2005.

Johansen (2005): Pers. medd. E-post med vedlagt notat med tall for trafikkarbeid fordelt etter fylke og informasjon om at andelen for kommunale veier var estimert til 16 prosent. E-post 2.mai 2005.

Klæbo, R. og J. Usterud Hanssen (2002): *Nasjonal kartlegging av støy og støyplage. Kan vegetatens og bykommunenes støyregistre nyttiggjøres?* TØIrapport 556/2002, Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Liasjø, K. (2003): "Estimering av utendørsflystøybelastning" vedlegg til e-post 30.09.03

Liasjø, K. (2004): "Fornyelse av den sivile flåte transportfly" e-post 26.01.04

Løchstør, W. (1976): Lyd eller ulyd, elementær lydlære, grunnlag for støybekjempelse. Tapir, Trondheim. 86 s. (Publikasjon nr. 10 fra NTNF' s utvalg for støyforskning).

MD (2007): Handlingsplan mot støy 2007 - 2011. Miljøverndepartementet 2007. www.regjeringen.no

Milford, I. (2009): Emisjonsutvikling fra kjøretøy. Brev 23.03.2009.

Negård, A. (2000): Vegtrafikkstøy som tema i AREALIS. Prosjektoppgave knyttet til spesialutdannigen "Veg, trafikk og miljø" høsten 1999/2000. NTNU. Institutt for veg- og jernbanebygging.

Nordisk Ministerråd (1996): Railway Traffic Noise- Nordic Prediction Method. Nordisk Ministerråd, TemaNord Environment, 1996:5224

Oslo kommune (2007a): Strategisk støykartlegging etter forurensningsforskriftens kapittel 5 om støy. Støysituasjon for 2006. Rapport. Oslo kommune 2007.

Oslo kommune (2007b): Oppsummeringsrapport. Etablering av ÅDT data for kommunale veier i Oslo. Oslo kommune, samferdselsetaten. November 2007.

- Osmundsen, E. (2003): "Togtyper-SSB med a- og b-verdier1.xls" vedlegg til e-post 25.08.03
- Osmundsen, E. (2003): "Forslag til beregning av bygningers skjermvirkning 140803" vedlegg til e-post 14.08.03
- Rideng, A. (2002): Innenlands trafikkarbeid. Tabellvedlegg i epost mars 2002. Oslo: TØI
- SFT (2000): *Mulige tiltak for å redusere støy*, Rapport 1714/2000. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- SFT (2001): *Støyhåndboka- en veileder for støyarbeidet*. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- SFT (2005): Pers. Medd. Tore Kleffegård, SFT. E-post 15. august 2005.
- SINTEF (1999): Nasjonale mål for støy: Ekstern industristøy. SINTEF rapport STF40 A99041.
- SINTEF (2001): Kartlegging av flystøy rundt Sandnessjøen lufthavn - Stokka. SINTEF rapport STF40 A01022.
- SINTEF (2002a): Dose-respons-sammenhenger i støyregelverket. SINTEF Rapport STF40 A02052.
- SINTEF (2002b): Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy. SINTEF Notat.
- SINTEF (2002c): Nasjonale mål for industristøy i Norge - nye beregninger av SPI. SINTEF rapport STF40 A02009.
- SINTEF (2003): Nasjonale mål for industristøy - beregninger av SPI basert på nye bransjeregistre. SINTEF rapport STF40 A03022.
- SINTEF (2004): Nasjonale mål for industristøy – nye beregninger av SPI og måledata for industri. SINTEF rapport STF90 A04028.
- SINTEF (2006): Testberegninger med Tranecam. SINTEF Notat.
- SSB (1994): Standard for næringsgruppering. NOS C182. Statistisk sentralbyrå 1994.
- St. meld. nr. 25 (2002-2003) *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*. Miljøverndepartementet
- Stensland (2007): Pers. medd.
- Vegdirektoratet (2007): Kartlegging av utendørs støy langs høyt trafikkerte riksveger i henhold til kapittel 5 i forurensningsforskriften. Vegdirektoratet. Miljøseksjonen Rapport 2007/18.
- Vegdirektoratet (2000): *Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, Revidert 1996. Komplette og forenklet metode*, Håndbok 064, Miljø- og samfunnsavdelingen, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Vegdirektoratet (2001): *Vegtrafikkstøy i oversiktsplanlegging. Metode for beregning og presentasjon av vegtrafikkstøy i oversiktsplanlegging*, Miljø- og samfunnsavdelingen, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.
- WHO (2011): *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. WHO Regional Office for Europe 2011.
- WHO (2009): Night noise guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe 2009.

Vedlegg A. Testberegninger med TraNECaM

Utdrag fra dokumentet Testberegninger med Tranecam. SINTEF Notat 2006. (første 11 sider).

