

*Erik Engelién, Gisle Haakonsen og
Margrete Steinnes*

**Støyplage i Norge. Resultater fra
førstegenerasjons modell for
beregning av antall støyutsatte
og SPI**

Sammendrag

Erik Engelién, Gisle Haakonsen og Margrete Steinnes

Støyplage i Norge.

Resultater fra førstegenerasjons modell for beregning av antall støyutsatte og SPI

Notater 2004/43 - Statistisk sentralbyrå 2004

Notatet dokumenterer arbeidet med utvikling av en nasjonal støymodell. Modellen skal beregne tall for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer) og støyplage (målt som 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.

Veitrafikk er den desidert viktigste kilden til støyplager i Norge. Foreløpige tall viser at veitrafikken stod for 79 prosent av plagene i 2002. For denne kilden kan vi ennå ikke si noe om endringene som er skjedd etter basisåret 1999. Jernbane, luftfart, industri og bygg og anlegg bidro alle med 4 prosent, mens annen næringsvirksomhet stod for 2 prosent av støyplagene. Resten av støyplagene skyldtes skytebaner og motorsportbaner med til sammen 3 prosent. Støy fra skytefelt, produkter (som for eksempel gressklipper, snøscooter), trikk og T-bane er ikke beregnet i denne førsteversjonen av støymodellen. Dette er planlagt inkludert i senere versjoner.

SSBs beregninger viser nedgang i støyplage fra jernbane og luftfart. Støyplagene fra jernbanetraffikk har gått ned med 15 prosent og plagene fra luftfart er blitt redusert med 12 prosent fra 1999 til 2002. Men fordi disse støykildene kun bidro med til sammen 8 prosent av den samlede støyplagen i Norge, får nedgangen likevel bare marginal effekt for de totale støyplagene.

Stortinget har vedtatt en nasjonal målsetning om at støyplagene skal reduseres med 25 prosent innen 2010 i forhold til 1999. For å følge utviklingen i forhold til dette målet, har SSB på oppdrag fra SFT og i tett samarbeid med Statens vegvesen, Avinor, Jernbaneverket og Forsvarsbygg utviklet en modell for beregning av støypåvirkning og støyplager i Norge. Statistikken vil være det viktigste grunnlaget for arbeidet med oppfølging av nasjonale mål, målt ved nøkkeltall.

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

Prosjektstøtte: Statens forurensningstilsyn

Innhold

1 Oppsummering.....	6
Resultater	8
Videre arbeid.....	8
2 Innledning.....	10
3 Begreper og definisjoner	11
3.1 Lydtrykknivå, dB	11
3.2 Frekvens, Hz.....	11
3.3 Lydnivå, dBA.....	11
3.4 Ekvivalent støynivå, L_{ekv}	12
3.5 Avstandsdemping og luftabsorpsjon	13
3.6 Gjennomsnittlig plagegrad (GP) og støyplageindeks (SPI)	13
3.7 Fasaderefleksjon.....	14
3.8 AML.....	14
3.9 Cover.....	14
4 Datagrunnlag.....	15
4.1 Grunneiendoms-, Adresse- og Bygningsregisteret (GAB).....	15
4.2 N50 Kartdata	15
4.3 NORTIM-beregninger.....	15
4.4 VBASE.....	15
4.5 Bedrifts- og foretaksregisteret.....	15
4.6 Aktivitetstall	16
5 Modellen	18
5.1 Veitrafikk	18
5.2 Luftfart	32
5.3 Jernbane.....	38
5.4 Industri og næringsvirksomhet.....	44
5.5 Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode.....	51
5.6 Konsistente tidsserier	57
6 Støypåvirkning og støyplage i Norge	57
6.1 Foreløpige hovedresultater 1999 - 2002.....	57
6.2 Veitrafikk	60
6.3 Luftfart	63
6.4 Jernbane.....	66
6.5 Industri og næringsvirksomhet.....	69
6.6 Bygg og anlegg.....	72
Referanser	73

Vedlegg A.	VEI NY METODE: Dokumentasjon av arbeid med statistisk modell for støy fra vei, metode med vinkelberegning.....	75
Vedlegg B.	LUFTFART: Tabeller og figurer	87
Vedlegg C.	BYGG OG ANLEGG: Modellering av støy fra bygg- og anleggsvirksomhet (BA støy)	91
Vedlegg D.	SKYTEBANER: Støy fra skytebaner	94
Vedlegg E.	Korrigerings av støyplageindeksen SPI for fasadetiltak: Hva betyr støynivået innendørs for totalplagen ?.....	96
Vedlegg F.	SINTEF: Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy	100
De sist utgitte publikasjonene i serien Notater		108

Figurregister

Figur 1.	Frekvensveiekurve A.....	11
Figur 2.	Typiske lydnivå.....	12
Figur 3.	Ekvivalent støynivå, L_{ekv}	12
Figur 4.	Forholdet mellom støynivå og gjennomsnittlig plagegrad (GP).....	14
Figur 5.	Modellkonsept.....	18
Figur 6.	Flytdiagram for beregning av støyplage fra veitrafikk.....	19
Figur 7.	Veilenker og boenheter fra VSTØY. Eksempel Nesodden.....	21
Figur 8.	Adresser, veier og korteste avstand mellom disse.....	25
Figur 9.	Flytdiagram for beregning av veitrafikkstøy.....	29
Figur 10.	Overordna metode for beregning av flystøy.....	33
Figur 11.	NORTIM-punkter ved Flesland flypass, utvalgte punkt i rødt.....	35
Figur 12.	Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt utover i NORTIM-perioden.....	36
Figur 13.	Støyutvikling basert på NORTIM-filer og trafikkprognoser, Værnes flyplass, 1997 - 2007.....	38
Figur 14.	Overordna metode for beregning av støy fra jernbane.....	39
Figur 15.	Beregning av korteste avstand fra bolig til jernbanelinje.....	40
Figur 16.	Grunnlaget for beregning av skjermingseffekt.....	41
Figur 17.	Boligadresser med mottatt støy fra jernbane. Lillestrøm 1999.....	44
Figur 18.	Industri støymetoden trinn for trinn.....	45
Figur 19.	Lydutbredelse ved ulike betingelser.....	47
Figur 20.	Bygningstetthet rundt hver bedrift. Eksempelfigur. Oslo. Prosent.....	47
Figur 21.	Plagegradskurve for industri støy. Støynivåer i dBA.....	48
Figur 22.	Eksempel på grunnkretser i del av Oslo.....	50
Figur 23.	Resultateksempel Oslo. Støy ved bolig. 2002*.....	51
Figur 24.	Utsatte for jernbanestøy. Vinkelmetode og linjemetode. Buskerud, 1999.....	56
Figur 25.	Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI beregnet fra 55 dBA for alle kilder. 2002.*.....	60
Figur 26.	SPI for flystøy. Fylke. 1999 og 2002.....	66
Figur 27.	Differanse i støyemisjon mellom 1999 og 2002, dBA.....	67
Figur 28.	SPI for jernbane. Fylke. 1999 og 2002.....	69

Tabellregister

Tabell 1.	Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 55 dBA. 1999 og 2002*.....	8
Tabell 2.	Eksempler på lyder med ulike frekvenser	11
Tabell 3.	Formler for beregning av gjennomsnittlig plagegrad (GP)	13
Tabell 4.	Antall bedrifter innen bransjene	16
Tabell 5.	Antall bygninger utsatt for støy over 55 dBA	22
Tabell 6.	Gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) og tungtrafikkandel (Ta). 2001.....	23
Tabell 7.	Korreksjonsfaktorer for beregning av mottatt støy ved adressene 2001. dBA.....	23
Tabell 8.	Variabler for riks- og fylkesveier inkludert i den forenklede metoden	24
Tabell 9.	Variabler, kilder og leverandører for kommunale veidata	26
Tabell 10.	Kommuner der trafikk-arbeidstallene for kommunale veier er basert på direkte rapportering	26
Tabell 11.	Trafikkarbeid på norske veier. 1998. Mill. kjøretøykm	27
Tabell 13.	Industri typer. NACE-koder og utgangsstøy	46
Tabell 14.	Indekser fordelt på bransje. 1999 og 2002	49
Tabell 15.	Endring i antall blokkbygninger i GAB fra 2000 til 2002. Fylke	52
Tabell 16.	Antall bygninger registrert i VSTØY over 70 dBA og antall av disse som er overført med GIS-kobling til SSB-modellen. 1999	53
Tabell 17.	Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 55 dBA. 1999 og 2002*.....	58
Tabell 18.	Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 50 dBA. 1999 og 2002*.....	58
Tabell 19.	Antall personer eksponert for ulike støynivåer fra den enkelte støykilde ¹ . 2002*	59
Tabell 20.	Antall personer eksponert for ulike støynivåer fra motorsport ¹ . 2001	59
Tabell 21.	SPI og antall bosatte utsatt for støy fra veitrafikk over 55 dBA etter fylke. 2001*	60
Tabell 22.	SPI og antall bosatte utsatt for støy over 55 dBA etter veitype. 2001*.....	61
Tabell 23.	SPI fordelt på data fra VSTØY og forenklet beregning. SPI er beregnet fra 55 dBA. 2001*	61
Tabell 24.	SPI fordelt på data fra VSTØY og forenklet beregning. SPI er beregnet fra 55 dBA. 1999*	62
Tabell 25.	Antall personer utsatt for støy fra veitrafikk over 70 dBA i tre ulike beregninger	63
Tabell 26.	Bosatte personer utsatt for støy fra luftfart. Hele landet og fylker. 1999*	65
Tabell 27.	Bosatte personer utsatt for støy fra luftfart. Hele landet og fylker. 2002*	65
Tabell 28.	Bosatte personer utsatt for støy fra jernbane. Hele landet og fylker. 1999*. ¹	68
Tabell 29.	Bosatte personer utsatt for støy fra jernbane. Hele landet og fylker. 2002*. ¹	68
Tabell 30.	Bosatte personer utsatt for støy fra industri og næringsvirksomhet. Fylke. 2002*	69
Tabell 31.	Bosatte personer utsatt for støy og SPI fra industri og næringsvirksomhet. Bransje. 2002*	70
Tabell 32.	Endring i SPI fra industri og næringsvirksomhet. 1999 til 2002. Bransje*	71
Tabell 33.	Endring i SPI fra industri og næringsvirksomhet. 1999 til 2002. Fylke*	71
Tabell 34.	Antall personer utsatt for støy og SPI. Industri og annen næringsvirksomhet. 2002	71

1 Oppsummering

Notatet dokumenterer arbeidet med utvikling av en nasjonal støymodell. 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 gi årlig 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.

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. Modellen beregner altså ikke den sanne støyplagen for den enkelte person. Den tar ikke hensyn til at befolkningen flytter på seg i løpet av dagen og store deler av dagen oppholder seg andre steder enn på bostedsadresse.

Arbeidet er en videreføring av førstegenerasjonsmodellen som det ble publisert resultater fra i 2002. I 2003 ble det fokusert på forbedringer og kvalitetssikring av beregningsrutiner og metoder, særlig for veitrafikk, men også for støy fra luftfart og industri. Det er i tillegg utviklet et beregningsopplegg for støyplager fra jernbane. For bygg og anlegg, skytebaner og motorsportsbaner er tall hentet fra tidligere undersøkelser (SFT 2000). Det er ikke gjort beregninger for støy fra andre kilder som f.eks. trikk og t-bane, 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.

For alle kilder gis resultatene som støyplage målt som SPI (støyplageindeks). Følgende kilder inngår i beregningene:

Veitrafikk

Vegdirektoratet har utført beregninger med beregningsverktøyet VSTØY for de mest støyutsatte boligene langs riks- og fylkesveier i landet. Den delen av boliger i VSTØY-registrene som er koordinatfestet, er importert direkte til SSBs modell. I alt 19 prosent av SPI er hentet direkte fra VSTØY-registrene. Det antas at denne andelen vil øke noe ettersom koordinatfestingen i VSTØY blir mer fullstendig.

Det har også blitt innhentet koordinatfestet støyinformasjon om kartlagte boliger langs kommunale veier i flere av de største byene.

For de fleste boliger i Norge er det ikke gjort egne støyberegninger. SSB har derfor beregnet støynivåer for alle boliger i Norge i henhold til en forenklet versjon av Nordisk beregningsmetode for veitrafikkstøy (Vegdirektoratet, 2000). Det tas også hensyn til skjermingseffekter av bygninger som ligger mellom bolig og støykilde. Som basis for SSBs beregninger brukes data fra Vegdatabanken om hastighet, tungtrafikkandel, ÅDT og stigning. For en del kommunale veier er det ikke gjort trafikkteellinger, for disse er støynivå beregnet på bakgrunn av en fordeling av nasjonalt trafikkarbeid på kommunale veier.

Siden støyskjermer, siktinkel m.m. ikke ligger inne i SSBs forenklete tilleggsberegninger i dag, blir støynivået som beregnes her ikke eksakt det samme som det som finnes i VSTØY. Det er derfor beregnet en gjennomsnittlig korreksjon for disse faktorene som brukes for boliger der SSBs beregninger brukes i den nasjonale modellen. Denne korreksjonen er i gjennomsnitt på -1,8 dBA¹.

¹ Gjennomsnitt for enkeltfylker, dvs. ikke vektet.

Korreksjonen varierer fra fylke til fylke. I Oslo er det nær treff, med en korreksjon på +0,15 dBA. Finnmark har den største verdien for korreksjon med -4,34 dBA.

Luftfart

Som grunnlag for beregningene av støy fra luftfart brukes NORTIM-beregninger utført av SINTEF. I NORTIM-modellen er støy beregnet i et regulært punktnett omkring hver enkelt flyplass. Beregningene er gjort for et startår mellom 1997 og 2002 og et prognoseår 10-20 år fram i tid.

For støyberegningene er NORTIM-modellen samt trafikk tall benyttet. For det nye beregningsåret ble støyverdiene i hvert punkt i NORTIM-rutenettet oppdatert på grunnlag av endringer i trafikk mengde for flyplassen.

For hver flyplass ble det også beregnet en korreksjonsfaktor for å korrigere for utskiftninger i flyparken. Korreksjonsfaktoren er beregnet på grunnlag av NORTIM-beregningen for prognoseåret samt korresponderende prognoser for utvikling i trafikk mengden.

Vi hadde tilgang til NORTIM-filer for 23 flyplasser. For 23 mindre plasser er det konstruert fiktive støypunktnett etter modell fra Stokka flyplass. For 4 militære flyplasser hadde vi ikke tilgang til trafikk tall. Ulik datatilgang gjør at det er utviklet ulike produksjonsløyper, som brukes ettersom trafikk tall og NORTIM-beregninger foreligger for flyplassen.

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.

Jernbane

Som grunnlag for beregningene av støy fra jernbane er det brukt geografiske data over jernbanenettet samt trafikk tall mottatt fra Jernbaneverket. I trafikk tallene er togtyper, antall togmeter og hastigheter på de ulike banestrekningene registrert.

Nordisk beregningsmetode for togstøy er brukt for å beregne emisjon og spredning i modellen. Beregning av emisjon er basert på trafikk mengde 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.

Industri og næringsvirksomhet

Beregning av støy fra industri og næringsvirksomhet er basert på metodikk utviklet av SINTEF (SINTEF 1999, 2003).

Bedrifts- og foretaksregisteret (BoF) er grunnlaget for beregning av støy fra industri og næringsvirksomhet. Bedrifter som er lokalisert i industribygninger (fra Grunneiendom- adresse- og bygningsregisteret, GAB) blir valgt ut. Deretter blir bedriftene tildelt en verdi for utgangsstøy basert på hvilken bransje de tilhører.

Ut fra avstand, bedriftens utgangsstøy og bygningstetthet beregnes mottatt støy og SPI ved hver adresse. Hver bedrift gir støybidrag til en viss prosent av adressene rundt bedriften, ut fra anslag over utslippsvinkel på støyen for hver bransje.

SSB har modifisert SINTEFS metoder noe. I SINTEFs modell blir det kun skilt mellom hvorvidt bedriften ligger i tettsted eller ikke (SINTEF 2002), mens SSBs modell tar hensyn til

bygningstettheten rundt hver bedrift. Videre benytter SSB bosatte ifølge Folkeregisteret (DSF) mens SINTEF benytter gjennomsnittsverdier per bygningstype.

Andre støykilder

Tallene som er presentert her for bygg og anlegg, skytebaner og motorsportsbaner for 1999 er hentet fra SFTs rapport "Mulige tiltak for å redusere støy" (SFT 2000). For skytebaner og motorsportsbaner er de samme tallene også presentert for 2002. For bygg og anlegg har SSB imidlertid skalert tallene fra 1999 fram til 2001-nivå, denne skaleringen er basert på aktivitetsnivå og befolkningsendring.

Resultater

Veitrafikk er den desidert viktigste kilden til støyplager i Norge (Tabell 1). Tallene viser at veitrafikken stod for 79 prosent av plagene i 2002. For denne kilden kan vi ennå ikke si noe om endringene som er skjedd etter basisåret 1999. Tall for dette vil først være klare vinteren 2004/2005. Jernbane, luftfart, industri og bygg og anlegg bidro alle med 4 prosent, mens annen næringsvirksomhet stod for 2 prosent av støyplagene. Resten av støyplagene skyldtes skytebaner og motorsportbaner med til sammen 3 prosent. Støy fra skytefelt, produkter (som for eksempel gressklipper, snøscooter), trikk og T-bane er ikke beregnet i denne førsteversjonen av støymodellen. Dette er planlagt inkludert i senere versjoner.

SSBs beregninger viser nedgang i støyplage fra jernbane og luftfart. Støyplagene fra jernbanetraffikk har gått ned med 15 prosent og plagene fra luftfart er blitt redusert med 12 prosent fra 1999 til 2002. Men fordi disse støykildene kun bidro med til sammen 8 prosent av den samlede støyplagen i Norge, får nedgangen likevel bare marginal effekt for de totale støyplagene.

Tabell 1. Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 55 dBA. 1999* og 2002*

	SPI 1999	SPI 2002	Prosent, 2002	1999-2002 (prosent)
Samlet - alle kilder	..	579 038	100	..
Veitrafikk ¹	..	459 103	79	..
Luftfart	26 710	23 375	4	-12
Jernbane	27 745	23 699	4	-15
Industri	24 724	23 517	4	-5
Næringsvirksomhet	10 929	11 292	2	3
Bygg og anlegg ²	21 079	21 144	4	0
Skytefelt	..	..	..	..
Skytebaner ³	12 060	12 060	2	0
Motorsportsbaner ³	4 848	4 848	1	0
Produkter utendørs	..	..	..	..

* Foreløpig tall.

¹ Datagrunnlag for beregningen er trafikk tall for 2001. SPI fra veitrafikk er beregnet i SSB-modellen for 2001. Metoden er nå revidert og kvalitetsvurdert. Tall etter ny metode vil bli publisert neste år.

² Tall for 1999 er hentet fra rapporten: "Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet i Norge". (KILDE Akustikk, rapp R1132, 1999). Tall for 2001 er beregnet på grunnlag av tallene for 1999 og skalert for endring i aktivitetsnivå.

³ Nye SPI-verdier ikke beregnet i dette arbeidet. 1999-verdien brukes inntil videre også for 2001. Kilde for 1999-verdi: SFT (2000)

Kilde: SSBs støymodell

Videre arbeid

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. Videre vil modellen bli utviklet til bedre å gjenspeile plage fra flere kilder samtidig.

Vinteren 2004/2005 vil det bli gitt tall for veistøy beregnet med ny metode for 2003 og 1999.

Fra 2007 vil også resultater fra mer detaljert kartlegging som følge av krav i EUs rammedirektiv for støy kunne legges inn i modellen. EU-direktivet krever at det utarbeides støykart i større byområder og rundt de mest trafikkerte samferdselsanleggene.

Det pågår arbeid med å etablere mer detaljerte modeller for støyutslipp fra veitrafikk, som kan beregne mer reell sammensetning av bilparken, ta hensyn til ulike typer bildekk og veidekker og gjenspeile spredning fra veiene og skjermingseffekter på en bedre måte.

SSB og TØI foreslo allerede i 2000/2001 at tall fra en nasjonal støymodell bør kvalitetssikres og kalibreres mot resultater fra detaljerte spørreundersøkelser i utvalgte områder. Dette er vel så aktuelt nå som i 2000.

2 Innledning

I Stortingsmeldingen om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand (St.meld nr 25 (2002-2003)) er det 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:

Støyplagen skal reduseres med 25 prosent innen 2010 i forhold til 1999.

Videre står det at støyplageindeksen (SPI) skal brukes for å følge måloppnåelsen.

Det har inntil nå ikke vært noe operativt system for beregning av SPI. SFT har derfor bedt SSB utvikle en modell for beregning av støyeksponering og SPI. Premissene for prosjektet er bl.a. at arbeidet skal basere seg på en stor grad av gjenbruk av eksisterende data. Beregningene skal omfatte alle viktige støykilder, gi konsistente tidsserier og være tiltaksfølsomme. Det ble i 2001 organisert en arbeidsgruppe som omfattet representanter fra SFT, Vegdirektoratet, Avinor, Forsvarsbygg, Jernbaneverket og SSB. Denne gruppen har jobbet med utforming av tekniske løsninger for modellen.

De første resultatene fra modellen forelå i 2002, og nå foreligger den første rapporten fra dette arbeidet. Det er grunn til å understreke at den gir en foreløpig oppsummering av arbeidet så langt, og at resultatene som presenteres er usikre. Det er et mål å kunne presentere bedre kvalitetssikrede tall som offisiell statistikk i løpet av 2004/2005.

3 Begreper og definisjoner

3.1 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)

3.2 Frekvens, Hz

Dersom en høyttaler 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). $20 \text{ Hz} = 20$ svinginger i sekundet (SFT, 2001). En en-strøken a har frekvens 440 Hz. En dobling eller halvering av frekvensen svarer til et sprang på en oktav (Løchstøer 1976).

Tabell 2. Eksempler på lyder med ulike frekvenser

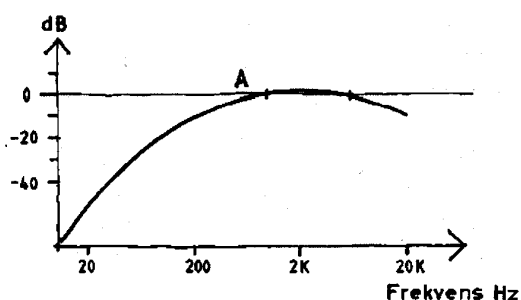
Frekvens (Hz)	Eksempel
20	Laveste hørbare lyd
100	Transformatordur
440	En-strøken a
1 000	Pipetone telefon
10 000	Gresshoppe
20 000	Øvre grense for høreområde

Kilde: (Løchstøer 1976).

3.3 Lydnivå, dBA

Øret vårt er mest følsomt for frekvenser omkring 1000 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



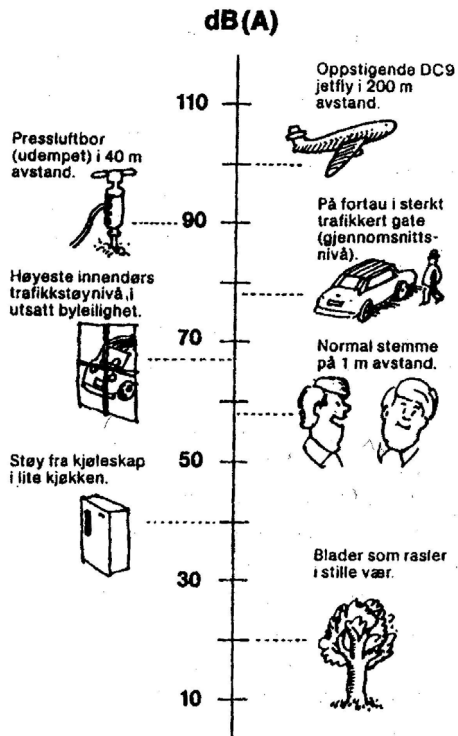
Kilde: SFT, 2001

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 gir altså liten vekt. Har lyden derimot en frekvens på 1000 Hz får den ikke noe

fratrekk når den A-veies, og dersom vi har en diskantlyd på 4000 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). Populær oversikt over typiske lydnivåer målt i dBA er vist i Figur 2.

Figur 2. Typiske lydnivå

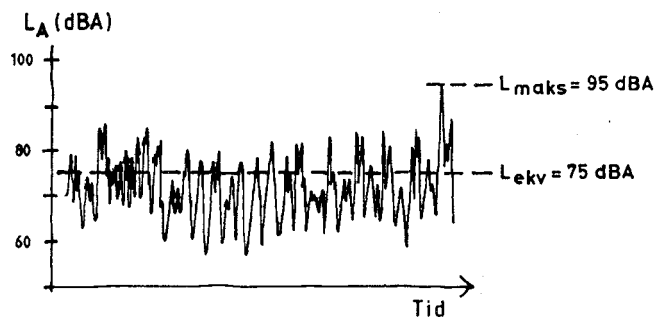


Kilde: Norsk forening mot støy, 1979

3.4 Ekvivalent støynivå, L_{ekv}

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 3). Måleenheten er i praksis ofte dBA. Ekvivalentnivået blir ofte forkortet til L_{ekv} . (SFT, 2001).

Figur 3. Ekvivalent støynivå, L_{ekv}



Kilde: SFT, 2001

3.5 Avstandsdemping og luftabsorpsjon

Når lydsvingningene 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 lydenergien 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 torden 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).

3.6 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 1. Formler for beregning av GP er gitt i Tabell 3 og visualisert i Figur 4.

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

Kilde	Formel ¹
Veitrafikk	$GP = 1,55 (L - 37)/100$
Luftfart	$GP = 1,83 (L - 38)/100$
Jernbane	$GP = 1,19 (L - 36)/100$
Industri, bygg og anlegg, motorsport	$GP = 1,55 (L - 37)/100$

¹ L = Ekvivalent støynivå (L_{ekv}) med 3 dBA tillegg for fasaderefleksjon

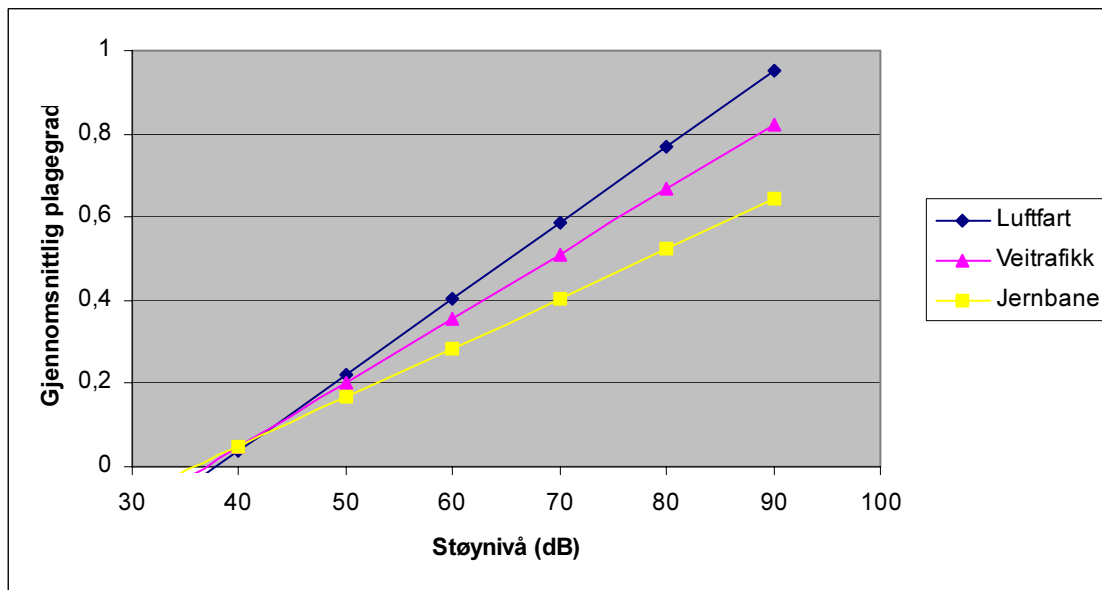
Kilde: SFT (2000) og SINTEF (2003)

Støyplagen er avhengig av kilde. Figur 4 viser en dose-respons-sammenheng for hvordan en gjennomsnittsperson reagerer på ulike støynivåer fra forskjellige kilder. Sammenhengene er basert på sammenhengen mellom resultater fra spørreundersøkelser (hvor plaget en person er - opplevelsen) og faktisk støynivå (eksponeringen). I hvilken grad en person vil føle seg plaget av et bestemt støynivå er avhengig av hvilken kilde som produserer støyen. Støynivåer 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.

Siden støynivå 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. På denne måten får man en bevisst dobbelttelling av støyplagen. En person som har en gjennomsnittlig plagegrad på 0,3 fra vei, 0,2 fra jernbane og 0,1 fra fly, får en SPI på 0,6.

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

Figur 4. Forholdet mellom støynivå og gjennomsnittlig plagegrad (GP)



Kilde: SFT (2000)

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). 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.

3.7 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 frittfeltverdier til støynivået før beregning av gjennomsnittlig plagegrad og SPI.

3.8 AML

Et program eller et sett av programmer skrevet i programmeringspråket ARC Macro Language.

3.9 Cover

Et filbasert datalagringsformat for å lagre plassering, utbredelse samt egenskaper for geografiske objekter. Et cover representerer som oftest et enkelt tema som f.eks. vann, veier eller høydedata.

4 Datagrunnlag

4.1 Grunneiendoms-, Adresse- og Bygningsregisteret (GAB)

GAB er Norges offisielle register for grunneiendommer, adresser og bygninger. Systemet er bygget opp av tre registre som er innbyrdes forbundet med hverandre. A- og G-delen skal i prinsippet omfatte alle adresser og grunneiendommer i Norge. B-delen omfatter alle bygninger over 15 m².

Registeret og tilhørende forskrifter er opprettet med hjemmel i delingslovens paragraf 4.1, henholdsvis annet og tredje ledd. Delingsloven pålegger både tinglysningskontoret og kommunene å levere data til GAB. Ifølge delingsloven er det fylkeskartkontorene som skal føre GAB-registeret.

Miljøverndepartementet har den overordnede politiske og økonomiske styringen, mens Statens kartverk har det faglige og administrative ansvaret.

GAB 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.

4.2 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.

4.3 NORTIM-beregninger

SINTEF har gjort detaljerte beregninger av støy for en rekke flyplasser i Norge, resultatet fra disse beregningene foreligger som såkalte NORTIM-filer fra beregningsprogrammet NORTIM (SINTEF 1995, jf. SINTEF 2001). NORTIM-filer er mottatt for 23 av de største flyplassene i landet. For hver flyplass er det mottatt 2 datasett med beregnede støyverdier i et punktnett rundt de aktuelle flyplassene. Det ene datasettet inneholder støysituasjonen for et startår mellom 1998 og 2002, det andre settet inneholder prognosert støysituasjon 10 eller 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 varierte fra flyplass til flyplass med verdiene ca. 38 meter, 76 meter eller 152 meter.

4.4 VBASE

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.

4.5 Bedrifts- og foretaksregisteret

Bedrifts- og foretaksregisteret benyttes ved beregning av støy fra industri og næringsvirksomhet. Omfanget av bedrifter er alle bedrifter med ansatte innen de angitte næringer (se Tabell 4). Industri er NACE 15-37, mens øvrige NACE-koder representerer annen næringsvirksomhet i dette arbeidet. Av bedriftene i Bedrifts- og foretaksregisteret er 76 prosent stedfestet til koordinatnivå. 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. Av de 18 126 bedriftene gjenstår 17 276 bedrifter etter denne koblingen. Etter en tilsvarende kontroll for de med koordinater (men på bygningsnivå) gjenstår 12 972 bedrifter som inngår i støyberegningene.

Tabell 4. Antall bedrifter innen bransjene

Bransje	Navn	Antall	NACE-kode
	I alt	12 972	
01	PUKK/ BERGVERK	379	10, 11, 12, 13, 14
02	MEK. VERKSTED	2033	29, 28
03	SKRAPHANDLERE	92	37
04	BENSINSTASJON	1281	50.50
05	GRAFISK INDUSTRI	1138	22
06	SAGBRUK/ HØVLERI	835	20
07	METALLURGISK	131	27
08	PAPIR/ CELLULOSE	78	21
09	PETROKJEMISK	455	23, 24, 25
10	VASKERI/ RENSERI	151	93.01
11	NÆRINGSMIDDELINDUSTRI	1338	15, 16
12	DIVERSE	2732	17, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35.2 - 35.4, 36, 40, 41
13	SKIPVERFT	528	35.1
14	BILOPPHUGGERI	76	51.57
15	BILVERKSTED	1725	50.2, 50.403

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.)

4.6 Aktivitetstall

4.6.1 Trafikktall for veitrafikk

Inngangsdataene som ble brukt til beregning av støy fra veitrafikk var: Årsdøgntrafikk (ÅDT²), tungtrafikkandel, hastighet, stigning, avstand fra vei til bolig samt barrierer (skjerm eller mellomliggende bygg). Det var størst utfordringer knyttet til hvordan man skulle fremskaffe data på ÅDT og tungtrafikkandel. Det gjøres ikke systematiske trafikktellinger på kommunale veier (bortsett fra i noen større kommuner). Dette gjøres kun på riks- og fylkesveier. ÅDT for kommunale veier finnes derfor ikke i Vegdatabanken. For å beregne støyenivået 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 ÅDT direkte på de veiene der dette finnes. På veier der ÅDT ikke er kartlagt, brukes estimert ÅDT.

4.6.2 Produksjonstall for industri og næringsvirksomhet

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

4.6.3 Trafikktall for fly

Trafikkdata er mottatt fra Avinor og fra Forsvarsbygg. For alle sivile flyplasser er det mottatt oppgaver med trafikktall for årene 1997-2002. For Rygge flystasjon er det mottatt trafikktall for 1997 og 2002. For 4 flyplasser med overveiende militær bruk er trafikktall ikke tilgjengelige.

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

4.6.4 Trafikktall for jernbane

Trafikkdata for 1999 og 2002 er mottatt fra Jernbaneverket. I trafikktallene er det gitt opplysninger om mengden trafikk av ulike togtyper på de forskjellige strekningene. I trafikktallene for 2002 er banestrekningene delt opp i kortere banelenker som gjenspeiler endringer i hastighet og togmeter for de togtypene som trafikkerer strekningen, disse kan identifiseres med en banestrekningskode samt start- og sluttkilometer for banelenken.

I trafikktallene for 1999 er det kun gitt antall togmeter for de ulike togtypene, ikke banestrekningskode og hastigheter. Vi har derfor overført hastigheter og banestrekningskoder fra 2002 til disse strekningene. For enkelte mindre banestrekninger mottok vi kun trafikkdata for 1999. For å få sammenlignbare resultater, er disse strekningene ikke tatt med i beregningene.

5 Modellen

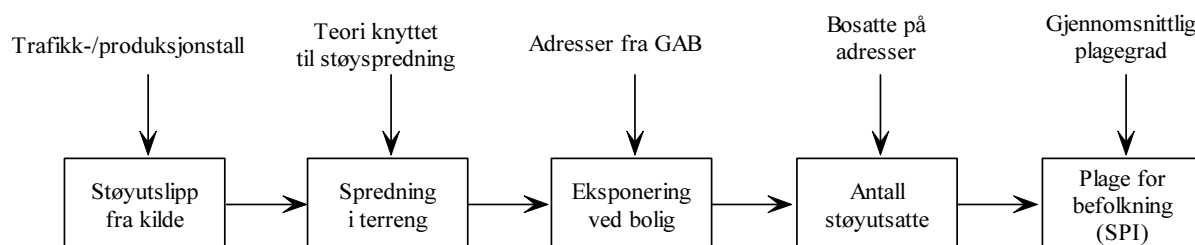
For å møte utfordringen om å beregne støyplage i hele Norge på en kostnadseffektiv måte, har SSB i størst mulig grad tatt utgangspunkt i eksisterende data og bare gjort tilleggsberegninger der hvor støyberegninger ikke tidligere er gjort og for å beregne endringer i støyplage. Det brukes f.eks. støyberegninger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

Modellen skal beregne data 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 GIS³-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 Figur 5. 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 3.6). Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI for kilden.

Figur 5. 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.

5.1 Veitrafikk

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 førstegenerasjonsmodell for støyplageberegning ble det tidlig klart at denne informasjonen måtte brukes videre.⁴ Støyberegningene fra VSTØY inneholder mye lokal informasjon

³ Geografiske informasjonssystemer (GIS).

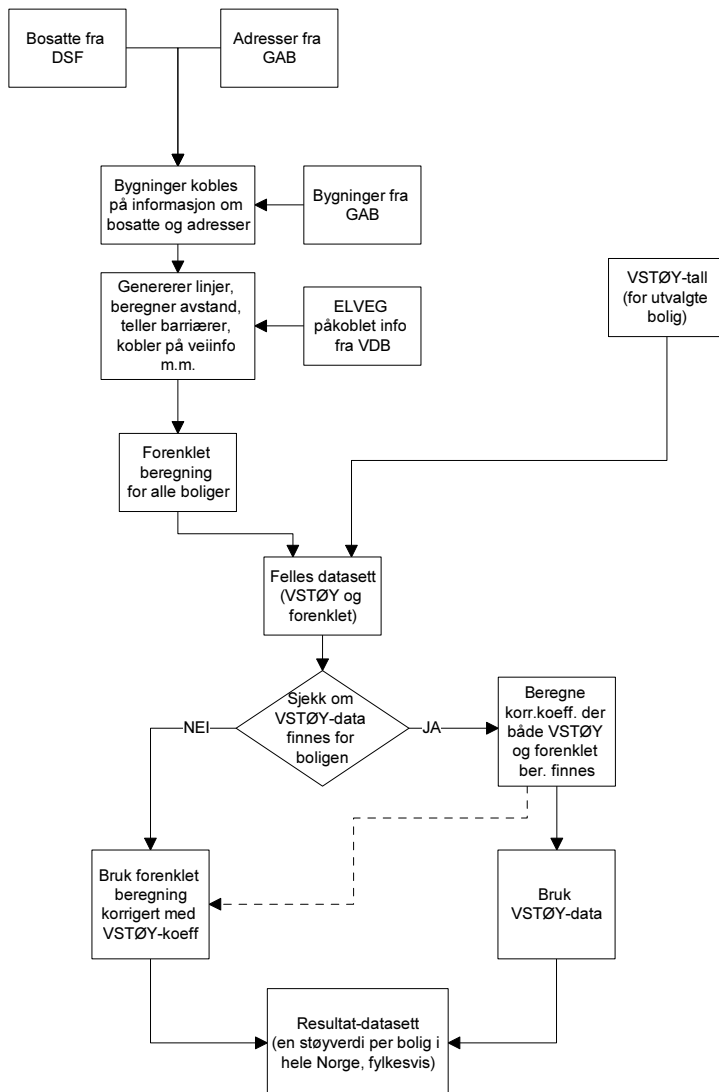
⁴ En evaluering av VSTØY og SSBs modellopplegg anbefalte også at disse dataene burde utnyttes (Klæboe og Hanssen 2002).

om støyskjerming, 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 kapittel 5.1.3.

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

Figur 6 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.

Figur 6. Flytdiagram for beregning av støyplage fra veitrafikk



5.1.1 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 støynivå for boliger ved kommunale veier som ikke er registrert i VSTØY er omtalt i detalj i avsnitt 5.1.2.

Data fra VSTØY er tenkt som 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 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).

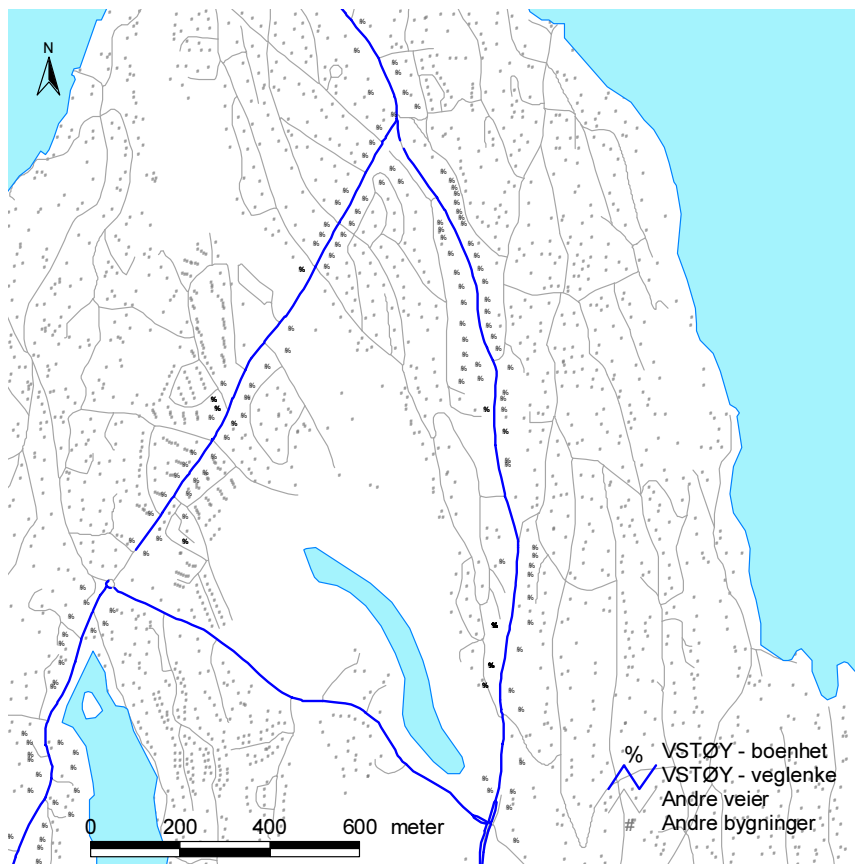
Tabellene 1 og 2, og 3 og 4 kan kobles sammen med nøkkelfelt slik at en får samlet informasjon på henholdsvis hver enkelt veilenke og boenhet. Figur 7 illustrerer veilenkene og boenhetene som inngår i VSTØY for Nesodden kommune sammen med øvrige bygninger og veier.

Data er mottatt for hvert fylke fordelt på disse tabellene (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 fra Oslo kommune, men dette er levert kun for boligheter (ikke veilenker). Dataene fra Oslo kommune hadde ingen bygningsnummer eller koordinater, men er koblet direkte med numerisk adresse som nøkkel. Disse dataene er ikke benyttet ved beregning av korreksjonsfaktor, men inngår for øvrig i beregningene (hvis data forekommer fra Oslo kommune og Statens vegvesen for samme adresse og støynivået er beregnet ulikt, er høyeste verdi valgt).

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

Figur 7. Veilenker og boenheter fra VSTØY. Eksempel Nesodden



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 på GIS-nivå (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 vei⁵, 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 en fil med informasjon knyttet til den enkelte adresse:

1. Antall bosatte (DSF) kobles til adresser
2. Egenskaper om bygningen kobles til adresser
3. Egenskaper om avstand til nærmeste veisenterlinje samt mellomliggende bebyggelse kobles til adresser
4. Informasjon om veien (ÅDT, fart mm.) kobles til adresser
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)
7. Bosatte utsatt for støy summeres og SPI beregnes.

⁵ Beregnet av SSB basert på korteste avstand mellom koordinater for boligen og nærmeste vei.

Bosatte er som nevnt allerede koblet til adressepunkter og foreligger som GIS-datasett. Med koordinatene som nøkkel kobles bygningsnummer til disse adressepunktene (adressene får bygningsnummeret til nærmeste bygning innen 25 meter).

Antall bygninger som har fått påkoblet informasjon fra VSTØY-enheter er vist i Tabell 5 nedenfor. For Rogaland har det kun vært mulig å koble enheter ved fylkesveier til adressene. Antall bygninger med påkoblet informasjon fra VSTØY vil øke i 2004-beregningene etter at veikontorene har stått for et arbeid med koordinatfesting. Når datagrunnlaget dermed blir bedre, vil også resultatene bli endret. De foreløpige resultatene som publiseres her, vil dermed bli justert. Det forbedrede datagrunnlaget vil bli tilbakeført til året 1999 slik at en sikrer konsistens i endringstallene.

Tabell 5. Antall bygninger utsatt for støy over 55 dBA

	SSB	VSTØY
I alt	256 553	74 593
Østfold	10 925	3 171
Akershus	21 313	8 272
Oslo	24 901	14 541
Hedmark	6 102	4 353
Oppland	13 231	957
Buskerud	16 740	2 903
Vestfold	14 305	7 359
Telemark	8 640	3 743
Aust-Agder	5 354	2 170
Vest-Agder	13 228	1 704
Rogaland	38 261	551
Hordaland	27 835	7 050
Sogn og Fjordane	3 557	1 518
Møre og Romsdal	13 434	3 445
Sør-Trøndelag	9 620	7 220
Nord-Trøndelag	4 288	1 154
Nordland	11 375	1 207
Troms	10 071	2 111
Finnmark	3 373	1 164

Avstanden til nærmeste vei og egenskaper ved veien kobles til adressene ved en standard GIS-operasjon der informasjon om veienes og adressenes geografi utnyttes. For å kunne legge til egenskaper om bygningsbarrierer mellom veien og adressene blir det konstruert et linjestykke langs korteste avstand mellom vei og hvert adressepunkt (se Figur 8). Bygningene er gitt i GAB ved koordinat og areal av største etasje. Bygningenes utstrekning modelleres ved å lage en sirkel med bygningenes areal. Hvis minst en av disse bygningssirkelene overlapper linjestykket mellom adressa og veien, legges opplysninger om dette til adressen. Denne operasjonen gjøres for hver av veitypene europavei, riksvei, fylkesvei og kommunal vei. Det er satt en maksimalavstand på 400 meter fra vei for disse operasjonene. Adresser i lengre avstand fra vei blir ikke beregnet.

I de tilfellene der europa-, riks- eller fylkesveier ikke har informasjon om ÅDT og tungtrafikkandel for alle veilenkene, beregnes et gjennomsnitt for hver veitype innen hvert fylke (se Tabell 6). Tabell 6 er egne beregninger på det materialet som er mottatt fra Vegdirektoratet. 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 avsnitt 5.1.2.