 SINTEF SINTEF IKT Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C 7034 Trondheim Telefon: 73 59 30 00 Telefaks: 73 59 10 39 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		NOTAT							
		GJELDER		BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE		
		Testberegninger med TraNECaM							
		GÅR TIL							
90-NO060082		Åpen		Jan Boe Kielland, SFT Tore Kleffelgård, SFT Ingunn Milford, Vegdirektoratet Wenche Kirkeby, Vegdirektoratet Erik Engelen, SSB Asbjørn Arnevik, ViaNova Svein Å. Storeheier, SINTEF					
ELEKTRONISK ARKIVKODE									
90-NO060082.doc									
PROSJEKTNR.	DATO	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER				ANTALL SIDER			
90E248.04	2006-04-25	Truls Berge				25			

INNHold

1	Bakgrunn	2
2	Beregninger med Nordisk Beregningsmetode (NBV96)	2
3	Valg av Road_ID og Position/Function_ID	3
3.1	Beregninger med "norsk" asfaltdekke som referanse	3
3.2	Alternative beregninger	6
4	TraNECaM: Norsk kontra tysk/europeisk kjøretøypark	10
5	Beregninger av scenarier	11
5.1	Tilleggsberegninger	20
6	Støysvake vegdekker - valg	24
7	Referanser	25

1 Bakgrunn

Det er gjennomført et sett med støyberegninger med den siste versjonen av TraNECaM (datert 24.12.05). I denne versjonen av TraNECaM er data for norsk kjøretøypark lagt inn, inkludert framskrivningsdata fram til 2020. Disse dataene er framskaffet av SSB(Kjell Werner Johansen) og TØI (Ketil Flugsrud) og lagt inn i modellen av Heinz Steven, TÜVNord. Steven har også lagt inn scenarier for mulig utvikling fram til 2020.

Hensikten med beregningene er å fastlegge valg av en del viktige parametere i TraNECaM, for de beregningsalternativene som skal kjøres av SSB for Nasjonal Støymodell.

I utgangspunktet er det et ønskelig at "kildenivået", dvs. et ekvivalentnivå i 10 m fra veg i 2 m høyde, i størst mulig grad skal være likt det vi ville beregnet med Nordisk beregningsmetode fra 1996 (NBV96). Det er derfor gjort beregninger med NBV96 for et utvalg av ÅDT og skiltet hastighet. Utvalget er gjort på bakgrunn av de beregningsalternativer for kategorisering av vegenettet som Arnevik/ViaNova har foreslått i sitt notat av 2005-11-11¹.

2 Beregninger med Nordisk Beregningsmetode (NBV96)

Det er ønskelig å tilordne parametervalg i TraNECaM slik at beregnet kildenivå i form av Leq-nivå i 10 m avstand og 2 m høyde, i størst mulig grad er i overensstemmelse med utgangsnivå med NBV96.

Det er valgt et sett med kombinasjoner av ÅDT, andel tungtrafikk og skiltet hastighet, som er tilstrekkelig til å ha et rimelig godt grunnlag for parametervalget i TraNECaM.

Følgende kombinasjoner er valgt, med tilhørende beregnet kildenivå, dvs. Leq (dBA) i 10 m avstand, 2 m høyde.

Tabell 1. Beregninger med NBV96

Hastighet	50 km/t		80 km/t		100 km/t *
ÅDT	5 % tunge	10 %	5 %	10 %	10 %
3000	59.7	60.3			
5000	61.9	62.5	67.2	68	
10000	64.9	65.6	70.2	71	
15000		67.3		72.8	
20000		68.6		74.1	76.1

* for tunge er brukt v = 90 km/t (undefinert for høyere hast.).

I tillegg er det gjort noen beregninger med ÅDT = 1500 og 30 km/t, se tabell 4.

3 Valg av Road_ID og Position/Function_ID

I TraNECaM kan følgende Road_ID og Position/Function_ID velges:

Tabell 2.

road_ID	road cat	position/function_ID	position/function	direction_type_ID	direction type
2	rural, speed limit 100 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
3	rural, speed limit 80/90 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
4	rural, speed limit 70 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	1	City center, tangential streets, ring streets	1	both directions
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	1	City center, tangential streets, ring streets	2	inwards dominating
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	1	City center, tangential streets, ring streets	3	outwards dominating
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	2	Center outskirts, radial streets	1	both directions
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	2	Center outskirts, radial streets	2	inwards dominating
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	2	Center outskirts, radial streets	3	outwards dominating
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	2	inwards dominating
5	urban, main streets, speed limit 60/70 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	3	outwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	1	City center, tangential streets, ring streets	1	both directions
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	1	City center, tangential streets, ring streets	2	inwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	1	City center, tangential streets, ring streets	3	outwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	2	Center outskirts, radial streets	1	both directions
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	2	Center outskirts, radial streets	2	inwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	2	Center outskirts, radial streets	3	outwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	2	inwards dominating
6	urban, main streets, speed limit 50 km/h, right of way	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	3	outwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	1	City center, tangential streets, ring streets	1	both directions
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	1	City center, tangential streets, ring streets	2	inwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	1	City center, tangential streets, ring streets	3	outwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	2	Center outskirts, radial streets	1	both directions
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	2	Center outskirts, radial streets	2	inwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	2	Center outskirts, radial streets	3	outwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	2	inwards dominating
7	urban, main streets, speed limit 50 km/h, traffic lights	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	3	outwards dominating
8	urban, city centre	1	City center, tangential streets, ring streets	1	both directions
8	urban, city centre	1	City center, tangential streets, ring streets	2	inwards dominating
8	urban, city centre	1	City center, tangential streets, ring streets	3	outwards dominating
9	residential streets, speed limit 50 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
10	motorway, without speed limit	4	Motorway	1	both directions
11	motorway, speed limit 120 km/h	4	Motorway	1	both directions
12	motorway, speed limit 100 km/h	4	Motorway	1	both directions
13	motorway, speed limit 80 km/h	4	Motorway	1	both directions
14	motorway, speed limit 60 km/h	4	Motorway	1	both directions
19	residential streets, speed limit 30 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions
20	residential streets, speed limit 20 km/h	3	Suburbs, residential streets, inter city streets	1	both directions

Som tabellen viser, skilles det også på retning for trafikk (direction_type_ID), for de tilfeller der trafikken for eksempel på en spesiell tid på døgnet, domineres av trafikk i en retning. For alle våre beregninger har vi imidlertid forutsatt lik trafikk i begge retninger, og ingen bruk av "Stop and go" (køtrafikk).