Som nevnt er deler av veinettet kartlagt med VSTØY. Dette gjelder i første rekke riks- og fylkesveier. For riks- og fylkesveier finnes det også trafikkellingsdata som er lagret i Vegdatabanken (VDB). For riks- og fylkesveier der det ikke er gjort tellinger, er det altså brukt gjennomsnittlige ÅDT-verdier for

hver veitype. Tungtrafikkandel finnes også i VDB for disse veiene. For kommunale veier finnes det lite data i Vegdatabanken. Data for skiltet hastighet finnes imidlertid i VBASE for både riks- og fylkesveier og kommunale veier.

Tabell 6. Gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) og tungtrafikkandel (Ta). 2001

	Europavei, ÅDT	Riksvei, ÅDT	Fylkesvei, ÅDT	Europavei, Ta	Riksvei, Ta	Fylkesvei, Ta
01 Østfold	12 000	3 334	730	15	11	9
02 Akershus	26 263	5 182	1 992	12	9	10
03 Oslo	36 370	24 840	:	10	8	:
04 Hedmark	9 911	1 612	476	15	14	10
05 Oppland	3 589	1 889	540	16	11	10
06 Buskerud	8 516	3 152	917	12	13	6
07 Vestfold	11 030	3 899	1 414	13	9	8
08 Telemark	3 549	1 717	567	12	9	7
09 Aust-Agder	7 039	1 487	465	14	11	10
10 Vest-Agder	6 755	1 362	445	15	10	10
11 Rogaland	13 112	8 850	7 677	10	9	6
12 Hordaland	4 297	2 476	709	14	10	10
14 Sogn og Fjordane	1 669	855	251	16	12	9
15 Møre og Romsdal	3 315	1 431	415	15	10	10
16 Sør-Trøndelag	7 178	1 114	835	12	11	10
17 Nord-Trøndelag	3 326	920	278	18	12	10
18 Nordland	5 071	6 156	239	12	9	10
19 Troms	1 625	1 068	1 757	13	9	10
20 Finnmark	772	410	235	16	12	10

Kilde: Vegdirektoratet

For de boligene der det allerede er gjort VSTØY-beregninger, byttes SSBs beregnede verdi ut med VSTØY-verdien. De mest belastede områder vil være dekket av VSTØY, og disse beregningene brukes altså direkte (utendørs støynivå). Det beregnes deretter korreksjonsfaktorer basert på forholdet mellom SSB-verdi og VSTØY-verdi som gjennomsnitt per fylke. For boliger i nærheten av riks- og fylkesveier som ikke er dekket av VSTØY, blir så SSBs forenklede beregninger korrigert med korreksjonsfaktorene. Tabell 7 viser de benyttede korreksjonsverdiene i dBA.

Tabell 7. Korreksjonsfaktorer for beregning av mottatt støy ved adressene 2001. dBA

Fylke	Korreksjon
Østfold	-3,12
Akershus	-3,08
Oslo	+1,30
Hedmark	-2,60
Oppland	-1,67
Buskerud	-1,95
Vestfold	-0,93
Telemark	-1,54
Aust-Agder	-3,26
Vest-Agder	-0,99
Rogaland	-1,56
Hordaland	-0,47
Sogn og Fjordane	-2,14
Møre og Romsdal	-1,31
Sør-Trøndelag	-1,18
Nord-Trøndelag	-2,47
Nordland	-3,14
Troms	-1,68
Finnmark	-4,34

SSBs forenklede metode tar utgangspunkt i likningene for beregning av referansenivået og avstandskorreksjonen samt skjerming av mellomliggende bygninger. Korreksjoner for mark, veibanetype, vegetasjon, siktvinkel, stigning og refleksjon tas det hensyn til statistisk gjennom korreksjonsfaktorene for avvik mellom SSB- og VSTØY-beregninger. For boligblokker beregnes halvparten av de bosatte å være utsatt for den aktuelle støyverdien, mens alle bosatte i enebolig telles med. Antagelsen om boligblokkene er usikker og vil bli studert nærmere i løpet av 2004-

Støyalgoritmene er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.3.

Tabell 8. Variabler for riks- og fylkesveier inkludert i den forenklede metoden

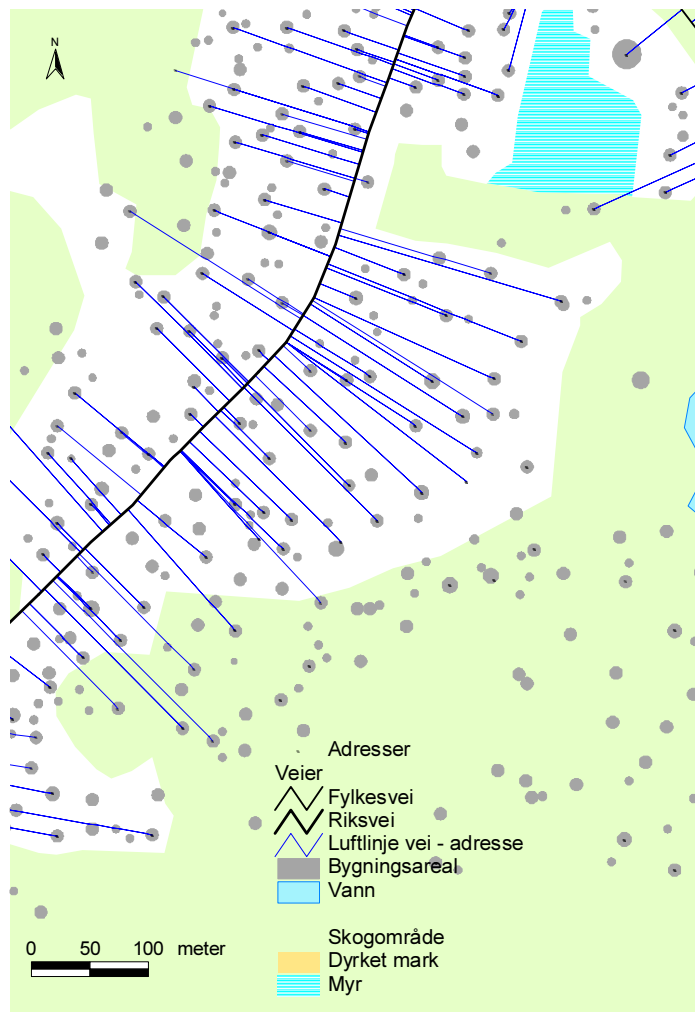
Variabel	Kilde	Leverandør
ADT	Vegdatabanken	Vegdirektoratet
Skiltet hastighet	Vegdatabanken/vbase	Vegdirektoratet
Tungtrafikkandel	Vegdatabanken	Vegdirektoratet
Avstand mellom midtlinje og bolig	vbase og GAB	SSB beregner
Mellomliggende bygning	GAB	SSB beregner

Tabell 8 viser en oversikt over kilden for opplysningene som inngår i beregningene. I tillegg har altså Vegdirektoratet levert tall på utendørs og innendørs støynivå per bolig koordinatfestet der det finnes.

Endringer i motorteknologi, dekktype m.m. blir ikke tatt hensyn til verken i SSB- eller i VSTØY-tallene. SINTEF utarbeider nå en emisjonsmodell der dette tas hensyn til. Når dette arbeidet er ferdig, bør denne kunnskapen utnyttes også i SSBs indikatormodell. Endringer som følge av fasadetiltak registreres i VSTØY og beregnes for utendørs støy etter kriterier gitt i notat (Bratheim 2001). Endring i SPI som følge av fasadetiltak regnes som 70 prosent av endring i 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.

Figur 8 viser et utsnitt med adresser, veier og korteste luftlinje imellom. Det er disse linjene som er benyttet til å registrere mellomliggende bygningsmasse (hus som skjerner).

Figur 8. Adresser, veier og korteste avstand mellom disse



I justeringen antas at all kartlegging fra VSTØY refererer til året 1999. Dette er selvsagt en forenkling siden VSTØY-dataene vel egentlig er basert på grunnlagsdata med varierende referanseår⁶. 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, brukes disse fra og med dette året, og det beregnes nye korreksjonsfaktorer.

5.1.2 Estimering av ÅDT på kommunale veier

Støynivået i den enkelte bolig ved kommunale veier ble beregnet med akkurat de samme algoritmene som for riks- og fylkesveier. Parametrene som ble brukt var ÅDT, tungtrafikkandel, hastighet, stigning, avstand fra vei til bolig samt barrierer (skjerm eller mellomliggende bygg). Det var størst utfordringer knyttet til hvordan man skulle fremskaffe data på ÅDT og tungtrafikkandel. Vegdirektoratet 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 ble gjort, er beskrevet under.

Skiltet hastighet på de kommunale veiene er registrert i *vbase*, stigningsgraden på veien må settes lik null (pga. manglende data), mens avstand mellom veiens midtlinje og bolig beregnes på "vanlig måte" (se Tabell 9).

⁶ Siden det er lite hensiktsmessig å måtte håndtere flere referanseår i modellen, settes dette altså til 1999.

Tabell 9. Variabler, kilder og leverandører for kommunale veidata

Variabel	Kilde	Leverandør
Trafikkarbeid på kommunenivå	TØI/Vegdatabanken/SSB	SSB (eksisterende data)
ADT	beregninger basert på trafikkarbeid	SSB beregner/oppsett fra kommunen
Skiltet hastighet	vbase	Vegdirektoratet
Tungtrafikkandel	beregninger	SSB beregner/oppsett fra kommunen
Avstand mellom midtlinje og bolig	vbase og GAB	SSB beregner
Mellomliggende bygning	GAB	SSB beregner
Stigning	Settes lik null	

Estimat over kommunalt trafikkarbeid

I SSB/SFTs modell for beregning av utslipp til luft i Norge er det et estimat over trafikkarbeid på kommunale veier i Norge. Dette er beregnet ved å ta utgangspunkt i TØIs årlige estimater over trafikkarbeidet i Norge (f.eks. Rideng, 2002) og trekke fra trafikkarbeidet som er oppgitt i Vegdatabanken. På denne måten får man altså en restbestemmelse av trafikkarbeidet for kommunale veier. Denne metoden gir ikke nødvendigvis noe presist estimat for trafikkarbeidet på kommunale veier siden de to kildene som er brukt til restbestemmelsen ikke er konsistente. Dette er likevel den beste metoden tilgjengelig.

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 i kommunen. I støyarbeidet er antagelsen utvidet til også å ta hensyn til at trafikkarbeidet også varierer med antall ansatte (antall arbeidsplasser) og antall elever i tillegg til befolkningen. Trafikkarbeidet fordeles derfor fra nasjonale tall 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 og elever / bosatte lik 1,14. Et unntak fra denne kommunefordelingsmetoden er 15 mer eller mindre store kommuner der trafikkarbeidet er hentet inn direkte fra kommunene (se Tabell 10). For 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. SSBs estimat viser at oppunder 10 prosent av det norske trafikkarbeidet skjer på kommunale veier (Tabell 11).

Trafikkarbeidet fordeles på lette og tunge kjøretøy på bakgrunn av resultater fra TP10-arbeidet (ca. 8,4% av trafikkarbeid med tunge kjøretøy). 10 av kommunene som har rapportert trafikkarbeid, har også fordelt dette på lette og tunge kjøretøy (avmerket i tabellen). De fleste av disse har en lavere tungtrafikkandel enn TP10-snittet. Snittet for alle kommunale veier blir da 8,0 prosent.

Tabell 10. 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

Tabell 11. Trafikkarbeid på norske veier. 1998. Mill. kjøretøykm

	Riks- og fylkesvei	Kommunal vei	Prosent på kom. veier
I alt	27 651	2 941	9,6
Lette kjøretøy	24 686	2 705	9,9
Tunge kjøretøy	2 965	236	7,4

Kilde: beregnet av SSB basert på data fra TØI og Vegdirektoratet samt 15 norske kommuner.

Tilpasning til støymodellen - ÅDT på veilenkenivå

Til støyberegninger er dessverre ikke det totale trafikkarbeid på kommunenivå godt nok. I henhold til den forenklede metoden skissert over trenger vi data på ÅDT per veilenke. SSB estimerte dette ved å ta hensyn til hvor kommunenes tettsteder ligger⁷. Antagelsen om at befolkning genererer veitrafikk ble dermed brukt også innenfor den enkelte kommune. SSB har utviklet en metode for tettstedsavgrensning, og dette gjøres rutinemessig. Basert på vår antagelse om at mest trafikk på kommunale veier skjer i kommunenes tettest 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 støyuutsatte områdene enten er kartlagt med VSTØY eller finnes langs riks- eller fylkesveier. Det kan tenkes at man kan raffinere den geografiske fordelingen innen en kommune ved å ta hensyn til sysselsetting. Dette må eventuelt bli i senere versjoner av modellen.

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 spredt bebyggelse og 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 4,0 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.

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

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:

⁷ En kommune kan ha flere tettsteder.

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

hvor:

$\text{Traf}_{KOM. VEIER I FYLKET}$ = totalt trafikkarbeid (antall kjørte km) i fylket
 $kmvei$ = antall kilometer vei i fylket fordelt på spredtbygd strøk og tettbygd strøk med hastighet mindre enn 50 km/t og større enn eller lik 50 km/t.

I kommuner der $\dot{A}DT$ -data for kommunale veier finnes (Trondheim og Bergen), 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 $\dot{A}DT$ mellom de to er. Imidlertid viste det seg at nesten alle veilenkene som har $\dot{A}DT$ -informasjon ligger innen tettsteder, så en slik sammenligning ble ikke gjort.

Områder med kjent trafikkarbeid eller støynivå

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

Oslo kommune har oversikt over $\dot{A}DT$ for de fleste veier ned til en $\dot{A}DT$ på ca. 500. Kommunens database er imidlertid på et helt annet format enn Vegdatabanken. Veilenkene er systematisert på en annen måte og kan ikke uten videre hentes inn i et GIS-system. Informasjonen kan derfor ikke brukes i denne omgang. Kommunen har imidlertid gjort støyberegninger for en rekke boliger som ligger i nærheten av disse veiene. Helsevernetaten jobber nå med å tilordne GAB-punkter til disse boligene. Dette arbeidet ble imidlertid ikke ferdig slik at vi kunne benytte dem i årets arbeid, men boligenhetene er forsøkt koblet til adressepunkter ved hjelp av numerisk adresse som nøkkel.

SSB beregner $\dot{A}DT$ for alle kommunale veier i Norge ut fra trafikkarbeidet på kommunale veier i fylket.

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

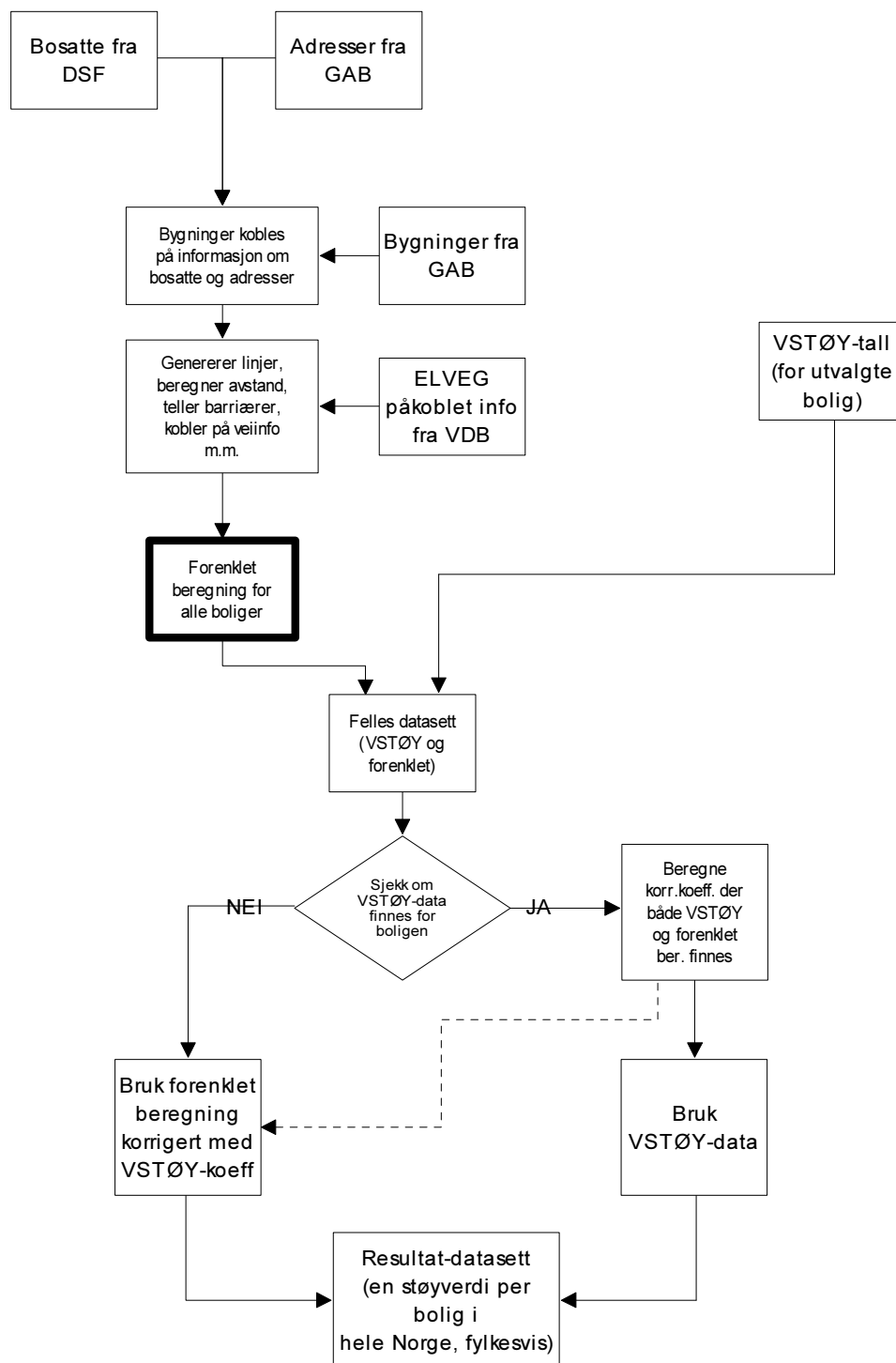
- Kommunen har allerede beregnet støy fra kommunale veier, og dette brukes direkte
- $\dot{A}DT$ er kartlagt i kommunen, og dette brukes til støyberegningen
- SSBs estimerte $\dot{A}DT$ brukes til støyberegningen

For Oslo, Bergen og Trondheim vil vi ha kombinasjoner av disse alternativene.

5.1.3 Likninger i fullskalamodellen

Flytdiagrammet nedenfor (Figur 9) er også vist tidligere i dette notatet. Boksen som omhandler fullskalaberegningen er nå uthevet med tykkere ramme og skravert. Denne boksen er tema for teksten og likningene under. I tillegg omtales kort prinsippet med å korrigere trinn 1 i fullskalamodelleringen med empiriske funksjoner.

Figur 9. Flytdiagram for beregning av veitrafikkstøy



Som nevnt i notatet vil enhver støyverdi fra fullskalamodelleringen erstattes med en VSTØY-verdi der slike finnes. Fullskalakonseptet er dermed viktigst for de områder som ikke er kartlagt gjennom VSTØY. Beregningen gjøres i to trinn:

Trinn 1

$$L_{\text{Aekv-ukorrigert}} = L_{\text{emisjon}} + \Delta L_{\text{st}} + \Delta L_{\text{avstand}} + \Delta L_{\text{barriere}}$$

Trinn 2:

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

der

L_{Aekv} = det A-veide ekvivalente støynivået

L_{emisjon} = utgangsnivå - nivå ved støykilde

ΔL_{st} = korreksjon for stigning i veibanen (data finnes for de fleste fylker)

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

$\Delta L_{\text{barriere}}$ = korreksjon for barrierer (mellomliggende bygninger eller støyskjerm) hvor $\Delta L_{\text{barriere}} = 10$ dBA i karré-bebyggelse og 5 dBA i villabebyggelse

$\Delta L_{\text{korreksjon}}$ Korreksjonsfunksjoner som hentes ut ved å sammenligne resten av fullskalaberegningen med verdier fra VSTØY for den enkelte adresse. Funksjonene vil avhenge av avstand til vei og inneholde VSTØY-informasjon som ellers ikke blir med i modellen.

L_{emisjon} , ΔL_{st} og $\Delta L_{\text{avstand}}$ er gitt ved enkle likninger som hentes fra Nordisk beregningsmetode. $\Delta L_{\text{barriere}}$ er en desibelkorreksjon hentet fra VSTØY/Vegdirektoratet.

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 (gjelder avsnitt 3.1 og 3.2).

5.1.3.1 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 er gitt ved:

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

hvor:

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

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

T = tid i sekunder ($60 \cdot 60 \cdot 24$)

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

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

hvor:

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

$$L_{AE(\text{lette})} = 71,1 \quad , \text{ for } 0 \text{ km/t} \leq v < 40 \text{ km/t}$$

$$L_{AE(\text{tunge})} = 80,5 + 30 \log(v/50) \quad , \text{ for } 50 \text{ km/t} \leq v \leq 90 \text{ km/t}$$

$$L_{AE(\text{tunge})} = 80,5 \quad , \text{ for } 0 \text{ km/t} < v < 50 \text{ km/t}$$

5.1.3.2 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)

5.1.3.3 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.

5.1.3.4 Barriere, $\Delta L_{barriere}$

Ifølge SFT og Vegdirektoratet vil det meste av dempingen skje ved første barriere. Det er også dette som tas hensyn til i VSTØY. Vi bør ikke regne ytterligere demping ved flere barrierer. I VSTØY brukes en demping på 5 dBA for demping fra bebyggelse utenom karré (firkantformasjon). For karré kan man regne med f.eks. 10-20 dBA reduksjon. Ved en slik tilnærming regnes det altså ikke ytterligere støydempning fra annen husrekke, noe som er helt analogt med VSTØY. Tabell 12 viser de benyttede verdiene.

Tabell 12. Støyreduksjon ved ulike situasjoner

Bolig ligger bak:	Støyreduksjon
-karré	10 dBA
-annen bebyggelse	5 dBA
-støyskjerm	0 dBA for blokk og 10 for småhus

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

Som nevnt tidligere, vil man for alle adressepunkter beregne en støyverdi, enten det finnes VSTØY-beregning eller ikke. I de tilfeller det finnes VSTØY-beregning, utnyttes avviket mellom fullskala- og VSTØY-beregning til å utarbeide korreksjonsfaktorer. Korreksjonsfaktorene er utarbeidet på fylkesnivå (se Tabell 7).

Slike korreksjonsfunksjoner vil på et overordnet nivå ta hensyn til opplysninger som ligger inne i VSTØY, men som ikke er med i trinn 1 av fullskalaberegningen. Dette vil gjelde f.eks. markdempning, siktinkel, kort avstand til vei, topografiske effekter.

5.1.4 SPI for veitrafikk

SPI for veitrafikk beregnes med formelen

$$\text{SPI for veitrafikk} = \text{antall personer} \cdot 1,55 (L - 37)/100$$

der

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

SPI er egentlig definert i forhold til utendørs støynivåer. 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 støyplogen vil endres på grunn av fasadetiltak selv om SPI refererer til utendørs støynivå.