3.1 Beregninger med "norsk" asfaltdekke som referanse

Tabell 3 viser resultater fra beregninger med de viktigste og mulige kombinasjoner av Road_ID og Position/Function_ID. For enkelte Road_ID-valg, som f.eks. Road_ID=8, er det bare mulig med ett valg av Pos/Funct_ID, i dette tilfelle = 1.

Tabellen angir også differansen mellom de to beregningsmetodene. For alle beregningene er Road Surface Category_ID=14 benyttet (Asphalt Concrete 0/11, Norway). Alle beregninger relateres til 1999.

Tabell 3.

ÅDT	Tung-Andel, %	Hastighet km/t	NBV96 Leg, dB(A)	Road ID	Pos/Funct ID	TraNECaM Leg, dB(A)	Differanse dB(A)
3000	5	50	59.7	6	1	63.9	4.2
				6	2	63.9	4.2
				6	3	63.9	4.2
				7	1	62.8	3.1
				7	2	62.8	3.1
				7	3	62.8	3.1
				8	1	62.7	3.0
				9	3	62.2	2.5
				9	3	63.7	3.4
3000	10	50	60.3	9	3	63.7	3.4
5000	5	50	61.9	6	1	66.1	4.2
				6	2	66.1	4.2
				6	3	66.1	4.2
				7	1	65.0	3.1
				7	2	65.0	3.1
				7	3	65.0	3.1
				8	1	64.9	3.0
				9	3	64.4	2.5
				9	3	65.9	3.4
5000	10	50	62.5	9	3	65.9	3.4

Tabellen viser at en må velge Road_ID=9 ("Residential streets, speed limit 50 km/h") og Position/Function_ID=3 ("Suburbs, residential streets, inner city streets") for å få minst differanse mellom NBV96 og TraNECaM. Selv med denne kombinasjonen gir TraNECaM ca 2.5 dB(A) *høyere* nivå en NBV ved 5 % tungandel og ca. 3.5 dB(A) *høyere* nivå ved 10 % tungandel. Etter konsultasjoner med Steven kan vi anta at dette skyldes at det er avvik mellom hastighetsavhengigheten i TraNECaM og i NBV96, spesielt ved lavere hastigheter. Men en vel så viktig årsak kan være det faktum at når en setter en viss % tungandel i TraNECaM (som oppgis som % HDV), så genereres det automatisk en % LDV ("Light Duty Vehicles"= typisk varebiler og små lastebiler) – avhengig av valg av type veg – og denne skiller seg støymessig ut fra vår kategori lette kjøretøy i NBV (som omfatter både personbiler og varebiler/små lastebiler) – og bidraget fra denne kategorien vil støymessig være størst ved lave hastigheter, da motorstøyen er høyere for denne kategorien enn den er for personbiler.

Tilleggsberegninger gjort ved lavere hastighet (30 km/t) og ÅDT bekrefter at avviket i området 30-50 km/t er stort, og økende med økende tungandel, se tabell 4.

Tabell 4.

ÅDT	Tung-Andel, %	Hastighet km/t	NBV96 Leg, dB(A)	Road ID	Pos/Funct ID	TraNECaM Leg, dB(A)	Differanse dB(A)
1500	1	30	53.0	19	3	56.2	3.2
1500	5	30	54.9	19	3	58.3	3.4
1500	10	30	56.0	19	3	60.3	4.3

Disse forskjellene i kildnivå kan gi vesentlige utslag i SPI-tall for spesielt kommunale veger der hastigheten er lav, men samtidig har en viss tungandel.

I tabell 5 har er det vist beregninger for ÅDT mellom 5000 og 20 000 og for hastigheter i området 50-100 km/t.

Tabell 5.

ÅDT	Tung- andel, %	Hastighet km/t	NBV96 Leq, dB(A)	Road ID	Pos/ Funct ID	TraNECaM Leq, dB(A)	Differanse dB(A)
5000	5	80	67.2	3	3	68.3	1.1
5000	10	80	68.0	3	3	69.0	1.0
10000	5	50	64.9	9	3	67.4	2.5
10000	10	50	65.6	9	3	68.9	3.3
10000	5	80	70.2	3	3	71.3	1.1
10000	10	80	71.0	3	3	72.0	1.0
15000	10	50	67.3	9	3	70.7	3.4
15000	10	80	72.8	3	3	73.8	1.0
20000	10	50	68.6	9	3	71.9	3.3
20000	10	80	74.1	3	3	75.0	0.9
20000	10	100	76.1	2	3	75.7	-0.4

For TraNECaM er det kun valgt de Road_ID og Pos/Funct_ID som gir lavest nivå (jfr. tabell 3).

Tabell 5 viser igjen at det er mindre forskjell mellom NBV96 og TraNECaM ved høyere hastigheter. ÅDT-tallet har ingen betydning i så måte.

På grunnlag av disse beregningene er det oversendt til SSB følgende forslag til bruk av Road_ID og Position/Function_ID, for ulike kategorier av trafikkfall:

Tabell 6.

ÅDT	<=300		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	3
40	9	3	3
50	9	3	3
60	5	3	3
70	4	3	3
80	3	3	3
90	3	3	3
100	2	3	3

ÅDT	300-1500		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	3
40	9	3	3
50	9	3	3
60	5	3	3

ÅDT	300-1500		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	3
80	3	3	3
90	3	3	3
100	2	3	3



ÅDT	1500-3000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	
40	9	3	
50	9	3	
60	5	3	

ÅDT	1500-3000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	
80	3	3	
90	3	3	
100	2	3	

ÅDT	3000-5000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	
40	9	3	
50	9	3	
60	5	3	

ÅDT	3000-5000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	
80	3	3	
90	3	3	
100	2	3	

ÅDT	5000-10000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	
40	9	3	
50	9	3	
60	5	3	

ÅDT	5000-10000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	
80	3	3	
90	3	3	
100	2	3	

ÅDT	10000-15000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	
40	9	3	
50	9	3	
60	5	3	

ÅDT	10000-15000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	
80	3	3	
90	3	3	
100	2	3	

ÅDT	>15000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
30	19	3	
40	9	3	
50	9	3	
60	5	3	

ÅDT	>15000		
Hastighet	RoadID	Pos/FunID	
70	4	3	
80	3	3	
90	3	3	
100	2	3	

3.2 Alternative beregninger

Fordi det er relativt store forskjeller mellom beregningsresultater med NBV96 og TraNECaM, spesielt ved lave hastigheter og høy tungandel, er det gjort alternative beregninger, med tanke på å redusere disse avvikene.

I samarbeid med Steven er det utarbeidet to alternative metoder for "korleksjon" av kildenivå i TraNECaM:

1) Korleksjon av TraNECaM- parametere:

Modifisere % HDV og korrigere beregnet Leq-nivået med en konstant

2) Beregne TraNECaM-kildenivåer og deretter å korrigere NSM-kildenivåene før beregning av SPI.

Korreksjonsmetode 1.

Etter forslag fra Steven, og på grunnlag av testberegninger, er det foretatt følgende korreksjon av % HDV og forslag til ΔL , dvs. en fast korreksjonsfaktor for kildenivået beregnet med TraNECaM:

30-50 km/t: %HDV/3, $\Delta L = -2$ dB

60 km/t: %HDV/2, $\Delta L = -1.5$ dB

70 km/t: %HDV/2, $\Delta L = 0$ dB

80-100 km/t: Ingen korreksjoner

En forutsetning er at alle beregningene kjøres med *Road Surface ID=14, Norway AC 0/11*.

I tabell 7 er det vist en sammenheng mellom beregnet nivå med NBV96, ukorrigert TraNECaM-nivå, korrigert nivå og differanse mellom NBV96 og det korrigerte nivået. Negativ differanse betyr at det korrigerte TraNECaM-nivået er høyere enn NBV96.

Tabell 7.

ÅDT	Hastighet km/t	Opprinn. HDV, %	NBV96		TraNECaM dB(A)	Foreslått korreksjon $\Delta L, \text{dB(A)}$	Korrigert TraNECaM dB(A)	Differanse dB(A)
			Leq, dB(A)	Ny HDV, %				
1500	30	1	53	0.33	55.1	-2	53.1	-0.1
1500	30	5	54.9	1.66	56.8	-2	54.8	0.1
3000	50	5	59.7	1.66	61	-2	59	0.7
3000	50	15	61	5	62	-2	60	1
5000	50	5	61.9	1.66	63.2	-2	61.2	0.7
5000	50	10	62.5	3.33	63.7	-2	61.7	0.8
10000	50	21	66.8	7	67.7	-2	65.7	1.1
5000	80	5	67.2	5	68.3	0	68.3	-1.1
5000	80	10	68	10	68.9	0	68.9	-0.9
10000	60	5	67	2.5	70	-1.5	68.5	-1.5
10000	60	10	67.8	5	70.2	-1.5	68.7	-0.9
10000	70	5	68.8	2.5	70	0	70	-1.2
10000	70	10	69.6	5	70.2	0	70.2	-0.6
10000	60	20	69	10	70.5	-1.5	69	0
10000	70	20	70.9	10	70.6	0	70.6	0.3
10000	80	20	72.4	20	72.9	0	72.9	-0.5
15000	60	5	68.8	2.5	70.8	-1.5	69.3	-0.5
15000	60	10	69.5	5	71.2	-1.5	69.7	-0.2
15000	60	15	70.2	7.5	71.6	-1.5	70.1	0.1
15000	70	15	72	7.5	72	0	72	0
20000	70	5	71.8	2.5	71.8	0	71.8	0
20000	70	10	72.6	5	72.1	0	72.1	0.5
20000	70	15	73.3	7.5	73.2	0	73.2	0.1
20000	80	15	74.9	15	75.4	0	75.4	-0.5
25000	60	15	72.4	7.5	73.2	-1.5	71.7	0.7
25000	70	15	74.2	7.5	74	0	74	0.2
25000	80	15	75.8	15	76.3	0	76.3	-0.5

Tabellen viser at vi med denne korreksjonsmetoden får svært små avvik mellom beregningsmodellene, maksimalt -1.5 dB.

Korreksjonsmetode 2

Utgangspunktet for denne korreksjonsmetoden er beregninger av kildenivå med TraNECaM for ulike trafikk tall og for de aktuelle scenariene. Deretter anvendes de *relative* forskjellene fra utgangsverdien for 1999, kalt "Norway basis scenario" i modellen.