Basert på en litteraturgjennomgang vurderte prosjektgruppa det slik at det skal benyttes en korreksjonsfaktor på 0,7 for boliger der det er gjort fasadetiltak etter 1999. Dette vil si at innendørs støyploge vektet 70 prosent av totalplagen. Det tas ikke hensyn til tiltak gjort før 1999 siden det er utviklingen i perioden 1999 - 2010 som er interessant for støymålet.

5.1.5 Svakheter ved den forenkledede modelleringen

Den forenkledede 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 forenkledede 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. Likeledes vil beregningen av hvilke adresser som har en bygningsbarriere i siktlinja til nærmeste vei kunne påvirkes av forholdet mellom den modellerte sirkelrunde bygningen og bygningens reelle utstrekning.

5.2 Luftfart

Vi har mottatt NORTIM-filer for 23 av de største flyplassene i landet, filene inneholder støyverdier i et punktnett omkring flyplassen. For hver flyplass har vi mottatt to filer, en for et startår mellom 1997 og 2002, og en som inneholder prognoserte støyverdier for et år 10-20 år fram i tid. For 23 mindre flyplasser der NORTIM-filer ikke foreligger, har vi konstruert støypunktnett med grunnlag i NORTIM-filen for Stokka flyplass i Nordland fylke. NORTIM-modellen samt trafikk tall blir brukt for å beregne støyemisjon og spredning i den statistiske modellen.

Ved beregning av støyverdier for et nytt år tar vi hensyn til endringer i trafikkmengde ved flyplassen samt endringer i støynivå som følge av utskiftinger til nye og mer stillegående fly. For å få tall for effekten av flyutskiftinger benytter vi oss av NORTIM-filer for start- og prognoseår samt trafikkprognoser for hver enkelt flyplass.

Produksjonen av støyresultater er todelt. Første del består av en engangsjobb der det med utgangspunkt i NORTIM-filene blir etablert støycover for hver enkelt flyplass. Andre del er den årlige oppdateringen der årets trafikk tall og informasjon om bosatte legges inn. Resultatet er støycover og tabeller over støyutsatte for beregningsåret. Overordna metode er vist i Figur 10.

Ulik datatilgang gjør at det er utviklet ulike produksjonsløyper, som brukes ettersom trafikk tall og NORTIM-beregninger foreligger for flyplassen.

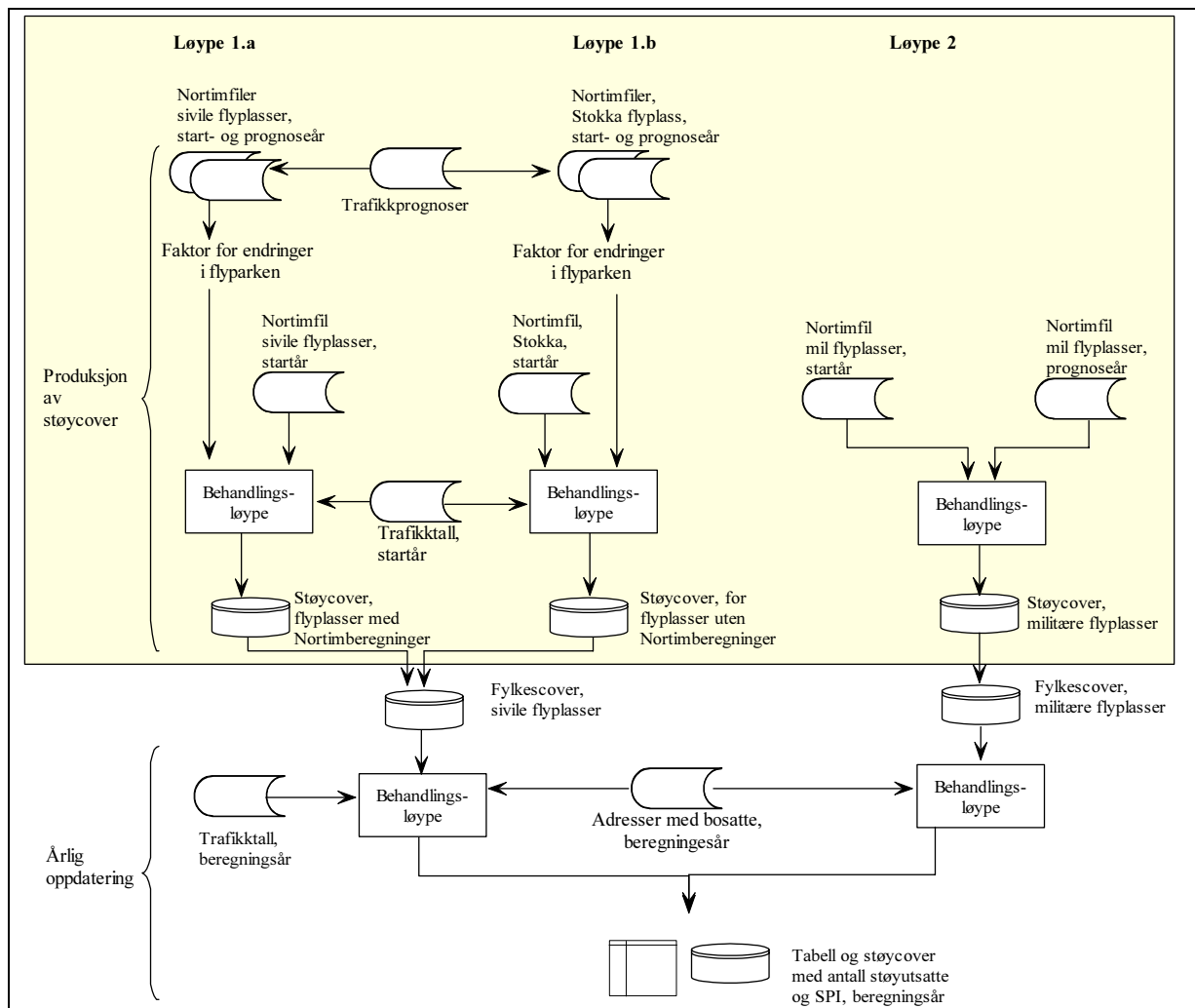
1- Der trafikk tall foreligger. dBverdiene fra NORTIM-beregningenes startår justeres ved hjelp av trafikk tall for startår og for aktuelt beregningsår. I tillegg brukes NORTIM-prognosefilen til å beregne et årlig desibeltillegg som ikke er knyttet til trafikkutviklingen. Dette gjøres

- a) For flyplasser med NORTIM-beregninger

b) For flyplasser uten NORTIM-beregninger. Stokka brukes da som standardflyplass.
2- Der det ikke finnes trafikk tall. Beregningene tar utgangspunkt i både start- og prognoseår fra NORTIM. For årene imellom interpoleres det verdier.

2 flyplasser får særskilt behandling. Rygge som er beregnet uten trafikk tall i 1999 og med trafikk tall i 2002, og Gardermoen der vi kun bruker en fil som utgangspunkt og ikke tar hensyn til prognoser.

Figur 10. Overordna metode for beregning av flystøy



5.2.1 Produksjon av støycover

5.2.1.1 Sivile flyplasser der det finnes NORTIM-beregninger

NORTIM-filene inneholder lokale koordinater, som vedlegg til filene fikk vi oppgitt det lokale punktnettets referanseorigo i NGO eller UTM med lokal sone. På grunnlag av dette ble alle NORTIM-filer transformert til UTM sone 33. Ekvivalent støyverdi, L_{ekv} , fikk et tillegg på 3 dBA for fasaderefleksjon. Kun koordinater omregnet til globale verdier, årgang og ekvivalent støyverdi, L_{ekv} , ble tatt med i videre beregninger. Start- og prognosefil samt opplysninger om trafikkvekst ble brukt til å beregne en faktor for endringer i flyparken. Denne faktoren samt et flyplassnummer ble lagt til hver enkelt flyplass før disse ble satt sammen til fylkescover.

5.2.1.2 Sivile flyplasser der det ikke finnes NORTIM-beregninger

For en rekke små og mellomstore sivile flyplasser foreligger det ikke NORTIM-beregninger. Etter avtale med Avinor (Liasjø 10. mai 2002), er støypunktsvermen for flyplassen Stokka (1820 Alstahaug) dreiet om banens senterpunkt (senter er funnet manuelt ved hjelp av N50 tema) og tilpasset retningsvinkelen (oppgett av Avinor) til de aktuelle flyplassene. Støy i NORTIM-beregningsåret 1999 for Stokka er deretter justert med trafikkmengde for startår på Stokka og aktuelt år på modellert flyplass. For øvrig er de til sammen 23 modellerte flyplassene behandlet som beskrevet i avsnitt 5.2.3.

5.2.1.3 Militære flyplasser

For 4 flyplasser med hovedsakelig militær bruk er ikke trafikktall tilgjengelige. NORTIM-filer for start- og prognoseår behandles som beskrevet i 5.2.1.1, og settes deretter sammen til et cover⁸. Verdier for mellomliggende år interpoleres etter følgende formel:

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

der

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

$L_{\text{ekv 0}}$ = støyverdi i startår

$L_{\text{ekv P}}$ = støyverdi i prognoseår

tid = antall år mellom startår og prognoseår

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

Koordinater og L_{ekv} -verdier blir eksportert som en txt-fil som behandles i kartprogram på samme måte som øvrige støyfiler. Coveret lagres som støypunkter_m.

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. For Ørlandet flystasjon regner man med en flat støyutvikling i perioden 1993-2013 (Granøien 05.01.2004), det er derfor mottatt kun 1 NORTIM-fil, denne er brukt til å bygge opp et støycover som har samme støyverdier for hele perioden. For Bodø flystasjon er det mottatt nye NORTIM-filer for 2002 og 2012, nye verdier i perioden 2002-2012 er interpolert på grunnlag av disse filene, og herifra er det hentet ut støyverdier for 2002. De gamle NORTIM-filene er brukt til å interpolere verdier fra 1998- 2010, og støyverdier for 1999 er hentet ut fra denne interpolasjonen.

5.2.2 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. Vi ser at flere flyselskaper skifter ut sine fly hyppigere. Eksempelvis har norske flyselskap ikke fly som er mer enn ca. 13 år.

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.

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).

⁸ Et cover er et filbasert datalagringsformat for å lagre plassering, utbredelse samt egenskaper for geografiske objekter. Et cover representerer som oftest et enkelt tema som f.eks. vann, veier eller høydedata.

5.2.2.1 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 beregna ved to ulike metoder, en der det kun tas hensyn til endringer i trafikkmengder og en der alle endringer er med. I den første metoden blir trafikken i prognoseåret beregnet på grunnlag av prognoser for trafikkvekst, deretter brukes formelen for justering av støyer verdier. Dette gir et bilde av støyutviklingen dersom man kun justerer for endringer i trafikkmengde:

$$\text{traf_L}_{\text{ekv p}} = L_{\text{ekv_start}} + 10 \cdot (\lg((\text{traf_start} + (\text{traf_start} \cdot \text{traf_vekst})) / \text{traf_start}))$$

der

$\text{traf_L}_{\text{ekv p}}$ = støynivå i prognoseår basert på trafikk tall

$L_{\text{ekv_start}}$ = støynivå i startåret

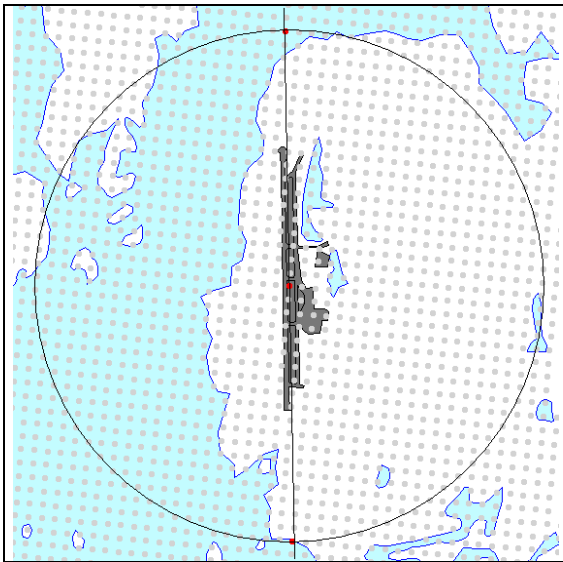
traf_start = trafikken i startåret

\lg = logaritme med grunntall 10

$\text{traf_start} + (\text{traf_start} \cdot \text{traf_vekst})$ = trafikken i prognoseåret

I den andre metoden blir støyutviklingen i NORTIM-perioden 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 11). Middeler verdi 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 11. NORTIM-punkter ved Flesland flypass, utvalgte punkt i rødt



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

$$\text{stoy_rest} = (\text{traf_L}_{\text{ekv p}} - \text{stoy_L}_{\text{ekv p}}) / \text{ant_NT_aar}$$

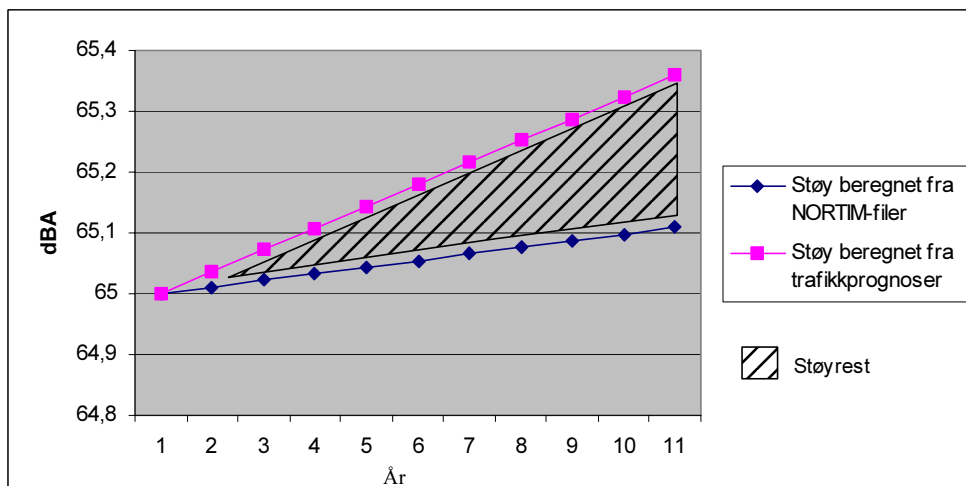
der

stoy_rest = differanse per år i NORTIM-perioden

$\text{traf_L}_{\text{ekv p}} = \text{støynivå i prognoseår basert på trafikkprognoser}$
 $\text{stoy_L}_{\text{ekv p}} = \text{støynivå i prognoseår basert på støyprognoser}$
 $\text{ant_NT_aar} = \text{antall år i NORTIM-perioden}$

Figur 12 illustrerer de to ulike scenariene for støyutvikling i et NORTIM-punkt. I utgangspunktet er støynivået i punktet 102 dBA. Dersom man bruker trafikk tall som grunnlag for å beregne støyutviklingen, vil støynivået i punktet etter 10 år ha blitt 120 dBA. Følger man støyutviklingen fra prognosefilen derimot, er lydnivået etter 10 år 110 dBA. Differansen mellom de 2 scenariene er 10 dBA over 10 år. Denne differansen kan ikke forklares med endringer i trafikk tall, men må ha andre årsaker, som overgang til nye og mer stillegående fly. Når denne støyresten blir fordelt i perioden, kommer vi fram til at det i gjennomsnitt skal trekkes fra 1 dBA per år for å kompensere for endringer av flyparken i 10-års-perioden.

Figur 12. Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt utover i NORTIM-perioden



5.2.3 Årlig oppdatering

5.2.3.1 Av flyendringfaktoren

Beregner antall år mellom NORTIM startår og nytt beregningsår

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

Beregner støyresten som skal legges til i det nye beregningsåret

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

5.2.4 Flyplasser der det foreligger trafikk tall

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

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

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
 $ny_støy_rest$ = desibeltillegg for endringer som ikke skyldes trafikkvekst.

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.

5.2.4.1 Metode 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. De tidligere prognosene for støyutvikling er derfor ikke lenger gyldige, og nye NORTIM-filer som tar hensyn til endringen er ikke produsert. Imidlertid har vi mottatt tall for trafikkmengden i NORTIM-startåret (1997) og for 2002, disse er brukt til å beregne justerte støyverdier for 2002, etter formelen under. Her er det ikke lagt inn desibeltillegg, da vi mangler korrekt prognosefil.

$$L_{ekv\ n} = L_{ekv\ n0} + 10 \cdot lg\ T_n/T_{n0}$$

der:

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

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

T_n = Trafikkmengde, nytt beregningsår

T_{n0} = Trafikkmengde, startår

lg = logaritme med grunntall 10

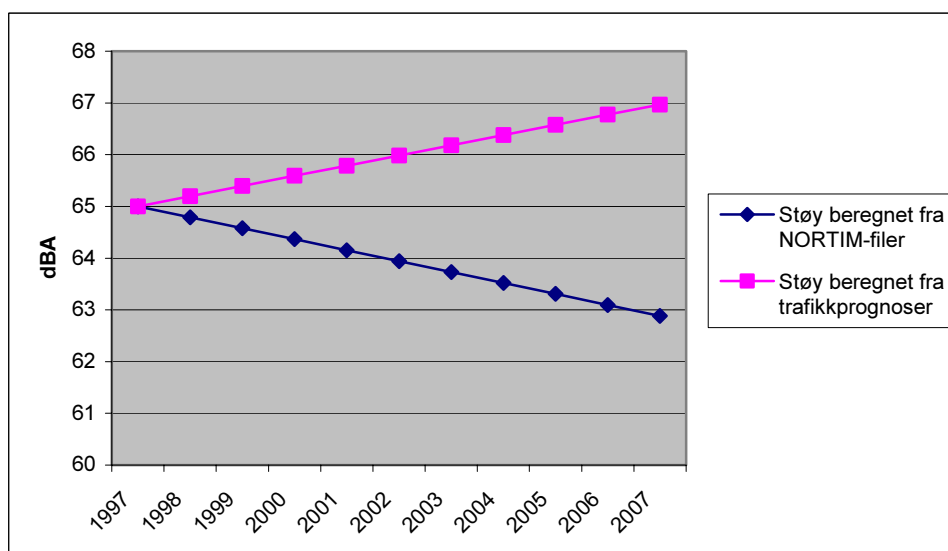
5.2.4.2 Metode for Oslo lufthavn Gardermoen

Oslo lufthavn utfører årlige NORTIM-beregninger. I 2002 ble imidlertid NORTIM-modellen for denne flyplassen oppgradert, noe som fører til at støyverdien i eldre filer og NORTIM-prognosefilen ikke lenger er sammenlignbare med 2002-dataene. Vi har derfor valgt å kun bruke 2002-filen i beregningene. Filen er brukt som den er, men med et tillegg for fasaderefleksjon, for 2002. For 1999 har vi tilbakeskrevet på grunnlag av trafikk tall, men uten å ta hensyn til prognosefil.

5.2.5 Alternativ metode

En alternativ metode for å bruke opplysningene i NORTIM-prognosefilene samt tall for trafikkbelastninger til beregningen er utprøvd, men ikke benyttet. Metoden baserte seg på å beregne en stigningskurve for prognosert trafikkvekst, deretter finne hvilket år trafikkmengden i nytt beregningsår tilsvarer, og å bruke støysonen for dette året. 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 13.

Figur 13. Støyutvikling basert på NORTIM-filer og trafikkprognoser, Værnes flyplass, 1997 - 2007



5.2.6 Beregning av SPI

Befolkning utsatt for støy ble telt opp i 5-dBA-intervaller f.o.m 50 dBA. Maks tillatte avstand til nærmeste støy punkt ble satt til henholdsvis 40, 80 og 160 meter, avhengig av den enkelte flyplass' støy punktnett.

Omregning til SPI er gjort som følger:

$$\text{SPI for flytrafikk} = \text{antall personer} \cdot 1,83 (L - 38)/100$$

der

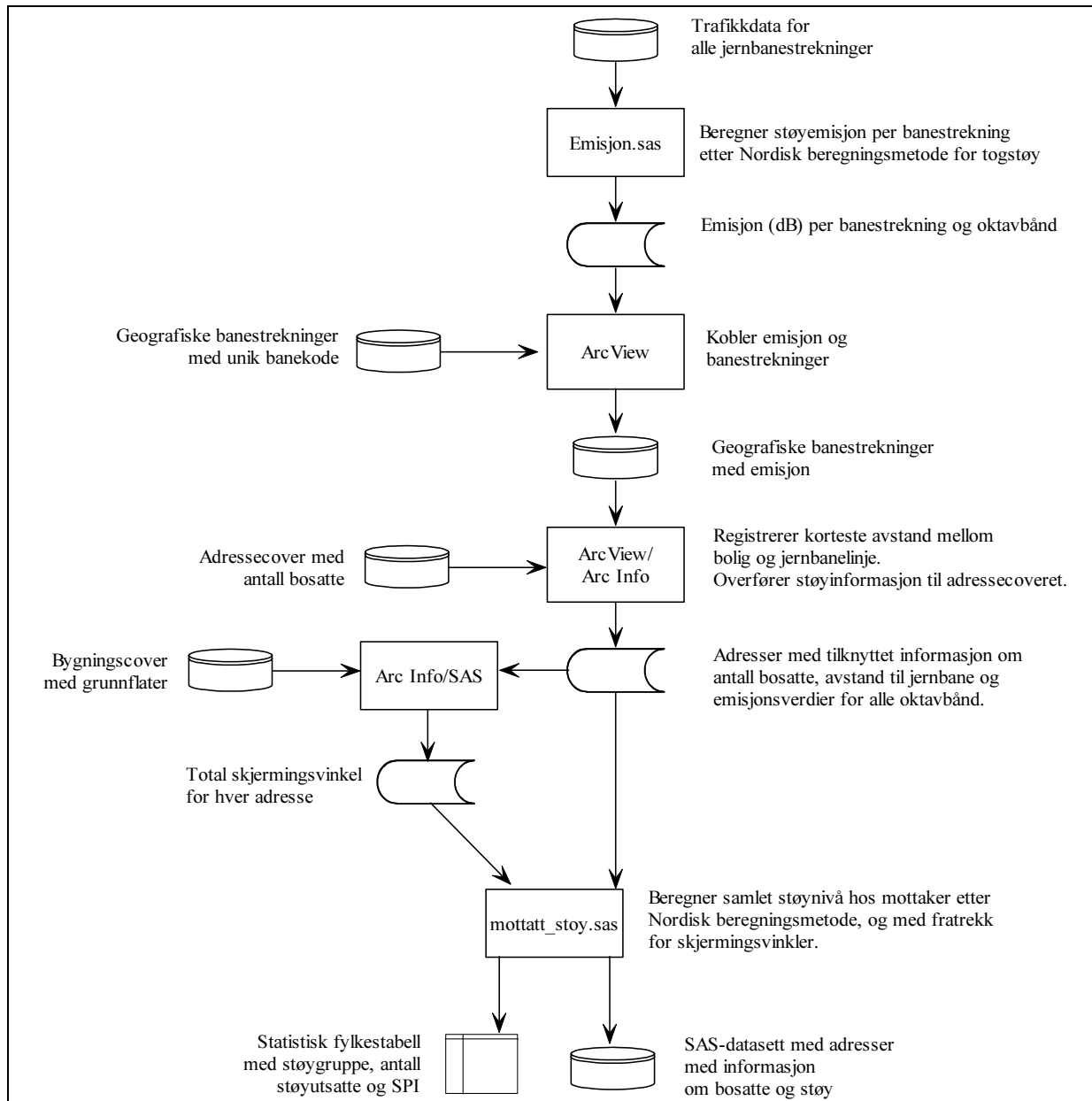
L = Ekvivalent støynivå (L_{ekv}) med 3 dBA tillegg for fasaderefleksjon

5.3 Jernbane

Overordna metode er vist i Figur 14. Støyemisjon blir beregnet for hver banelenke med utgangspunkt i opplysninger om antall togmeter og hastighet for de togtypene som trafikkerer strekningen. Beregningen blir gjort etter Nordisk beregningsmetode for togstøy.