Det er gjort beregninger med 4 scenarier for årstallene 1999, 2010, 2015 og 2020:
For basis, er det i tillegg beregnet for 2003.

Følgende scenarier er beregnet:

1. Basis-scenariet

2. GRB-scenariet:

- Basert på det tyske forslaget til GRB om nye støykrav til kjøretøy basert på ny målemetode

3. Lavt ambisjonsnivå:

Motor:	-1 dB i 2011	Bildekk:	- 1 dB i 2011
	- 1 dB i 2015		- 1 dB i 2015
Til sammen:	- 2 dB	Til sammen:	- 2 dB

4. Høyt ambisjonsnivå:

Motor:	-1 dB i 2008	Bildekk :	-2 dB i 2011
	-1 dB i 2011		- 2 dB i 2015
	- 1 dB i 2015	Til sammen:	- 4 dB
Til sammen:	- 3 dB		

5. Veldig høyt ambisjonsnivå:

Motor:	-2 dB i 2008	Bildekk	-2 dB i 2011
	-2 dB i 2011		- 2 dB i 2015
	-2 dB i 2015	Til sammen:	- 4 dB
Til sammen:	- 6 dB		

For ÅDT=5000 og 10 % HDV er det beregnet endring i kildenivå i hastighetsområdet 30-100 km/t. I tillegg er det gjort kontrollberegninger med kombinasjoner av ÅDT fra 1500 til 30000 og % HDV fra 1 til 20 %.

Resultatene av korreksjonsverdier som input til SPI-beregninger med opprinnelige kildenivåer er vist i tabell 8 - 12.

Alle tall er antall dB som skal *trekkes* fra beregnede kildenivå med NSM for 1999.

Tabell 8. Basis

km/t	2003	2010	2015	2020
30	0.5	0.6	0.7	1.0
40	0.5	0.6	0.7	1.0
50	0.4	0.5	0.5	0.7
60	0.1	0.1	0.1	0.2
70	0.1	0.1	0.1	0.2
80	0.1	0.1	0.1	0.2
90	0	0	0	0.1
100	0	0	0	0.1

Tabell 9. GRB

km/t	2010	2015	2020
30	0.5	0.7	2.0
40	0.5	0.7	2.0
50	0.5	0.6	1.5
60	0.1	0.4	1.0
70	0.1	0.1	1.0
80	0.1	0.1	0.8
90	0	0.1	0.5
100	0	0.1	0.5

Tabell 10. Lavt ambisjonsnivå

km/t	2010	2015	2020
30	0.5	1.5	2.5
40	0.5	1.5	2.5
50	0.5	1.2	2.0
60	0.5	1.0	1.5
70	0.5	1.0	1.5
80	0.3	1.0	1.3
90	0.1	0.5	1.0
100	0.1	0.3	0.5

Tabell 11. Høyt ambisjonsnivå

km/t	2010	2015	2020
30	0.6	2.0	3.5
40	0.6	2.0	3.5
50	0.6	1.5	3.0
60	0.5	1.3	2.5
70	0.5	1.3	2.5
80	0.3	1.0	2.3
90	0.1	1.0	2.0
100	0.1	0.5	1.5

Tabell 12. Veldig høyt ambisjonsnivå

km/t	2010	2015	2020
30	1.0	2.5	4.0
40	1.0	2.5	4.0
50	0.6	2.5	3.5
60	0.5	2.0	3.0
70	0.5	2.0	3.0
80	0.3	1.5	2.5
90	0.2	1.5	2.5
100	0.2	1.0	2.0

På grunnlag av disse to alternative korreksjonsmetodene, har SSB gjort en testberegning, der en har sammenlignet de to korreksjonsmetodene med originale SPI-tall for 2003, med NSM, og med SPI-tall basert på ukorrigerter verdier.

Beregningene er gjort for Vestfold fylke, se tabell 13.

Tabell 13. Testberegninger av SPI for Vestfold (kilde: E. Engelen/SSB).

Original 2003			Prosentvis endring fra 2003		
Korrigert Tranecam	2003	2010	2020	2010	2020
BASIS	24 537	27 195	30 653	111	125
Dekk Høyt ambisjonsnivå		27 195	25 566	111	104
Motor veldig høyt, dekk høyt ambisjonsnivå		26 854	20 360	109	83

Tranecam			Prosentvis endring fra 2003		
2003	2010	2020	2010	2020	
BASIS	37 250	40 285	44 617	108	120
Dekk Høyt ambisjonsnivå		40 285	39 854	108	107
Motor veldig høyt, dekk høyt ambisjonsnivå		39 636	31 628	106	85

Originale korrigert med fartsavhengig diff. fra Tranecam			Prosentvis endring fra 2003		
2003	2010	2020	2010	2020	
BASIS	23 618	26 678	29 190	113	124
Dekk Høyt ambisjonsnivå		..	..	..	..
Motor veldig høyt, dekk høyt ambisjonsnivå		25 760	18 354	109	78

Tabell 13 viser at begge korreksjonsmetodene gir små avvik fra original SPI for 2003, ca 1 % avvik med korreksjonsmetode 1, og ca. 5 % med metode 2.

I det videre arbeid med NSM og scenarieberegninger basert på TraNECaM, anbefales derfor den første korreksjonsmetoden.