Resultatet er en tekstfil som inneholder en unik id for hver banelenke, start- og sluttkilometer for lenken og desibelverdier. Filen blir tatt inn i kartprogrammet ArcView og kobles til de geografiske banestrekningene på grunnlag av bane-id og kilometrering. Adressecover med antall bosatte blir koblet til jernbanelinjene, og avstand til nærmeste jernbanelinje blir beregnet for alle som bor nærmere enn 400 meter til en jernbanelinje. Til slutt blir samlet støynivå hos hver mottakeradresse beregnet. Avstanden til jernbanelinja blir her brukt til å beregne avstandsdeмпing.

Figur 14. Overordna metode for beregning av støy fra jernbane



5.3.1 Beregning av støyemisjon

SAS-Programmet Emisjon beregner støyemisjon etter nordisk beregningsmetode. 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_{w0} , etter følgende formel:

$$L_{w0} = a \cdot \lg(v/100) + 10 \cdot \lg(l_{24}) + b$$

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

Resultatet blir skrevet ut til en kommaseparert fil som tas inn i Arc View for videre behandling

5.3.2 Kobling av støyemisjon til geografiske banestrekninger

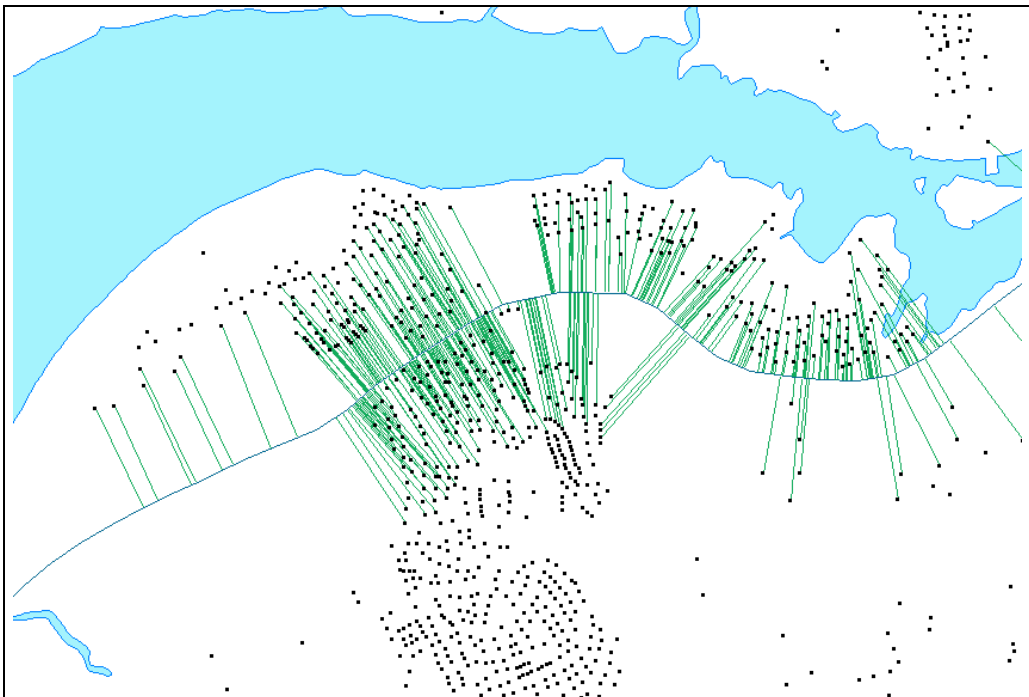
Støyemisjonen blir koblet til geografiske banestrekninger ved hjelp av dynamisk segmentering i ArcView. Bane-id, samt start- og sluttkilometer for hver banelenke blir brukt for å gjøre koblingen. På denne måten blir emisjonen spredt jevnt utover fra start- til sluttkilometer for strekninger med lik bane-id.

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).

5.3.3 Registrerer korteste avstand mellom bolig og jernbanelinje

Det blir foretatt en avstandsberging mellom hver adresse med bosatte og nærmeste jernbanelinje. Avstanden samt informasjon om banenummer og støy blir koblet til hvert adressepunkt (Figur 15).

Figur 15. Beregning av korteste avstand fra bolig til jernbanelinje



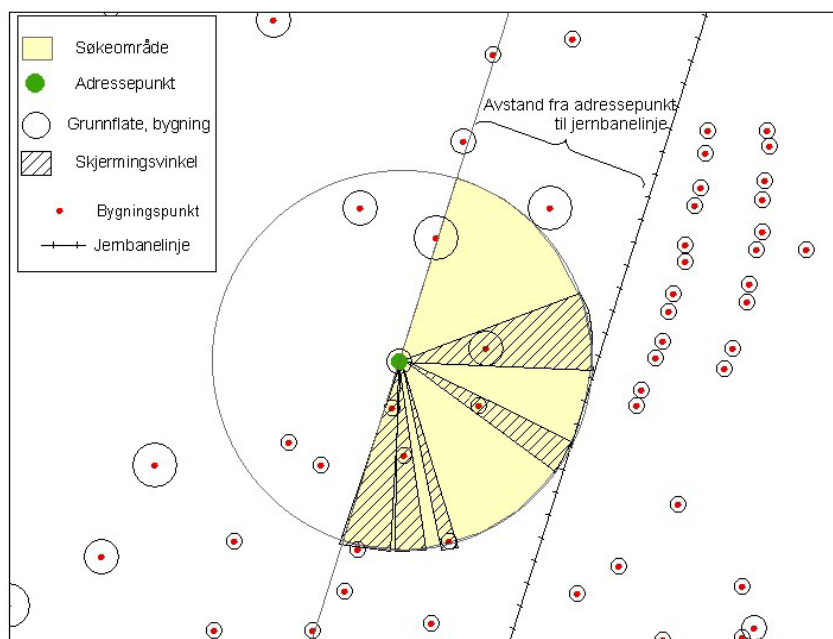
5.3.4 Beregning av skjermingseffekt

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 støynivået som belaster adressen.

Beregning av skjermingsvinkel blir gjort for hver enkelt bostedsadresse. Utgangspunktet er at adressepunktet har 180 graders fri sikt til jernbanelinja, men at eventuelle bygninger i området mellom adressa og jernbanelinja vil skjerme for deler av denne siktvinkelen. Vi kjenner koordinatene til adressa, til nabobygningene og til jernbanelinja. Med utgangspunkt i disse opplysningene kan vi finne avstand mellom adressepunktet og jernbanelinja samt avstand mellom adressepunktet og bygningene i nabolaget.⁹ 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 skjermer for. Metoden er illustrert i Figur 16.

Første trinn i prosessen er å velge ut de bygningene som det er aktuelt å beregne skjermingsvinkel for. Vi kjenner avstanden mellom adressepunktet og jernbanelinja, 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 jernbanelinja. Deretter beregner vi avstanden mellom jernbanelinja og bygningene, og velger kun ut bygninger som ligger nærmere jernbanelinja enn adressepunktet. Vi står da igjen med en halvsirkel (i figuren kalt søkeområde) som ligger mellom jernbanelinja 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 (særlig de som ligger omtrent vinkelrett mot jernbanen) 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 jernbanestøy.

Figur 16. Grunnlaget for beregning av skjermingseffekt



⁹ I de videre beregningene forholder vi oss kun til disse avstandene, ikke til den faktiske plasseringen av bygningene og vinklene disse danner i forhold til adressepunkt og jernbane.

I neste trinn beregnes utstrekningen til de aktuelle bygningene. Vi gjør her en forenkling ved å tildele bygningene en sirkelform, og sier at radiusen til denne sirkelen er den teoretiske bredden til bygningen. Vi gjør dette anslaget fordi vi hverken kjenner den virkelige utformingen av de skjermende bygningene eller hvordan de er orientert i terrenget. Radius blir beregnet etter formelen under på grunnlag av grunnflate for bygningene hentet fra GAB.

$$\text{Radius til skjermende bygninger} = \sqrt{\text{grunnflate bygg} / \pi}$$

Avstanden mellom adressepunktet og hver enkelt skjermende bygning blir beregnet ved hjelp av GIS. Radius og avstand blir brukt til å beregne hvor stor del av den 180 graders siktinkelen som blir skjermet av det aktuelle bygget. Den trigonometriske formelen under blir benyttet til dette.

$$\text{Skjermingsvinkel} = 2 \cdot \arctan(\text{radius/avstand til bygning})$$

Det blir beregnet en skjermingsvinkel for hver nabobygning. Skjermingsvinklene blir deretter lagt sammen etter formelen under:

$$\text{Total skjermingsvinkel} = \text{skjermingsvinkel1} + \text{skjermingsvinkel2} + \text{osv.}$$

På grunnlag av den totale skjermingsvinkelen blir det beregnet en skjermdempingsfaktor, dette er en desibelverdi som trekkes fra den øvrige støyen som er beregnet for en adresse.

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

Siden skjermingsvinklene blir beregnet for hver av nabobygningene, kan det skje at det blir beregnet skjermingsvinkler for sektorer som i virkeligheten overlapper hverandre helt eller delvis. Skjermingsvinklene blir lagt sammen uten å ta hensyn til at det kan være slike overlappinger mellom dem. Dette fører til at for en del adresser blir den sammenlagte skjermingsvinkelen større enn 180°. Dersom dette skjer regner vi med at adressen er totalt skjermet for støy fra jernbanen, og skjermdempingen blir i disse tilfellene satt til 30 dBA.

Metoden kan forbedres ytterligere ved å kombinere overlappende skjermingssektorer og ved å redusere effekten av skjerming av bygninger som ligger på samme linje parallelt med jernbanen.

5.3.5 Beregning av støy hos mottaker

Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttes for å beregne samlet støynivå 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 · lg(4 π (avstand ^{2,3}))

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.

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 Hz: -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.

$$L_{\text{ekv_jernbane}} = 10 \cdot \lg(10^{(L_{w01}/10)} + 10^{(L_{w02}/10)} + 10^{(L_{w03}/10)} + \dots \text{osv})$$

der

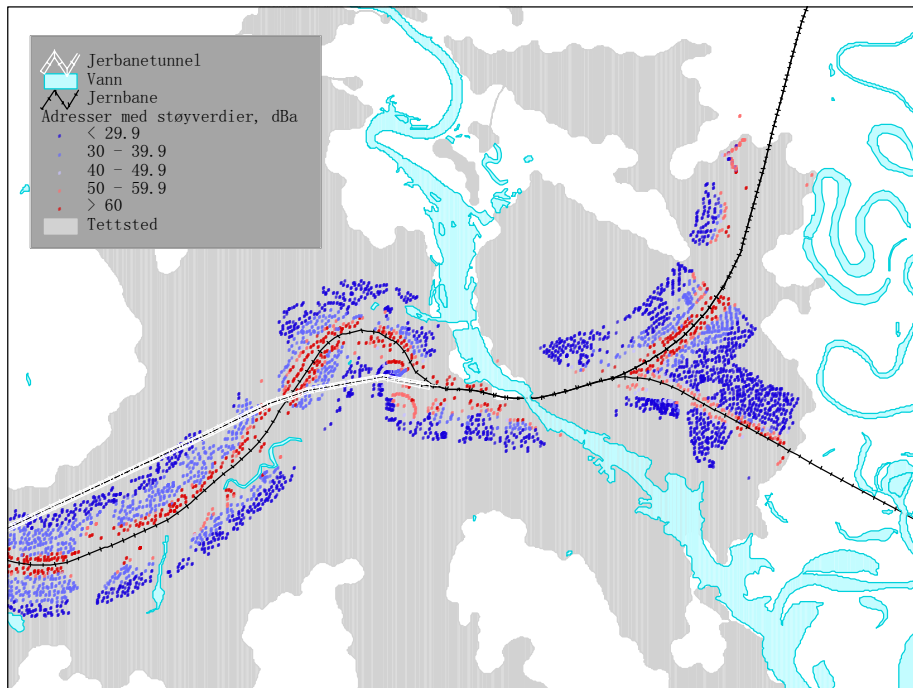
$L_{\text{ekv_jernbane}}$ = døgnekvivalent lydnivå

\lg = logaritme med grunntall 10

L_{w0} = lydnivå, dBA

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_stoy 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.

Figur 17. Boligadresser med mottatt støy fra jernbane. Lillestrøm 1999



Dersom boligen er blokk, høyhus eller terrassehus, regnes kun 50 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:

$$\text{SPI for jernbanetraffikk} = \text{antall personer} \cdot 1,19 (L - 36)/100$$

der

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

5.4 Industri og næringsvirksomhet

Metoden for å beregne støyeksponering 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 bransjeinndeling 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".

Metoden kan beskrives som inndelt i ulike trinn. Figur 18 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 der det er bosatte tilknyttet informasjon om bedrift, avstand og beregnet støy.

Figur 18. Industristøymetoden trinn for trinn

Trinn\ Variable	Bedrifter, bygninger og grunnkrets	Bedrifter med NACE-kode	Adresser og bedrifter	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 etter bransje				
3			Koding av adressene med bygningstype			
4				Beregning av bygningstetthet rundt hver bedrift		
5					Beregning av avstand mellom adresser og bedrift med størst støybidrag	
6						Beregning av mottatt støy og SPI

Trinn 1

Bedrifter som er lokalisert i industribygninger blir valgt ut. 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, kodes bedriftene etter bransje. Utgangspunktet er NACE-kode. Samtidig blir bedriftene tildelt en verdi for utgangsstøy. For noen bransjer blir en andel av bedriftene gitt 10 dB lavere utgangsstøy (se Tabell 13). Disse bedriftene velges ut fra antall ansatte.

Trinn 3

Adressepunkter med bosatte kodes med bygningstype ved en geografisk kobling.

Trinn 4

Hver bedrift tilordnes en verdi for bygningstettheten rundt bedriften. Dette gjøres ved å dividere summen av bygningenes areal på totalt areal innen en radius på 300 meter.

Trinn 5

Avstanden mellom adresser med bosatte og bedrift med størst støybidrag (innen 1 kilometer) beregnes. Informasjon om avstand og bedrift legges til adressene. For enkelte bransjer tas kun en viss andel av de støyeksponerte med i beregningene, pga. antatte støysektorer (se Tabell 13). Adressene velges tilfeldig.

Enkelte steder kan bedrifter ha blitt koordinatsatt urealistisk nært adresser med bosatte, det benyttes derfor en minsteavstand på 20 meter for at adressene skal inngå i beregningene.

Trinn 6

Ut fra avstand, bedriftens utgangsstøy og bygningstetthet, beregnes mottatt støy og SPI ved hver adresse. Hver bedrift gir støybidrag til en viss prosent av adressene rundt bedriften, hvor stor del av adressene som blir påvirket er avhengig av utslippsvinkelen. 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 grader. 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 13.

5.4.1 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 NACE-systemet som følger:

Tabell 13. Industrityper. NACE-koder og utgangsstøy

SFT/SINTEF bransje	NACE-kode	Utgangsstøy Lekv 100	Andel med lavere utgangsstøy	Utslipps- vinkel	Andel impulsstøy
PUKK/ BERGVERK	10, 11, 12, 13, 14	58	0	180	10
MEK. VERKSTED	29, 28	56	85	120	10
SKRAPHANDLERE	37	60	80	360	20
BENSINSTASJON	50.50	37,5	0	120	0
GRAFISK INDUSTRI	22	47,5	90	120	0
SAGBRUK/ HØVLERI	20	47,5	0	120	10
METALLURGISK	27	56,5	85	360	0
PAPIR/ CELLULOSE	21	52	87	360	0
PETROKJEMISK	23, 24, 25	53	85	360	0
VASKERI/ RENS.	93.01	47	85	120	0
NÆRINGSMIDD.	15, 16	48,5	85	120	0
DIVERSE	17, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35.2 - 35.4, 36, 40, 41	47	85	120	0
SKIPSVERT	35.1	53,5	0	360	20
BILOPPHUGGERI	51.57	58	0	120	20
BILVERKSTED	50.2, 50.403	37,5	0	120	0

I SINTEF (1999, 2002b, 2003) er det plukket ut en viss prosentandel av bedriftene som er antatt å avgi mindre støy enn andre, innen visse bransjer. Likeledes er enkelte bransjer antatt å slippe ut støy i sektorer (åpningsvinkel). Den samme metodikken er benyttet i SSBs arbeid. Bensinstasjon var opprinnelig satt til 47,5, men er ved senere kontrollmålinger vurdert tatt helt ut som støykilde, inntil videre settes utgangsstøy til 37,5 (pers. medd. Truls Berge 2003).

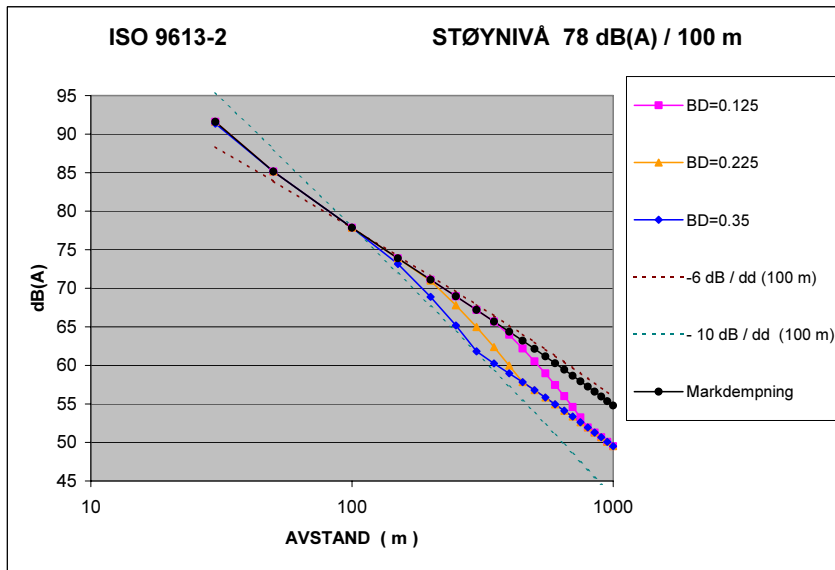
5.4.2 Støyspredning

I SINTEF (1999, 2002b, 2003) ble støyspredning regnet med utgangspunkt i 100 m fra kilden og avtagende ved halvering 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 2002a). SINTEF (2002a) har gitt spredningskurver for fire situasjoner:

1. Landlig, ikke bygninger av betydning
2. Lav bygningstetthet (bygningstetthet 0.125)
3. Midlere bygningstetthet (bygningstetthet 0.225)
4. Høy bygningstetthet (bygningstetthet 0.35)

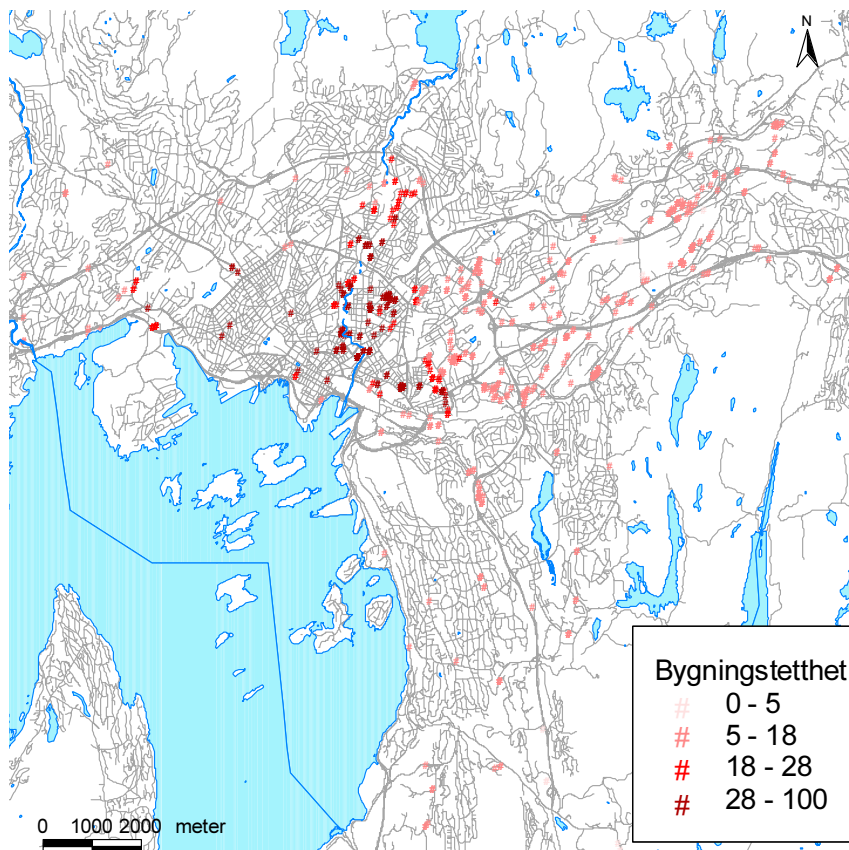
Vi har beregnet tettheten av bygninger rundt hver bedrift i en radius på 300 meter. Bedriftene kodes med verdien for bygningstetthet. Dette danner grunnlag for hvilken av støyspredningskurvene som benyttes i hvert enkelt tilfelle.

Figur 19. Lydutbredelse ved ulike betingelser



Figur 19 (fra SINTEF 2002a) viser lydutbredelse ved ulik tetthet av bygninger samt kurver for 6dB og 10 dB per dobling av avstand (som er benyttet i SINTEF 1999 og 2003). Referanseavstand er 100 meter. BD er bygningstetthet (building density). Utgangsstøy er satt til 78 dBA.

Figur 20. Bygningstetthet rundt hver bedrift. Eksempelfigur. Oslo. Prosent



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. Avstanden til adressepunktene er målt i luftlinje.

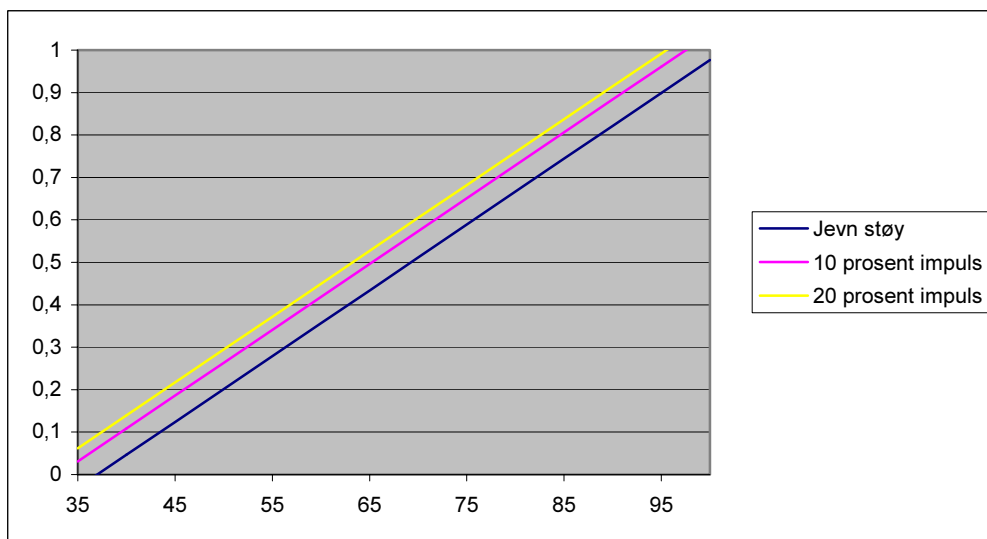
Spredningsmodellen er programmert som en serie AMLer.

5.4.3 Støyplageindeks

Støyplageindeksen er beregnet med samme formel som er benyttet og foreslått av SINTEF (2003). Tallene som ble publisert i 2002 benyttet en annen SPI-formel. Nyere undersøkelser, jf. SINTEF (2003), har vist at SPI for industri (og annen næringsvirksomhet) bedre beskrives med ligningene som er beskrevet her. (Dette forklarer de store forskjellene mellom tall publisert september 2002 og januar 2004.) Ligningen er : $GP = 1,55(L-37)$, hvor GP er gjennomsnittlig plagegrad i prosent og L er dB(A) ved mottaker. Kurven er også illustrert i Figur 21. For noen bransjer (se Tabell 13) har SINTEF antatt at det er 10 og 20 prosent impulsstøy. For henholdsvis 10 og 20 prosent av personer som har sitt høyeste støybidrag fra disse bransjene, benyttes en GP-kurve forskjøvet med henholdsvis 4 og 6 dB(A). Dvs. GP kan settes lik $1,55(L-33)$ og $1,55(L-31)$. Beskrivelsene i SINTEF (2003) viser at alle personer med høyeste støybidrag fra disse bransjene skal beregnes med forskjøvet GP-kurve som angitt, men SINTEF (2003) er på dette punktet feil (pers.medd. Truls Berge januar 2004.) I gjennomsnitt blir flere personer plaget ved et gitt døgnkvivalent støynivå med impulsstøy enn tilsvarende med kun jevn støy.

Antall personer på adressepunkt og bygningsegenskaper fra nærmeste boligbygg er lagret på resultatfila i tillegg til bransje, utgangsstøy og støy ved mottaker. Dersom bygningstypen indikerer flerfamilie (rekkehus og blokker), er 50 prosent av de bosatte regnet med front mot kilden og resten med front fra kilden.

Figur 21. Plagegradskurve for industristøy. Støynivåer i dBA



5.4.4 Endringstall

Vi har kun stedfestede bedriftsdata for 2002 (og 2001). Det har derfor vært nødvendig å tilbakeregne til 1999 ut fra en statistisk justering av tallene. Denne tilbakeregningen er gjort med grunnlag i produksjonsindekser gjeldende for årene 1998 og 2001. Indeksene er gitt for hver industribransje. For bransje biloppbygging er antall biler levert mot vrakpant i de respektive år benyttet. For bransje

bensinstasjon, vaskeri/reneri og bilverksted er det antatt likt nivå i de to årene. 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. Tabell 14 viser endring i indeks 1999 og 2002. Det knytter seg dermed ekstra usikkerhet til tallene for 1999.

Tabell 14. Indekser fordelt på bransje. 1999* og 2002*

Bransje	1999 (1998)	2002 (2001)	diff dBA
PUKK/ BERGVERK	109,53	119,93	0,394
MEK. VERKSTED	118,92	110,24	-0,329
SKRAPHANDLERE	118,45	113,58	-0,182
BENSINSTASJON	100	100	0,000
GRAFISK INDUSTRI	104,04	101,28	-0,117
SAGBRUK/ HØVLERI	108,82	102,63	-0,254
METALLURGISK	111,82	111,37	-0,018
PAPIR/ CELLULOSE	98,09	94,06	-0,182
PETROKJEMISK	105,48	103,37	-0,088
VASKERI/ RENS.	100	100	0,000
NÆRINGSMIDD.	101,58	95,52	-0,267
DIVERSE	104,3	95,5	-0,383
SKIPSVERFT	112,79	99,6	-0,540
BILOPPHUGGERI	80445	91777	0,572
BILVERKSTED	100	100	0,000

5.4.5 Tiltak

Det er ikke dokumentert støyreducerende tiltak mellom 1999 og 2002. En kan over tid få oversikt over endringer, hvis register over støyende bedrifter blir opprettet og ajourført.

5.4.6 Egenskaper ved metoden

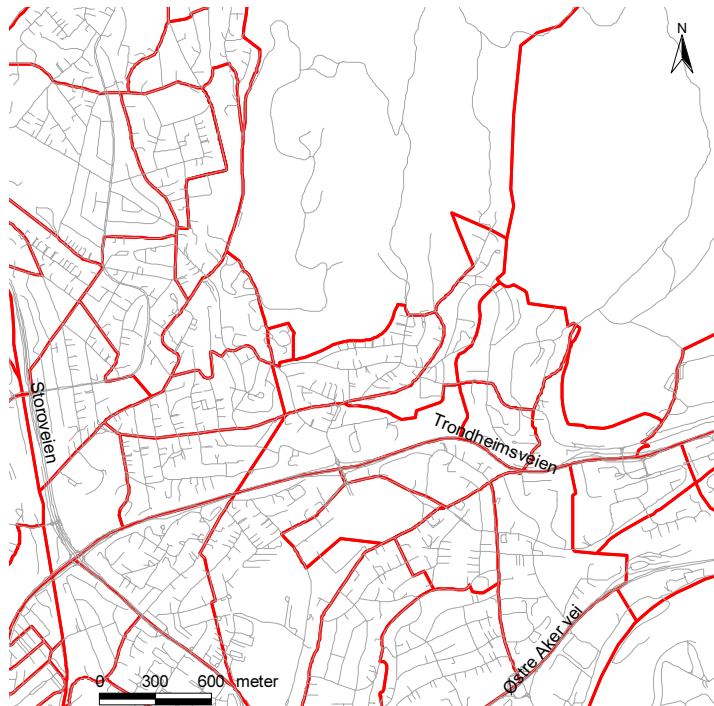
Metoden er en statistisk modell som ikke gir reelle verdier for enkeltbedrifter, eller små geografiske områder, men hvor målet er å gi nasjonale tall og følge disse over tid. Metoden er lagt opp slik at en beregner status for siste år og får endringer ved tilbakeregning etter produksjonsindeksen. Dette gjør at tallene er avhengig av kvaliteten i registrene som benyttes. 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 22 viser grunnkretsinnndelingen 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. samt bensinstasjon, 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 eller bensinstasjon.

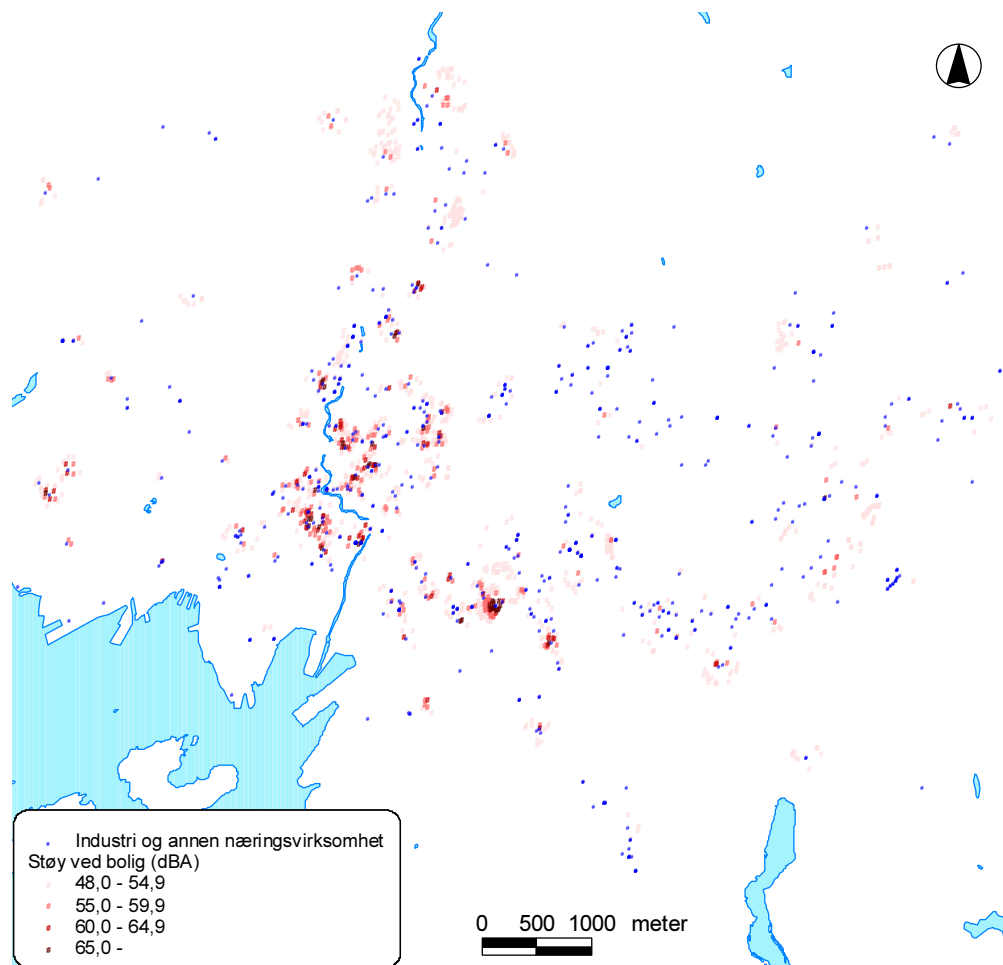
Figur 22. Eksempel på grunnkretser i del av Oslo



Utgangsstøy er basert på empiriske data undersøkt av SINTEF (1999) 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 arbeider (på oppdrag fra SFT) nettopp med etablering av en database over bedrifter med informasjon om ekstern støy. Etableringen er tenkt å basere seg på en kombinasjon av egne målinger, innrapporterte data fra hver bedrift (via internett) og samordning/ standardisering av eksisterende måledata. Data fra dette registeret kan enkelt tas inn i SSBs årlige beregninger forutsatt entydig identifikasjon av hver bedrift.

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

Figur 23. Resultateksempel Oslo. Støy ved bolig. 2002*



Figur 23 viser et eksempel basert på beregnet utgangsstøy, og det vil med stor sannsynlighet være feil på individnivå. Kartet illustrerer beregningsresultatene før de aggregeres til statistikk. Kun adresser med minst 48 dBA er tatt med på kartet.

5.5 Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode

Nøyaktigheten i SSBs indikatormodell er begrenset av nøyaktigheten i grunnlagsdataene som brukes. I tillegg kommer unøyaktigheter som skyldes SSBs tilleggsberegninger.

GAB

Det er skjedd en endring i bygningstypeinndelingen som kan påvirke endringstall til en viss grad. Dette gjelder kodingen av bygninger av typen blokk. Tabell 15 viser endring i antall blokker (slik vi definerer dem her) fra 2000 til 2002. Til en viss grad vil dette være reelle endringer, men endringer kan også skyldes endringer i bygningstypekodingen. Særlig påfallende er endringene i Hordaland og Sør-Trøndelag. Men også andre fylker som Finnmark, Troms og Østfold har en så betydelig vekst i massen at det mest sannsynlig har foregått en omkoding.

Tabell 15. Endring i antall blokkbygninger i GAB fra 2000 til 2002. Fylke

	2000	2002	Endring	Endring, prosent
I alt	24 695	30 405	5 710	23
Østfold	728	1 093	365	50
Akershus	1 776	1 990	214	12
Oslo	9 729	9 832	103	1
Hedmark	448	544	96	21
Oppland	413	521	108	26
Buskerud	819	990	171	21
Vestfold	807	899	92	11
Telemark	713	747	34	5
Aust-Agder	221	225	4	2
Vest-Agder	727	716	-11	-2
Rogaland	877	1 205	328	37
Hordaland	3 106	5 544	2 438	78
Sogn og Fjordane	169	236	67	40
Møre og Romsdal	1 021	1 018	-3	0
Sør-Trøndelag	1 462	2 683	1 221	84
Nord-Trøndelag	283	399	116	41
Nordland	746	806	60	8
Troms	470	629	159	34
Finnmark	180	328	148	82

De prosentvise endringene er til dels store, med økninger på om lag 80 % både i Hordaland og Sør-Trøndelag. På landsbasis er økningen 23 %.

Korrigerings av stedfesting

De bosatte er stedfestet til adressedelen i GAB. Landet sett under ett har stedfestingsprosent på 99,4 per januar 2002. 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.

Veitrafikk

For støy fra veitrafikk er mye av grunnlagsdataene hentet fra Vegdatabanken. 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 Oslo, Bergen, Trondheim, Porsgrunn, Notodden, Sandefjord, Tønsberg og Larvik er det imidlertid i større eller mindre grad gjort koordinatfestede VSTØY-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. For at dette skal kunne gjøres, er SSB avhengig av at boligene i de øvrige eksisterende kommunale VSTØY-registrene koordinatfestes vha GAB. Det svekker mulighetene for å tallfeste endringene i støysituasjonen fra år til år at de kommunale VSTØY-kartleggingene ikke er blitt oppdatert siden ca. 1999.

Det er påvist svakheter i VSTØY-registrene for Oslo, og det er viktig at det disse dataene kvalitetssikres bedre.

I senere versjoner av modellen vil det bli mulig å korrigere for endringer i motorteknologi, veidekker eller bildekk, hvis effekten kan dokumenteres. Det tas hensyn til bygging av nye støyskjermer for de boligene som er registrert i VSTØY. For andre boliger vil man vurdere om man skal ta i bruk data fra Statens kartverks FKB kartdata for beregning av skjermingseffekt. Fasadetiltak i form av utskifting av vinduer m.m. registreres på koordinatnivå i VSTØY, slik at dette fanges opp i beregningene.

Tabell 16 viser antall bygninger registrert i VSTØY med over 70 dBA og antall av disse som er overført med GIS-kobling til SSB-modellen. Årsaken til at antall bygninger i SSBs modell for mange av fylkene er vesentlig lavere enn det antallet som Vegdirektoratet har registrert i VSTØY, er at Vegdirektoratets data i større eller mindre grad manglet GAB-kobling og dermed ikke kunne anvendes i GIS-modellen. Spesielt ille var det i Rogaland, der det er registrert 144 bygg som utsettes for støy over 70 dBA, men der det bare lyktes SSB å overføre til GIS-modellen for ett av disse byggene. Dette fører til økt usikkerhet i modellen, siden forenklede beregninger må gjøres for boliger med manglende koblinger. De forenklede beregningene er selvsagt mer usikre enn VSTØY-beregningene. Innen 2004-beregningene skal gjøres med SSBs modell, forventes det at Vegdirektoratet har sørget for at VSTØY-registrene er fullstendige med GAB-koblinger. Dette vil redusere usikkerheten i tallmaterialet betraktelig.

Tabell 16. Antall bygninger registrert i VSTØY over 70 dBA og antall av disse som er overført med GIS-kobling til SSB-modellen. 1999

	VSTØY	SSB
I alt	4 904	4 954
Østfold	447	348
Akershus	510	332
Oslo ¹	222	1437
Hedmark	115	89
Oppland	231	163
Buskerud	585	368
Vestfold	363	354
Telemark	221	174
Aust-Agder	123	85
Vest-Agder	210	149
Rogaland	144	1
Hordaland	1 197	1 031
Sogn og Fjordane	8	4
Møre og Romsdal	111	79
Sør-Trøndelag	228	193
Nord-Trøndelag	100	64
Nordland	28	25
Troms	60	54
Finnmark	1	4

¹ Tallene for SSB omfatter også bygningsdata fra Oslo kommune for kommunale veier og er derfor tilsynelatende større enn tallene fra VSTØY hos Vegdirektoratet.

I tillegg til usikkerhetene fra manglende GAB-kobling, håndteres også befolkning ulikt i VSTØY og i SSBs GIS-modell (også for bygninger med GAB-kobling i VSTØY). I VSTØY tas det utgangspunkt i et støybelastet bygg. Antall støybelastede leiligheter i bygget telles opp og registreres. Det finnes ikke informasjon om bosatte i VSTØY, slik at hver boenhet/leilighet tilordnes 2,34 personer, som er gjennomsnittet for Norge. I Oslo brukes 1,9 personer/leilighet. I SSBs modell som tar utgangspunkt i adressepunkter, er det koblet til informasjon om hvor mange personer som er bosatt på den enkelte adresse (i henhold til Folkeregisteret). Det man derimot ikke vet, er om disse personene bor på støyende side eller eventuelt stille side hvis de bor i blokk. I SSBs modell antar man derfor at 50 prosent av blokkbefolkningen er støyutsatt, mens resten bor på en stille side. Det er betydelig usikkerhet knyttet til dette estimatet, og en følsomhetsberegning har vist at denne usikkerheten betyr relativt mye. Det vil derfor bli arbeidet videre for å finne et bedre anslag.

I Hordaland og Rogaland er avviket mellom VSTØY-tallene og SSBs tall for antall personer utsatt for støy over 70 dBA spesielt stort. I Rogaland har SSB beregnet at 2700 personer er utsatt for dette støy nivået¹⁰, mens bare en brøkdel er registrert i VSTØY. Mye av årsaken til dette avviket ser ut til å

¹⁰ 2001-tall

være at tallene SSB har fått fra VSTØY ikke inneholder data for europa- og riksveier. Derfor opererer VSTØY her med et kunstig lavt anslag. SSBs tall stemmer også bedre med de gamle tallene fra Asplan Viak. Deres tall var 3400 utsatte i 1991.

I Hordaland er situasjonen motsatt. Der beregner SSB lavere antall personer utsatt for de høyeste støynivåene enn VSTØY. Dette viser seg til en viss grad å skyldes at SSBs modell beregner støyeksponering i henhold til bostedsadresse i Folkeregisteret. VSTØY regner derimot med studenter på studieadresse. Studentboligene i Bergen ser ut til å ha en støyemessig uheldig plassering, i og med at det i VSTØY f.eks. er registrert 550 personer utsatt for støy over 70 dBA i en eneste blokk. I tillegg regner SSB i sin førsteversjon av modellen med at bare halvparten av beboerne i blokkbebyggelse bor på støyeksponert side mens resten bor på stille side.

Usikkerheten i eksponerings- og støyplageberegningene er større jo lavere den beregnede støyen er. Dette skyldes at for lave verdier er andelen boliger beregnet med SSBs forenklete beregning mye større enn ved høye støy nivåer. Ved høye nivåer er det meste kartlagt detaljert med VSTØY.

TØI har for øvrig omtalt utfordringer ved å bruke vegmyndighetenes registre for å beskrive endringer i støyplage i en egen rapport (Klæboe og Usterud Hanssen, 2002).

Luffart

NORTIM-beregningene anses å være gode, usikkerheten er +/- 1 dB. En tilleggsusikkerhet 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 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).

På Torp ble antall flybevegelser betydelig redusert i perioden, men passasjermengden økte. Her må det ha skjedd en overgang til større fly. Ved tilsvarende teknologinivå støyer større fly mer enn mindre fly. Det betyr at beregningen av støyvirkningen av reduksjonen i antall flybevegelser på Torp (jfr. side 65 –avsnitt 6.4) er meget usikker.

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.

Jernbane

Beregninger for jernbane er basert på Nordisk metode for beregning av jernbanestøy, og benytter 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 årets resultat kun stammer fra endringer i togtyper, trafikkmengder, jernbanetraseer, bosetning og skinnesliping.

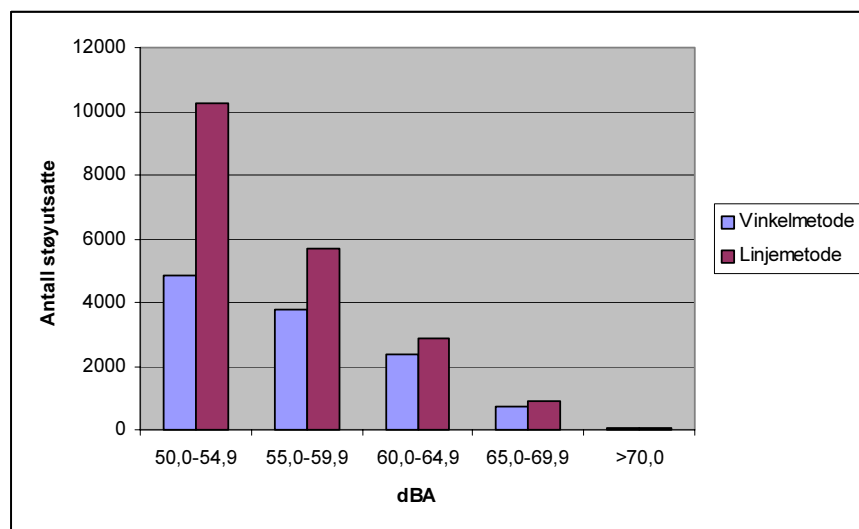
Metoden med å benytte dynamisk segmentering til fordeling av støyen langs jernbanestrekningen gjør at det er enkelt å knytte alle opplysninger i trafikktallene til geografien, men også at unøyaktigheter i geografisk plassering av stasjoner kan forplante seg langs lengre banestrekninger.

I beregning av skjermingseffekt tas det 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 skjermingseffekten i det vinkelen som skjærer jernbanen (dvs. skjærer deler av en teoretisk 180 graders halvsirkel som tangerer jernbanelinja) summeres. Hvis flere bygninger ligger bak hverandre i siktlinja mot jernbanelinja, vil summen av vinklene overvurderes og skjermingseffekten beregnes for høyt. Bygninger som ligger lenger unna enn korteste avstand til jernbanelinja og som i virkeligheten skjærer for deler av jernbanelinja, vil ikke bli regnet med, og skjermingseffekten undervurderes. Hvis jernbanelinja går i sving, vil skjermingseffekten kunne bli overvurdert eller undervurdert, avhengig av hvilken side adressen er lokalisert på i forhold til kurven.

I Figur 24 er det sammenlignet hvordan antall støyutsatte fordeler seg på ulike støy nivå ved bruk av vinkelmetoden kontra linjemetoden. I linjemetoden får adressen et enkelt 5 dB fratrekk dersom bygninger skjærer siktlinjen mot jernbanen (se 5.1.3.4). Dette desibelfratrekket tilsvarer en siktinkel på 90 grader.

Ved høye støy nivåer ser vi at de to metodene gir omtrent samme resultat. En forklaring kan være at adressene som er utsatt for de høyeste støy nivåene er de som ligger nær jernbanelinja. Adresser som ligger i første husrekke vil ikke få fratrekk for skjerming i noen av metodene, og for adresser i andre husrekke kan man anta at en 90 graders siktinkel er et ganske realistisk anslag og at de to metodene vil slå noenlunde likt ut. I de lave støyklassene, og særlig for støy nivåer lavere enn 55 desibel ser vi derimot store ulikheter for de to metodene. Det er sannsynlig at det er adresser lenger unna jernbanelinja som bidrar til disse støyverdiene. Adressene vil ha varierende skjermingsforhold, men en del vil i virkeligheten være fullstendig skjernet fra støyen fra jernbanelinja. Slike forhold vil gjenspeiles i vinkelmetoden, men i linjemetoden vil en adresse aldri få et større fratrekk for skjerming enn 5 desibel, noe som altså tilsvarer en 90 graders siktinkel.