4 TraNECaM: Norsk kontra tysk/europeisk kjøretøypark

Det er gjort en sammenligningsberegning mellom default kjøretøydatabasen i TraNECaM, som antas å representere tysk/mellomeuropeisk kjøretøypark og ny versjon av metoden med norsk kjøretøypark.

Beregningsalternativene og forskjellene er vist i tabell 14. Positive tall indikerer at norsk database gir høyere nivå enn den tyske. Alle beregningene er gjort for år 2005.

Tabell 14.

ÅDT	Hastighet km/t	Tungandel %	Differanse Norsk-tysk, dB(A)
1500	50	1	-0.1
3000	50	10	0.2
10000	80	10	-0.2
10000	50	1	-0.1
10000	50	15	0.2
15000	50	10	0.1
15000	80	10	0.0
20000	100	10	-0.2

Tabellen viser at det er små forskjeller mellom norsk og tysk database.

5 Beregninger av scenarier

For scenariene beskrevet i kapittel 3 er det beregnet endring i ekvivalentnivå (kildenivå i 10 m) basert

på 3 ulike trafikkdata:

- 1) 3000 ÅDT, 5 % HDV, 50 km/t
- 2) 10000 ÅDT, 10 % HDV, 50 km/t
- 3) 20000 ÅDT, 15 % HDV, 80 km/t

Alle beregningsresultater er gitt i 3 nivåer:

- L_{tot} : Totalstøy; summen av bidrag fra motorstøy og dekkstøy
- L_{prop} : Motorstøy
- L_{roll} : Dekkstøy

Alle endringer er relativt Basis 1999.

Trafikkdata 1:

Tabell 15. Totalstøy, L_{10} , 3000 ÅDT, 5 % HDV, 50 km/t

Scenario	1999	2010	Endring	2015	Endring	2020	Endring
Basis	62.3	61.8	-0.5	61.8	-0.5	61.8	-0.5
GRB	-	61.8	-0.5	61.7	-0.6	61.0	-1.3
Lavt	-	61.8	-0.5	61.4	-0.9	60.6	-1.7
Høyt	-	61.7	-0.6	60.9	-1.4	59.7	-2.6
Vel. høyt	-	61.7	-0.6	60.8	-1.5	59.2	-3.1

Tabell 16. Motorstøy, L_{prop} , 3000 ÅDT, 5 % HDV, 50 km/t

Scenario	1999	2010	Endring	2015	Endring	2020	Endring
Basis	59.5	58.2	-1.3	58.1	-1.4	58.0	-1.5
GRB	-	58.2	-1.3	58.0	-1.5	57.2	-2.3
Lavt	-	58.2	-1.3	57.6	-1.9	56.8	-2.7
Høyt	-	58.0	-1.5	57.0	-2.5	55.9	-3.6
Vel. høyt	-	58.0	-1.5	56.6	-2.9	54.5	-5.0

Vedlegg B. Tabeller over standardverdier for ÅDT og tungtrafikkandel

Det aller meste av riks- og fylkesveinettet er belagt med årlig gjennomsnittlig døgntrafikk (ÅDT) og tungtrafikkandel (Ta) av Statens vegvesen. Imidlertid finnes det enkeltstrekninger som ikke er tildelt ÅDT og Ta av forskjellige årsaker og særlig for 1999 er det til dels store deler av veinettet som ikke har ÅDT eller Ta i vårt grunnlag. I disse tilfellene er det ut fra de belagte strekningene beregnet gjennomsnitt. Disse imputeres der verdier mangler. Nedenfor er tabeller med disse standardverdiene gjengitt.

Tabell 1. Benyttede imputeringsverdier for ÅDT og tungtrafikkandel. 2007

Fylke	ÅDT EV	ÅDT RV	ÅDT FV	Ta EV	Ta RV	Ta FV
Østfold	11 743	4 234	742	15	12	10
Akershus	35 679	5 792	2 345	13	10	11
Oslo	46 331	28 310	0	12	9	0
Hedmark	13 372	1 981	543	17	15	11
Oppland	4 032	2 186	479	18	13	10
Buskerud	12 160	3 665	1 045	13	13	6
Vestfold	11 951	4 384	1 537	13	10	8
Telemark	3 777	2 015	624	13	9	7
Aust-Agder	8 500	1 551	494	15	11	11
Vest-Agder	8 454	1 575	500	15	10	13
Rogaland	9 889	4 620	1 141	12	9	7
Hordaland	6 440	3 128	886	14	10	8
Sogn og Fjordane	2 159	919	292	17	13	8
Møre og Romsdal	3 536	1 519	499	16	11	11
Sør-Trøndelag	8 400	1 498	825	14	10	10
Nord-Trøndelag	4 117	1 087	322	19	12	10
Nordland	1 660	1 164	260	17	14	11
Troms Romsa	1 818	1 144	274	16	10	11
Finnmark Finnmarku	851	437	249	17	16	11