Figur 24. Utsatte for jernbanestøy. Vinkelmetode og linjemetode. Buskerud, 1999*



Industri og næringsvirksomhet

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 er ikke stedfestet til adresse, men spredd ut på industribygninger innen grunnkrets. Videre er det usikkerheter rundt anslagene for støygenerering fra den enkelte næring, og retning på støyutslipp (direktivitet). For å unngå at det beregnes støy fra hovedkontor o.l. blir kun bedrifter som er lokalisert til bygninger av typen industri tatt med. Hvis en bedrift er lokalisert i andre bygningstyper eller det er feil i kodingen, vil bedriften falle ut av beregningene.

Bygg og anlegg

Det er ikke gjort nye beregninger for støy fra bygg og anlegg i forbindelse med dette arbeidet. SFTs rapport "Mulige tiltak for å redusere støy" gir mer informasjon om hvordan disse beregningene er gjort (SFT 2000). 1999-verdiene fra SFTs rapport er skalert fram til 2001-nivå. Se vedlegg for detaljer om metode.

Skytebaner

Det er ikke gjort nye beregninger for støy fra skytebaner i forbindelse med dette arbeidet. SFTs rapport "Mulige tiltak for å redusere støy" gir mer informasjon om hvordan disse beregningene er gjort (SFT 2000). Det tas sikte på å inkludere skytebaner i indikatormodellen i 2004. Det er etablert et samarbeid mellom SFT, Det frivillige skyttervesen og Norges jeger- og fiskerforbund for etablering av register for skytebaner i Norge. Dette registeret vil bli sentralt når stedfestede beregninger skal gjennomføres for Norge.

Skytefelt

Det er ikke gjort nye beregninger for støy fra skytefelt i forbindelse med dette arbeidet. Det er imidlertid innledet et samarbeid med Forsvarsbygg slik at denne støykilden vil bli inkludert så fort det lar seg gjøre.

Trikk og T-bane

Det er i denne omgang ikke gjort beregninger av støy fra trikk og T-bane. SSB ser for seg at støyberegning for denne kilden kan løses på tilsvarende måte som støy fra jernbane.

Havn og annen sjøfart

Støyplage som skyldes havnevirksomhet og sjøfart er foreløpig ikke tatt med i beregningene. Det foreligger for øyeblikket ikke planer om å inkludere dette.

Produkter

Støyplage som skyldes produkter (f.eks. småbåter, snøscootere, vannscootere og gressklippere) er foreløpig ikke tatt med i beregningene. Det foreligger for øyeblikket ikke planer om å inkludere dette.

5.6 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.

Etter hvert som kunnskapen om generering og spredning av støy økes, kan dette tas inn i beregningene. Hvis man f.eks. finner ut at den norske bilparken er sammensatt slik at den støyer på en annen måte enn det som ligger inne i VSTØY (bedre motorer eller nye typer bildekk) må dette tas inn for alle år den nye kunnskapen gjelder, og ikke bare siste år. SSB legger opp til å gjøre årlige vurderinger av behovet for tilbakeregninger.

Det er oppdaget til dels stor inkonsistens i rådata fra Vegdirektoratet/VSTØY mellom ulike årganger. For eksempel er stigningstallet for veien endret for en rekke lenker som en følge av bedre målinger av stigningen. Dette er inkonsistenser som SSB-modellen skal kunne håndtere. Det ble i 2003 gjort forbedringer i modellen slik at slike inkonsistenser kan oppdages og bli korrigert. I 2004 vil det gjøres ytterligere metodeforbedringer for veitafikk før det tidlig i 2005 blir beregnet tall for 1999 og 2003 etter revidert metode for vei.

For veitrafikk er det tatt hensyn til tiltak som bygging av støyskjerm, utskifting av vinduer osv. for boliger som er registrert i VSTØY-registrene. 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.

6 Støypåvirkning og støyplage i Norge

I dette kapittelet omtales resultater fra SSBs beregningsmodell for støypåvirkning og støyplage i Norge. Metodene som er brukt i beregningene er beskrevet i kapittel 5. For støykilder som foreløpig ikke er inkludert i modellen brukes tall publisert i SFT (2000). I 2002 publiserte SSB beregninger for 1999 og 2001. Tallene i denne rapporten er basert på forbedrede beregninger og erstatter tidligere publiserte tall.

6.1 Foreløpige hovedresultater 1999 - 2002

Tabell 17 viser fordelingen av SPI mellom de ulike støykildene i 1999 og 2002. Veitrafikk sto for 79 prosent av beregnet støyplage målt som SPI i 2002¹¹. Industri og næringsvirksomhet er den nest største kilden, med 6 prosent av totalen¹². Jernbane, luftfart¹³ og bygg og anlegg bidro alle med 4 prosent. Resten av støyplagen skyldtes skytebaner og motorsportsbaner med til sammen 3 prosent. Støy fra skytefelt, produkter (som f.eks. gressklippere, snøscooter m.m.), trikk og T-bane er ikke beregnet i denne førsteversjonen av støymodellen.

¹¹ Vei er beregnet fra 55 dBA utenfor bolig

¹² Industri beregnet fra 48 dBA utenfor bolig

¹³ Jernbane og luftfart er beregnet fra 50 dBA utenfor bolig

Som forklart i kapittel 6.2 presenteres det ikke fullverdige støydata for veitrafikk 1999. Tall for støy fra veitrafikk vil sansynligvis bli reberegnet etter ny metode fra og med 2004 (se vedlegg A), dette gjelder også tallene for 2002.

Tabell 17. Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 55 dBA. 1999* og 2002*

	SPI 1999	SPI 2002	Prosent, 2002	1999-2002 (prosent)
Samlet - alle kilder	..	579 038	100	..
Veitrafikk ¹	..	459 103	79	..
Luffart	26 710	23 375	4	-12
Jernbane	27 745	23 699	4	-15
Industri	24 724	23 517	4	-5
Næringsvirksomhet	10 929	11 292	2	3
Bygg og anlegg ²	21 079	21 144	4	0
Skytefelt	..	..	..	..
Skytebaner ³	12 060	12 060	2	0
Motorsportsbaner ³	4 848	4 848	1	0
Produkter utendørs	..	..	..	..

¹ Datagrunnlag for beregningen er trafikk tall for 2001. SPI fra veitrafikk er beregnet i SSB-modellen for 2001. Metoden er nå revidert og kvalitetsvurdert. Tall etter ny metode vil bli publisert neste år.

² Tall for 1999 er hentet fra rapporten: "Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet i Norge". (KILDE Akustikk, rapp R1132, 1999). Tall for 2001 er beregnet på grunnlag av tallene for 1999 og skalert for endring i aktivitetsnivå.

³ Nye SPI-verdier ikke beregnet i dette arbeidet. 1999-verdien brukes inntil videre også for 2001. Kilde for 1999-verdi: SFT (2000)

Kilde: SSBs støymodell

I Tabell 18 presenteres samme verdier som i Tabell 17, men her er veitrafikkstøy helt ned til 50 dBA tatt med i grunnlaget for SPI-beregningen.

Tabell 18. Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI fra veitrafikkstøy er over 50 dBA. 1999* og 2002*

	SPI 1999	SPI 2002	Prosent, 2002	1999-2002 (prosent)
I alt	..	846 967	100	..
Veitrafikk ¹	..	727 032	86	..
Luffart	26 710	23 375	3	-12
Jernbane	27 745	23 699	3	-15
Industri	24 724	23 517	3	-5
Næringsvirksomhet	10 929	11 292	1	3
Bygg og anlegg ²	21 079	21 144	2	0
Skytefelt	..	..	..	..
Skytebaner ³	12 060	12 060	1	0
Motorsportsbaner ³	4 848	4 848	1	0
Produkter utendørs	..	..	..	..

¹ Datagrunnlag for beregningen er trafikk tall for 2001. SPI fra veitrafikk er beregnet i SSB-modellen for 2001. Metoden er nå revidert og kvalitetsvurdert. Tall etter ny metode vil bli publisert neste år.

² Tall for 1999 er hentet fra rapporten: "Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet i Norge". (KILDE Akustikk, rapp R1132, 1999). Tall for 2001 er beregnet på grunnlag av tallene for 1999 og skalert for endring i aktivitetsnivå.

³ Nye SPI-verdier ikke beregnet i dette arbeidet. 1999-verdien brukes inntil videre også for 2001. Kilde for 1999-verdi: SFT (2000)

Kilde: SSBs støymodell

Tabell 19 og Tabell 20 viser antall personer eksponert for ulike desibelverdier fra de forskjellige støykildene. Vær oppmerksom på at tabellene har forskjellige intervallgrenser. Fra disse tabellene ser man at det er bygg og anlegg og fly som er de eneste kildene som er årsak til at personer blir eksponert for støynivåer over 75 dBA. 2500 personer er eksponert for slike høye verdier årlig.

Tabell 19. Antall personer eksponert for ulike støynivåer fra den enkelte støykilde¹. 2002*

	I alt	Støyutsatte											
		30,0- 34,9	35,0- 39,9	40,0- 44,9	45,0- 49,9	50,0- 54,9	55,0- 59,9	60,0- 64,9	65,0- 69,9	70,0- 74,9	75,0- 79,9	80,0- 84,9	> 85,0
Veitrafikk ^{2,3}	1 271 764	..	..	..	..	..	704 808 382 949 147 516	36 491	0	0	0	0	0
Industri ⁴	95 914				35 524	42 642	12 814	3 887	787	260			
Næringsvirksomhet ⁴	44 697				11 712	22 515	7 680	2 062	533	195			
Luftfart	75 134	..	..	..	..	45 356	19 191	7 983	2 157	342	99	6	0
Jernbane	94288	..	..	..	..	37 484	30 913	19 051	6 052	788	0	0	0
Bygg og anlegg ⁵	45 533	..	..	..	..	22 340	10 108	5 172	4 350	1 200	1 907	456	0
Skytefelt	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Skytebaner ⁶	85 509	40 592	21 211	11 411	8 183	3 600	512	0	0	0	0	0	0
Produkter utendørs	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

¹ Det er tatt med 3 dBA fasaderefleksjon i støyberegningene, med unntak av skytebaner.

² Datagrunnlag for beregningen er trafikktall for 2001. SPI fra veitrafikk er beregnet i SSB-modellen for 2001. Metoden er nå revidert og kvalitetsvurdert. Tall etter ny metode vil bli publisert neste år.

³ I tillegg er 1 128 548 er utsatt for støy i intervallet 50-55 dBA fra veitrafikk. Disse beregningene er spesielt usikre og er foreløpig ikke inkludert i summen.

⁴ For industri og næringsvirksomhet er dette intervallet kun 48-50 dBA.

⁵ Tall for 1999 er hentet fra rapporten: "Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet i Norge". (KILDE Akustikk, rapp R1132, 1999). Tall for 2001 er beregnet på grunnlag av tallene for 1999 og skalert for endring i aktivitetsnivå.

⁶ Nye SPI-verdier ikke beregnet i dette arbeidet. Verdiene gjelder egentlig for 1999. Inkluderes i den nasjonale indikatormodellen på et senere tidspunkt. Kilde for 1999-verdi: SFT (2000)

Kilde: SSBs støymodell

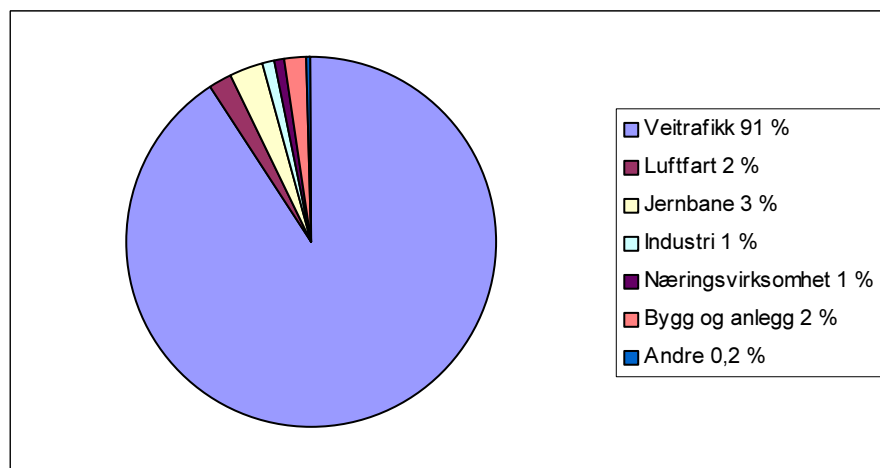
Tabell 20. Antall personer eksponert for ulike støynivåer fra motorsport¹. 2001

	I alt	33,0- 37,9	38,0- 42,9	43,0- 47,9	48,0- 52,9	53,0- 57,9	58,0- 62,9	63,0- 67,9	68,0- 73,0
Motorsportsbaner	14072	..	..	9 100	3 500	1 100	300	60	12

¹ Nye SPI-verdier ikke beregnet i dette arbeidet. Verdiene gjelder egentlig for 1999. Inkluderes i den nasjonale indikatormodellen på et senere tidspunkt. Kilde for 1999-verdi: SFT (2000)

Nedre grense (støynivå) for å inkludere bosatte i SPI-beregningene er hentet fra SFT (2000). Blant annet på grunn av ulikheter i tilgjengelige data, vil denne nedre grensa variere 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. Dersom nedre grense for alle støykilder var satt til 55dBA, ville SPI-fordelingen ha blitt som vist i Figur 25.

Figur 25. Støyplageindeks (SPI) etter kilde. SPI beregnet fra 55 dBA for alle kilder. 2002.*



6.2 Veitrafikk

Veitrafikkstøyen som er rapportert for 2002 er beregnet på grunnlag av trafikktall for 2001. I 2003 har det vært arbeidet med å utvikle en ny metode for beregning av veitrafikkstøy, se vedlegg B. Fra og med 2004 vil støyen sannsynligvis bli reberegnet etter justert metode. Avsnittene nedenfor refererer dermed til fjorårets arbeid (se beskrivelse av metoden i kapittel 5).

6.2.1 Samlet beregnet eksponering

De foreløpige resultatene for 2001 viser at det i landet sett under ett er 1,3 millioner mennesker som er utsatt for veitrafikkstøy over 55 dBA utenfor boligen (Tabell 21). Dette tilsvarer om lag 457 000 SPI (støyplageindeks). Det bor flest personer utsatt for støy i Oslo (rundt 254 000), fulgt av Rogaland, Hordaland og Akershus. Fylket som har færrest bosatte utsatt for støy over 55 dBA er Finnmark, fulgt av Sogn og Fjordane og Aust-Agder. I grove trekk er det de folkerike fylkene med store tettsteder som har flest personer utsatt for støy. Bosettingsmønsteret og lokaliseringen av de store gjennomfartsveiene har betydning for antall utsatte.

Tallene for Rogaland er spesielt usikre. Som nevnt tidligere, har bare støydata for fylkesveiene fra VSTØY blitt koblet til GIS-modellen. På denne måten er kun en mindre andel av VSTØY-dataene for dette fylket utnyttet.

Tabell 21. SPI og antall bosatte utsatt for støy fra veitrafikk over 55 dBA etter fylke. 2001*

	SPI		Støyutsatte			
	I alt	I alt	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
I alt	459 103	1 271 764	704 808	382 949	147 516	36 491
Østfold	17 402	48 492	27 498	14 528	5 372	1 094
Akershus	39 689	110 248	60 869	35 158	11 316	2 905
Oslo	97 953	253 584	109 897	74 492	48 663	20 532
Hedmark	10 872	31 593	20 825	8 252	2 343	173
Oppland	15 277	43 774	27 217	12 694	3 619	244
Buskerud	25 056	70 471	41 045	21 349	6 689	1 388
Vestfold	25 673	71 893	41 705	20 908	7 929	1 351
Telemark	13 504	38 311	22 708	11 714	3 491	398
Aust-Agder	7 937	23 189	15 637	5 542	1 789	221

Vest-Agder	18 033	52 444	34 837	13 128	3 830	649
Rogaland	51 046	137 798	64 033	50 222	20 891	2 652
Hordaland	46 494	131 438	78 844	37 879	11 949	2 766
Sogn og Fjordane	6 103	17 986	12 229	4 918	838	1
Møre og Romsdal	20 784	59 803	37 673	16 965	4 704	461
Sør-Trøndelag	23 873	66 530	37 060	20 991	7 267	1 212
Nord-Trøndelag	6 286	18 319	12 155	4 952	1 116	96
Nordland	14 611	41 647	24 048	14 994	2 472	133
Troms	13 727	40 532	28 136	10 073	2 120	203
Finnmark	4 785	13 714	8 393	4 189	1 119	13

Kilde: SSBs støymodell

Tabell 22 viser antall personer eksponert for veistøy over 55 dBA, splittet på hvilken veitype som er den dominerende kilden til støyen for disse personene. Flest personer er utsatt for støy fra riksveier, fulgt av fylkesveier og europaveier, mens det er færrest antall personer som er utsatt for støy fra kommunale veier. Omregnet til prosent er riks-, fylkes- og europaveier ansvarlig for henholdsvis 37,5, 22,9 og 19,5 prosent av total veitrafikk-SPI i Norge. De kommunale veiene er ansvarlig for 20,1 prosent.

Tabell 22. SPI og antall bosatte utsatt for støy over 55 dBA etter veitype. 2001*

	SPI		Støyutsatte				
	I alt	Prosent	I alt	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
I alt	459 103	100,0	1 271 764	704 808	382 895	147 493	36 491
Europavei	89 347	19,5	238 624	111 157	80 784	36 872	9 811
Fylkesvei	105 298	22,9	299 376	177 496	95 752	23 979	2 149
Kommunal vei	92 338	20,1	262 357	165 669	59 723	29 689	7 276
Riksvei	172 086	37,5	471 330	250 486	146 636	56 953	17 255

Kilde: SSBs støymodell

Tabell 23 og Tabell 24 viser SPI fordelt på beregninger etter forenklet metode og fra VSTØY. For intervallene med høyest støyverdi er en større andel av personene beregnet direkte fra VSTØY, mens andelen synker ved lavere støyverdier. Dette har sammenheng med at kartleggingen i VSTØY er konsentrert om de mest trafikkerte strekningene og boliger som ligger nær vei.

I Tabell 23 er SPI-tallet splittet ut fra hvor mye av plagen som er beregnet fra støynivåer i VSTØY-registeret og hvor mye som kommer fra tilleggsberegninger gjort av SSB. Fra tallene i tabellen kan det regnes ut at 28 prosent av SPI er hentet direkte fra VSTØY-registrene. Denne andelen vil øke en del i beregningene som vil bli gjort i 2004. Dette skyldes at en andel av boligene som er registrert i VSTØY mangler koordinater. Derfor har dataene ikke kunnet bli brukt i SSBs modell. Det er antatt at mange av disse boligene vil ligge i de øvre desibelsjiktene.

Tabell 23. SPI fordelt på data fra VSTØY og forenklet beregning. SPI er beregnet fra 55 dBA. 2001*

	SPI _{SSB}	SPI _{VSTØY}	SPI _{I alt}
I alt	329 585	129 518	459 103
Europaveg	73 807	15 539	89 346
Fylkesveg	78 085	27 214	105 299
Kommunal veg	52 051	40 288	92 339
Riksveg	125 642	46 445	172 087

Kilde: SSBs støymodell

Tabell 24 viser også at for dBA-intervallet 55-60 stammer 193 000 SPI fra SSBs forenklete beregning mens VSTØY bidrar med 29 000 SPI. Det er imidlertid helt naturlig at det er store tomrom i de lavere intervallene i VSTØY-kartleggingene, all den tid VSTØY brukes til å kartlegge spesielt problematiske områder. Boliger som ligger i områder som mottar høye desibelverdier skal være kartlagt. For personer utsatt for mer enn 70 dBA kommer mer enn 70 prosent av beregnet SPI fra VSTØY-data. Dette kan ikke tolkes motsatt, dvs. som at 30 prosent ikke er kartlagt. En mindre andel av VSTØY-dataene er ikke koordinatfestet og har derfor ikke kunnet blitt utnyttet i dette prosjektet. Andelen som er koordinatfestet, er som nevnt forventet å stige ytterligere til 2004. Det er viktig at Statens vegvesen/Vegdirektoratet jobber aktivt med koordinatfesting av boliger i VSTØY-registrene i tiden framover.

Tabell 24. SPI fordelt på data fra VSTØY og forenklet beregning. SPI er beregnet fra 55 dBA. 1999*

55,0 - 59,9		60,0 - 64,9		65,0 - 69,9		> 70,0	
SPI _{SSB}	SPI _{VSTØY}	SPI _{SSB}	SPI _{VSTØY}	SPI _{SSB}	SPI _{VSTØY}	SPI _{SSB}	SPI _{VSTØY}
193117	28621	100107	49035	30724	37663	5637	14199

Kilde: SSBs støymodell

6.2.2 Årsaker til forskjell fra SFT 2000)

I avsnittet under er forskjeller i støyberegninger og resultater fra disse diskutert. Asplan Viaks beregning for 1991 er sammenlignet med data fra VSTØY og SSBs modell for 2001.

Asplan Viak (for 1991)

SSBs modell for støyplageberegning har kommet fram til at omtrent 300 000 flere personer er utsatt for veitrafikkstøy over 55 dBA enn det som ble beregnet i SFTs arbeid fra 2000 (SFT 2000). SPI-tallet som er beregnet av SSB for 2001 er på 459 000¹⁴. Tilsvarende tall i SFT (2000) er på 411 000. SFTs tall på antall støyutsatte personer var en beregning gjort på bakgrunn av støyeksponeringsberegninger gjort av Asplan Viak for året 1991 (Asplan Viak 1993). Disse tallene ble i SFT (2000) framskrevet til 1999 ut fra data for trafikkvekst og antatt endring i støyemisjon. Det at SFTs SPI-verdi egentlig er for 1991, mens SSBs verdi er for 2001, er den største forskjellen mellom de to beregningene.

Beregningene til Asplan er gjort på en annen måte enn den metoden som er brukt i SSBs modell. Asplan tok utgangspunkt i VSTØY-kartleggingsdata fra TP10-arbeidet og diverse andre lokale VSTØY-kartlegginger. Dette materialet ble skalert opp til å gi landstall. Asplan har ikke hatt tilgang til informasjon om antall personer i hver kartlagt bolig, slik at dette er basert på gjennomsnittstall for fylket. SSB har derimot brukt befolkningstall på bolignivå, noe som er en betydelig forbedring i forhold til Asplans beregning for 1991.