Tabell 2. Benyttede imputeringsverdier for ÅDT og tungtrafikkandel. 1999

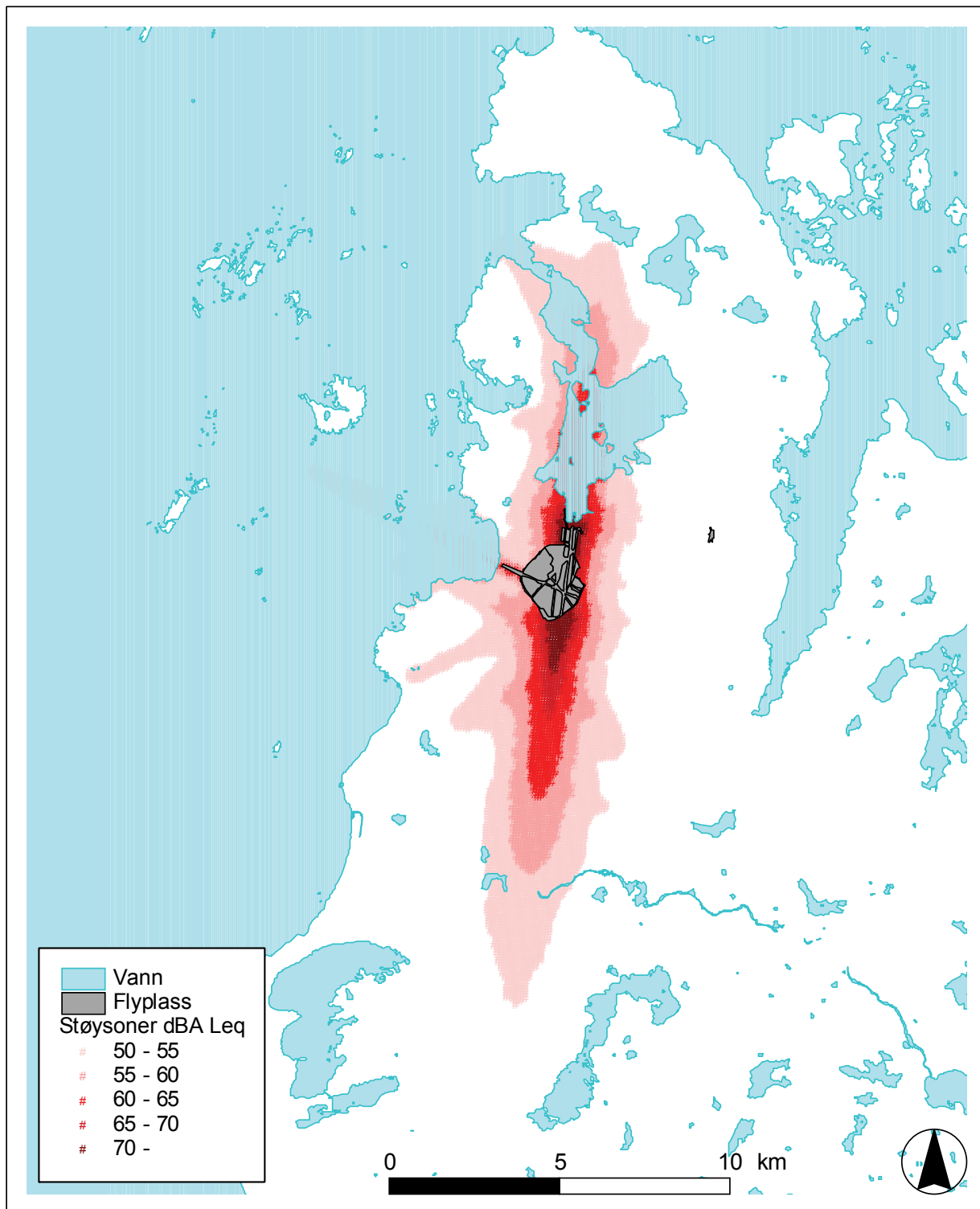
Fylke	ÅDT EV	ÅDT RV	ÅDT FV	Ta EV	Ta RV	Ta FV
Østfold	11 154	3 767	654	14	11	9
Akershus	26 589	5 148	1 967	12	9	10
Oslo	43 243	26 436	0	10	8	0
Hedmark	10 889	1 640	452	15	13	10
Oppland	3 577	1 868	416	16	11	10
Buskerud	10 168	2 907	846	12	12	6
Vestfold	10 081	3 716	1 296	13	9	8
Telemark	3 267	1 663	532	12	9	7
Aust-Agder	7 708	1 386	441	14	11	10
Vest-Agder	7 461	1 390	442	14	10	12
Rogaland	8 269	3 658	1 049	13	9	7
Hordaland	4 785	2 680	734	14	10	9
Sogn og Fjordane	1 793	770	241	16	12	9
Møre og Romsdal	2 815	1 246	405	15	10	9
Sør-Trøndelag	5 743	1 010	600	13	11	10
Nord-Trøndelag	3 068	838	299	17	12	10
Nordland	1 517	1 050	235	16	13	10
Troms Romsa	1 550	960	233	15	9	10
Finnmark Finnmarku	727	382	219	17	15	10

Vedlegg C. LUFTFART: Tabeller og figurer

Tabell 1. Oversikt over flyplasser med flyplassnummer, status og faste verdier.

Flyplassnr	Flyplass	1999			2006			2007		
		Startår	Prognoseår	Status	Startår	Prognoseår	Status	Startår	Prognoseår	Status
0101	Rygge ¹	2003	-	NORTIM	2003	-	NORTIM	2003	-	NORTIM
0201	Gardermoen	2002	-	NORTIM	2004	-	NORTIM	2004	-	NORTIM
0401	Rena ¹	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM
0501	Fagernes	1999	2010	Stokka	2004	2015	NORTIM	2004	2015	NORTIM
0701	Torp	1998	2007	NORTIM	1998	2007	NORTIM	2007	2018	NORTIM
1001	Kjevik	1998	2010	NORTIM	1998	2010	NORTIM	1998	2010	NORTIM
1101	Sola	2000	2010	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1102	Haugesund	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM
1201	Flesland	1997	2007	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1202	Voss ¹	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
1203	Stord	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM
1401	Florø	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1402	Førde	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1403	Sandane	1999	2010	Stokka	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1404	Sogndal	1999	2010	Stokka	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1501	Volda/Ørsta	2004	2014	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1502	Vigra	2000	2010	NORTIM	2005	2016	NORTIM	2005	2016	NORTIM
1503	Molde	2000	2010	NORTIM	2000	2011	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1504	Kristiansund	2000	2010	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1601	Ørlandet ¹	1993	2013	NORTIM	1993	2013	NORTIM	1993	2013	NORTIM
1602	Røros	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1701	Rørvik	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1702	Namsos	2002	2012	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1703	Værnes	1997	2008	NORTIM	1997	2008	NORTIM	1997	2008	NORTIM
1801	Andøya ¹	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM
1802	Bodø ¹	1999	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM
1803	Brønnøysund	1999	2009	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1804	Leknes	2004	2015	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1805	Mo i Rana	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1806	Mosjøen	2004	2014	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1807	Narvik	2005	2015	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1808	Røst	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1809	Stokka	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM
1810	Stokmarknes	2003	2013	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1811	Svolvær	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
1812	Evenes	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM
1813	Værøy	-	-	-	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1901	Bardufoss ¹	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
1902	Tromsø	2000	2010	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1903	Sørkjosen	2003	2013	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM
2001	Alta	1999	2010	NORTIM	2006	2015	NORTIM	2006	2015	NORTIM
2002	Banak	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM
2003	Båtsfjord	2003	2013	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
2004	Berlevåg	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
2005	Hammerfest	2004	2020	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
2006	Hasvik	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
2007	Honningsvåg	2005	2020	NORTIM	2005	2020	NORTIM	2007	2017	NORTIM
2008	Mehamn	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM
2009	Vadsø	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
2010	Vardø	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM
2011	Kirkenes	-	-	-	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM

¹ Flyplasser med i hovedsak militær trafikk. Beregnes uten trafikk tall.

Figur 1. Eksempel på støysone. Sola flyplass, 2002.

Kilde: Statistisk sentralbyrå 11.07.2003

Digitalt kartgrunnlag: Avinor, Statistisk sentralbyrå og Statens kartverk LKS 82003-596ste 20.11.2003

Figurregister

Figur 1.	Frekvensveiekurve A	12
Figur 2.	Ekvivalent støynivå, L _{ekv}	12
Figur 3.	Forholdet mellom støynivå og gjennomsnittlig plagegrad (GP).....	14
Figur 4.	Modellkonsept.....	18
Figur 5.	Flytdiagram for beregning av støyplage fra veitrafikk.....	20
Figur 6.	Veilenker og boenheter kartlagt i VSTØY. Eksempel.....	22
Figur 7.	Beregning av korteste avstand fra bolig til vei.....	23
Figur 8.	Prinsipp for tilbakeføring av trafikkdata	24
Figur 9.	Beregning av skjermingseffekten til bygninger mellom vei og adresse.....	31
Figur 10.	Korreksjonskurve for beregning av mottatt støy ved adressene	32
Figur 11.	Prinsippskisse, beregning av støybelastning fra jernbane.....	34
Figur 12.	Boligadresser med mottatt støy fra jernbane. Lillestrøm 1999.....	37
Figur 13.	Inndeling av sporvegen i Oslo.....	40
Figur 14.	Overordnet metode for beregning av flystøy	42
Figur 15.	NORTIM-punkter ved Flesland flypass, utvalgte punkt i rødt	44
Figur 16.	Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt over tid	45
Figur 16.	Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt over tid.....	45
Figur 17.	Støyutvikling basert på NORTIM-filer og trafikkprognoser, Værnes flyplass, 1997 - 2007	46
Figur 18.	Lydutbredelse ved utgangsstøy på 78 dB(A) 100 m fra bedrifter ved ulike bygningstettheter.....	50
Figur 19.	Bygningstetthet rundt hver bedrift. Eksempelfigur. Oslo. Prosent	50
Figur 20.	Modellkonsept for støymodelleringen.	52
Figur 21.	Eksempel på grunnkretser i del av Oslo.....	60
Figur 22.	Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger alle bosatte over et nedre støynivå (metode 1)	62
Figur 23.	Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger kun de støyutsatte i 1999 (metode 2)	63

Tabellregister

Tabell 1. Eksempler på lyder med ulike frekvenser	11
Tabell 2. Typiske lydnivå	12
Tabell 3. Formler for beregning av gjennomsnittlig plagegrad (GP)	13
Tabell 4. Antall bedrifter som inngår i støyberegningene etter bransje	16
Tabell 5. Variabler for riks- og fylkesveier inkludert i den forenklede metoden	24
Tabell 6. Variabler, kilder og leverandører for kommunale veidata	25
Tabell 7. Kommuner der trafikk-arbeidstallene for kommunale veier er basert på direkte rapportering.....	26
Tabell 8. Forholdet mellom ÅDT Tett=>50 / ÅDTTett <50	27
Tabell 9. Tungtrafikkandel etter ÅDT	28
Tabell 10. Industristøymetoden trinn for trinn	47
Tabell 11. Industrityper etter SINTEFs bransjekode, SN 2002, SN 2007, utgangsstøy, utslippsvinkel og andel impulsstøy	49