Vegdirektoratet/VSTØY (for 2001)

En sammenligning av antall eksponerte personer for støy over 70 dBA fra VSTØY med tilsvarende tall fra SSBs modell (Tabell 25) viser at det i flere fylker er registrert flere personer i VSTØY på dette nivået enn det som har kommet med i SSBs modell (begge for 2001). Dette skyldes for en stor del manglende GIS-kobling i VSTØY-dataene. SSBs modell forutsetter at alle boliger som er sterkt plaget av støy allerede er kartlagt i VSTØY og dermed kan brukes direkte av SSB¹⁵. Hvis GIS-koblingen fungerer og alle boligbygg fra VSTØY kobles til SSBs GIS-modell, vil antall støyeksponerte boligbygg over 70 dBA være likt hos SSB og VSTØY. SSB-beregningene har imidlertid ikke kunnet utnytte VSTØY-dataene fullt ut i første versjon av modellen. Dette skyldes som nevnt at en andel av VSTØY-dataene manglet boligkoordinater. Dette førte til at støy for en del boliger med høye støy nivåer måtte beregnes forenklet med SSBs modell, selv om det egentlig finnes data i VSTØY.

¹⁴ SPI er 727 000 hvis man tar med støyverdier helt ned til 50 dBA

¹⁵ Dette har vist seg å ikke stemme for Rogaland, der europa- og riksveier ikke er med i det materialet fra VSTØY som SSB har fått oversendt fra Vegdirektoratet.

Dette vil bli forbedret i neste versjon av modellen når Vegdirektoratet har koordinatfestet alle boligene i registrene. I tillegg antas det i SSBs modell at bare halvparten av bosatte i blokker bor på støyutsatt side. I VSTØY er for det meste hele befolkningen regnet som støyutsatt. Sannheten ligger sannsynligvis et sted imellom. Det vil bli gjort forsøk på å anslå andel bosatte på støyutsatt side bedre for neste runde med støyberegninger.

Tabell 25. Antall personer utsatt for støy fra veitrafikk over 70 dBA i tre ulike beregninger

	1991	2001	2001
	Asplan Viak >70,0 dBA	VSTØY >70,0 dBA	SSB >70,0 dBA
I alt	56 670	23 912	36 491
Østfold	1 400	1 537	1 094
Akershus	3 600	2 831	2 905
Oslo	20 600	7 020	20 532
Hedmark	920	277	173
Oppland	870	131	244
Buskerud	3 900	2 108	1 388
Vestfold	2 900	1 881	1 351
Telemark	1 400	314	398
Aust-Agder	400	325	221
Vest-Agder	1 800	636	649
Rogaland	3 400	23	2 652
Hordaland	9 500	5 370	2 766
Sogn og Fjordane	50	7	1
Møre og Romsdal	1 300	917	461
Sør-Trøndelag	3 400	117	1 212
Nord-Trøndelag	410	159	96
Nordland	380	77	133
Troms	430	181	203
Finnmark	10	5	13

Kilder: Asplan Viak (1993), Vegdirektoratet og SSBs støymodell

VSTØY-data skal ikke nødvendigvis stemme helt med SSBs data når det gjelder antall støyeksponerte. Dette skyldes at VSTØY baserer seg på gjennomsnittlige tall for antall personer i hver bolig i Norge, mens SSB baserer seg på nøyaktige tall fra Folkeregisteret for hvert adressepunkt. Videre beregner SSB SPI som om alle personer oppholder seg på den adressen de er registrert på i Folkeregisteret. VSTØY tar derimot med studentboliger selv om studentene er folkeregistrert annet sted.

6.3 Luftfart

SPI fra luftfart har gått ned med 12 prosent i perioden 1999 til 2002 (Tabell 26 og 27). Som beskrevet i kapittel 4.5 er beregningene imidlertid beheftet med stor usikkerhet.

Reduksjonen i støyplage fra luftfart kan ses i sammenheng med reduksjon i landinger og avganger i perioden. På Gardermoen og på Flesland er f.eks. antall flybevegelser redusert med henholdsvis 18 og 14 prosent. Reduksjon i antall flybevegelser medfører ikke nødvendigvis nedgang i passasjertrafikken, på Torp f.eks. har antall flybevegelser gått kraftig ned mens antall passasjerer har økt (pers.medd. Liasjø januar 2004).

Utskiftninger i flyparken til nye og mer stillegående fly virker også inn. Dersom vi for eksempel ser på Torp lufthavn i Vestfold, ser vi en nedgang i SPI fra 800 i 1999 til 150 i 2002. Antall flybevegelser gikk ned med 37 prosent i samme periode. Av den totale nedgangen på 650 SPI kan 400 tilskrives trafikkreduksjonen. Den resterende nedgangen på 250 SPI skyldes utskiftninger i flyparken.

Luftfart sto for 4 prosent av kartlagt SPI i 2002, og jagerfly rundt militære flyplasser bidrar mye til dette SPI-nivået. Selv om luftfart er en liten støykilde målt i prosent av samlet SPI, er støyen alvorlig nok for dem som utsettes for den. Nordland, Rogaland og Østfold er de tre fylkene med høyest SPI fra luftfart. I disse fylkene fantes henholdsvis 28, 20 og 14 prosent av den totale mengden SPI knyttet til fly i 2002.

Mens SPI-nivået fra Nordland og Rogaland kan knyttes til flere ulike flyplasser, stammer hele Østfolds SPI fra Rygge flyplass. Dette er en militær flyplass omgitt av store befolkningskonsentrasjoner og med støysoner i både Rygge, Råde og Moss kommuner. Til sammen 10 000 personer var eksponert for støy over 50 dBA fra denne flyplassen i 2002.

19 000 personer var eksponert for støy over 50 dBA i Nordland i 2002. Av disse var 17 100 eksponert for støy fra Bodø flyplass. Det er jagerflytrafikken som er hovedårsaken til tallene. Bodø er den enkeltflyplass i Norge med flest personer eksponert for dette nivået.

I 2002 ble jagerflytrafikken på Rygge overflyttet til Bodø og Ørland flystasjoner. Dette gir tydelige utslag for flystøyutviklingen i Østfold og Nordland. Mens SPI for Østfold går ned med 1 600, går SPI for Nordland tilsvarende opp.

I Rogaland finnes det flyplasser i Haugesund og på Sola. Det er Sola som dominerer når det gjelder støyplage. Mens Sola hadde 16 900 personer eksponert for støy over 50 dBA i 2002, var tilsvarende tall i Haugesund nær null.

I Akershus fylke der Oslo Lufthavn Gardermoen er lokalisert, var 7 400 personer eksponert for støy over 50 dBA. Flesland ved Bergen følger like etter med 6 700 eksponerte. I Oslo kommune var det ingen personer som var eksponert for støy fra fly over 50 dBA i 2002.

Tabell 26. Bosatte personer utsatt for støy fra luftfart. Hele landet og fylker. 1999*

Region	SPI		Støyutsatte							
	I alt	I alt	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	80,0-84,9	> 85,0
Hele landet	26 710	85 299	51 489	20 398	9 980	2 649	629	137	11	6
Østfold	4 957	13 848	5 176	4 016	3 495	837	259	53	6	6
Akershus	2 380	8 121	5 540	2 002	494	66	4	15	0	0
Vestfold	817	3 083	2 678	245	124	36	0	0	0	0
Vest-Agder	577	2 095	1 683	381	29	2	0	0	0	0
Rogaland	5 819	20 132	14 956	3 660	1 329	126	61	0	0	0
Hordaland	2 658	7 932	3 642	2 384	1 444	416	33	8	5	0
Sogn og Fjordane	10	39	36	3	0	0	0	0	0	0
Møre og Romsdal	296	1 023	725	210	84	0	0	4	0	0
Sør-Trøndelag	801	2 591	1 842	396	166	92	84	11	0	0
Nord-Trøndelag	1 351	4 618	3 817	362	216	223	0	0	0	0
Nordland	4 915	14 537	6 526	4 798	2 185	800	182	46	0	0
Troms	1 394	4 838	3 292	1 340	181	20	5	0	0	0
Finnmark	735	2 442	1 576	601	233	31	1	0	0	0

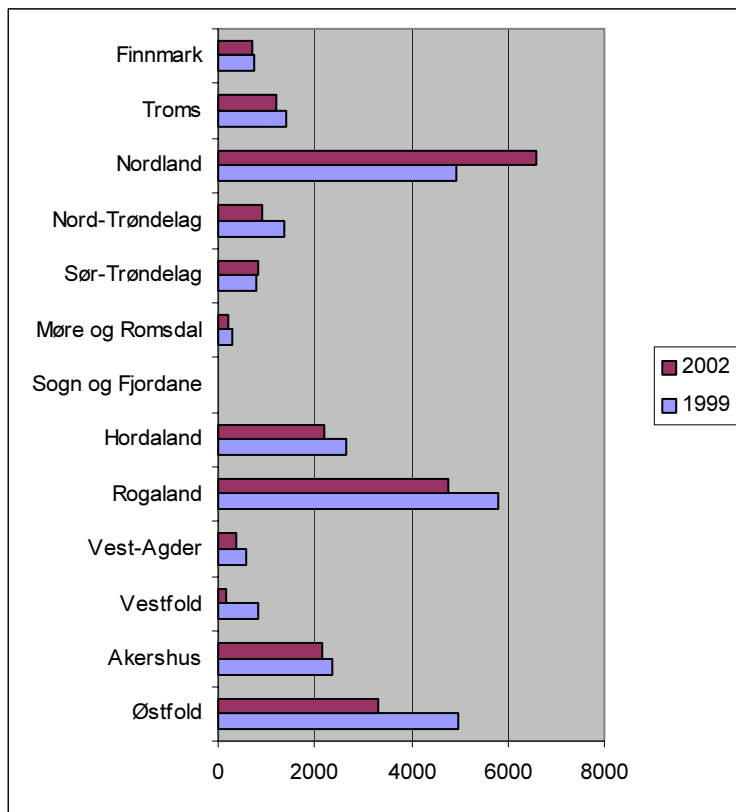
Kilde: SSBs støymodell

Tabell 27. Bosatte personer utsatt for støy fra luftfart. Hele landet og fylker. 2002*

Region	SPI		Støyutsatte							
	I alt	I alt	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	80,0-84,9	> 85,0
Hele landet	23 375	75 134	45 356	19 191	7 983	2 157	342	99	6	0
Østfold	3 323	10 042	4 436	4 071	1 135	284	99	15	2	0
Akershus	2 150	7 363	5 045	1 746	457	85	15	15	0	0
Vestfold	149	517	345	108	64	0	0	0	0	0
Vest-Agder	353	1 328	1 144	166	16	2	0	0	0	0
Rogaland	4 786	16 864	12 575	3 329	795	134	31	0	0	0
Hordaland	2 190	6 703	3 225	2 405	749	294	26	0	4	0
Sogn og Fjordane	5	16	14	2	0	0	0	0	0	0
Møre og Romsdal	194	672	484	132	53	0	3	0	0	0
Sør-Trøndelag	819	2 626	1 824	445	169	100	77	11	0	0
Nord-Trøndelag	918	3 383	2 830	152	343	58	0	0	0	0
Nordland	6 577	19 045	8 537	5 286	3 923	1 177	67	55	0	0
Troms	1 186	4 144	3 264	787	70	4	19	0	0	0
Finnmark	725	2 431	1 633	562	209	19	5	3	0	0

Kilde: SSBs støymodell

Figur 26. SPI for flystøy. Fylke. 1999* og 2002*



6.3.1 Forskjeller fra tidligere SFT-beregninger (SFT 2000)

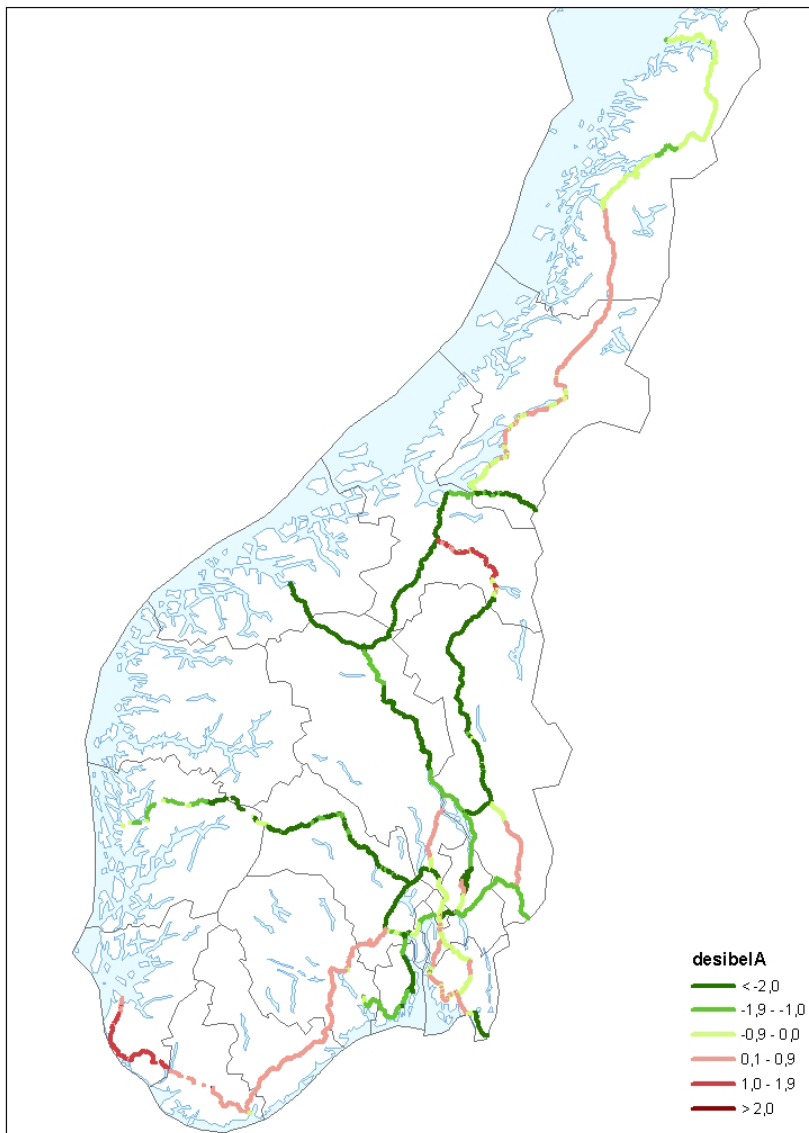
I dette arbeidet er samlet SPI for luftfart i Norge beregnet til 26 710 for 1999. I SFT (2000) ble SPI-nivået i 1999 beregnet til 25 000. Årsaken til at SPI-nivået ligger noe høyere i SSBs beregning, ligger i at SSBs beregning tar med boliger eksponert for nivåer på 50 dBA, mens SFT bare beregnet fra 53 dBA. Videre har SSB tatt med forbedringer i støysonene gjort etter SFTs beregning. Dessuten har SSB hatt tilgang til bedre befolkningsdata enn SFT.

6.4 Jernbane

Utviklingen i støyemisjon fra de ulike banestrekningene fra 1999 til 2002 er illustrert i Figur 27. Figuren viser at det i perioden har vært til dels sterk nedgang (> 2 dBA) i støyemisjon på lange strekninger blant annet på Dovrebanen, Bergensbanen, Rørosbanen og Vestfoldbanen. På andre strekninger som f.eks. Sørlandsbanen og deler av Nordlandsbanen, var støyemisjonen derimot høyere i 2002 enn i 1999. Denne økningen i støyemisjon har stort sett vært mindre enn 1 dBA, men på deler av Rørosbanen samt på Ryfylkebanen ligger økningen mellom 1 og 2 dBA. Bare på svært korte strekninger ser vi at oppgangen i støyemisjon overskrider 2 dBA. Bosetningsmønsteret omkring jernbanetraséen vil påvirke i hvor stor grad disse endringene i generert støy får utslag for antall støyutsatte og plagede i de enkelte fylkene. Store endringer i støyemisjon vil ha mindre betydning for antall støyutsatte dersom endringene skjer i tynt befolkede områder enn i tettsteder.

Fra 1999 til 2002 gikk plagen fra jernbanestøy på landsbasis ned med 15 prosent (Tabell 28 og 28). Flere faktorer kan forklare denne reduksjonen i plage; nedgang i togtrafikk, utskifting av tog til nye og mer stillegående togtyper, skinnsliping og endring i bosetning. Vi har imidlertid ikke tallfestet hvor mye av nedgangen som kan tilskrives hver av disse årsakene.

Figur 27. Differanse i støyemisjon mellom 1999* og 2002*, dBA



Nedgangen i støyplage i Oslo har vært på 15 prosent og i Akershus på 18 prosent. Her har vi hatt en betydelig nedgang i trafikken langs den gamle hovedbanen om Grorud/Strømmen. Romeriksporten ble åpnet høsten 1999, før dette brukte alle tog den gamle hovedbanen. Den nye Gardermobanen går i tunnel gjennom de folkerike østre delene av Oslo tettsted.

Også i Trøndelag ser vi en markert nedgang i støyplagen på hele 32 prosent. Her har vi hatt en sterk nedgang i støyemisjon for Dovrebanen. På Rørosbanen fra Røros til Støren ser vi at støyemisjonen har økt svakt. Dette får imidlertid liten betydning for antall støyutsatte, da området er tynt befolket.

Vest-Agder og Rogaland er de eneste fylkene der vi har oppgang i støyplagen. Størst er utslaget i Rogaland, der det har skjedd en økning i persontogtrafikken gjennom tettstedene. Godstrafikken er i samme periode blitt redusert, men fordi persontog har økt i mengde og holder høyere hastighet enn godstog, vil de generere mer støy enn det som følger av nedgang i godstrafikk.

På Østfoldbanen fra Oslo til Moss har det skjedd en tilsvarende endring i trafikkbildet. På denne strekningen ser vi imidlertid ikke noe stort utslag i støyemisjonen. I løpet av perioden har det vært gjennomført skinnesliping på strekningen, noe som stort sett har utjevnet effekten av økt persontogtrafikk, og det er derfor lite endring i støybelastningen i sum.

Tabell 28. Bosatte personer utsatt for støy fra jernbane. Hele landet og fylker. 1999*¹

Region	SPI		Støyutsatte				
	I alt	I alt	50,0 - 54,9	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
I alt	27 745	107 213	39 373	33 126	23 481	9 202	2 031
Østfold	1 957	7 529	2 609	2 384	1 762	736	38
Akershus	5 318	18 604	4 532	5 121	4 581	3 309	1 061
Oslo	3 335	11 674	2 981	2 683	3 801	1 512	697
Hedmark	1 948	7 907	3 565	2 257	1 583	462	40
Oppland	1 886	7 733	3 381	2 616	1 314	417	5
Buskerud	2 943	11 781	4 836	3 770	2 383	760	32
Vestfold	1 588	6 262	2 250	2 050	1 552	407	3
Telemark	902	3 685	1 558	1 309	618	200	0
Aust-Agder	156	658	263	310	72	13	0
Vest-Agder	1 026	4 106	1 632	1 380	918	164	12
Rogaland	1 579	6 015	1 955	2 024	1 492	449	95
Hordaland	567	2 266	856	774	518	118	0
Møre og Romsdal	97	436	273	102	61	0	0
Sør-Trøndelag	1 958	7 917	3 317	2 634	1 523	410	33
Nord-Trøndelag	1 306	5 446	2 494	1 915	807	215	15
Nordland	1 180	5 194	2 871	1 799	495	29	0

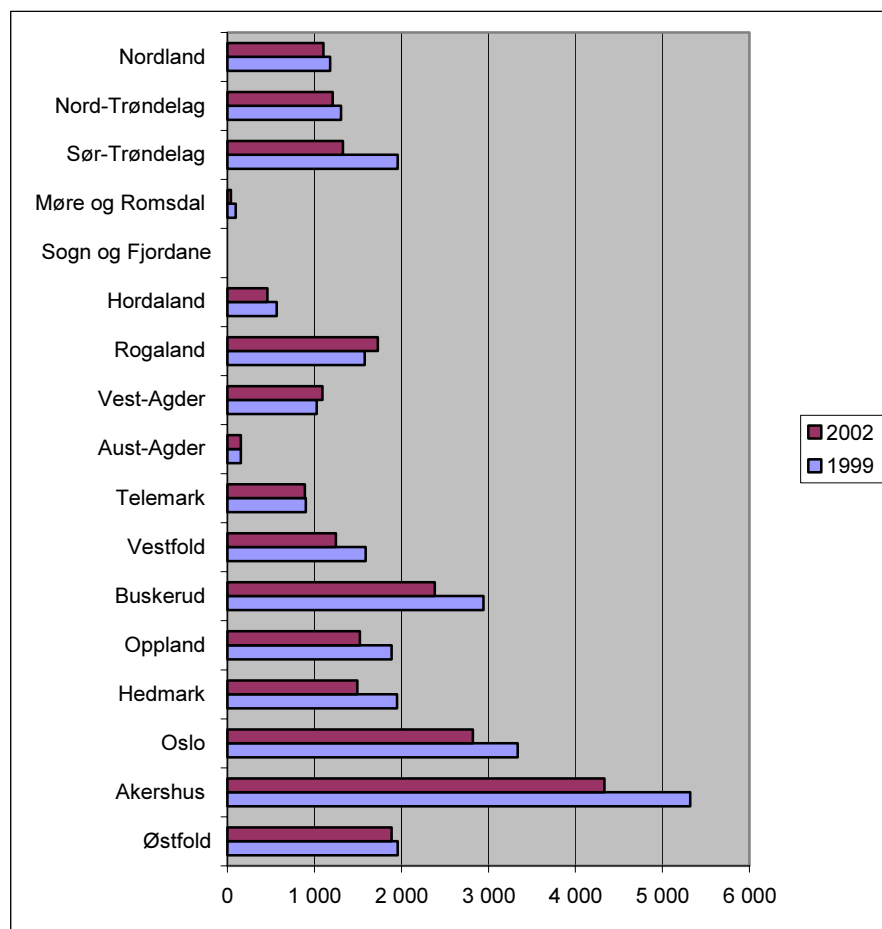
¹På grunn av manglende trafikk tall er følgende strekninger ikke med i beregningene: Narvik - Vassijaure, Nelaug - Arendal, Myrdal - Flåm, Alnabru - Grefsen (godsspor), Loenga - Grefsen, Hønefoss - Hen, Skien - Notodden

Tabell 29. Bosatte personer utsatt for støy fra jernbane. Hele landet og fylker. 2002*¹

Region	SPI		Støyutsatte				
	I alt	I alt	50,0 - 54,9	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
I alt	23 699	94 288	37 484	30 913	19 051	6 052	788
Østfold	1 889	7 232	2 584	2 254	1 472	832	90
Akershus	4 335	16 089	4 876	4 806	4 170	1 923	314
Oslo	2 820	10 832	3 445	3 763	2 658	793	173
Hedmark	1 493	6 207	2 991	1 785	1 207	216	8
Oppland	1 522	6 404	3 024	2 203	1 051	126	0
Buskerud	2 382	9 713	4 178	3 299	1 683	537	16
Vestfold	1 246	5 116	2 243	1 691	1 024	158	0
Telemark	889	3 670	1 629	1 291	587	163	0
Aust-Agder	154	651	283	266	92	10	0
Vest-Agder	1 093	4 325	1 640	1 441	1 039	184	21
Rogaland	1 729	6 435	1 888	2 105	1 647	652	143
Hordaland	459	1 909	814	729	327	39	0
Møre og Romsdal	40	191	123	67	1	0	0
Sør-Trøndelag	1 329	5 556	2 620	1 860	903	167	6
Nord-Trøndelag	1 212	5 059	2 410	1 656	752	224	17
Nordland	1 105	4 897	2 737	1 696	435	29	0

¹På grunn av manglende trafikk tall er følgende strekninger ikke med i beregningene: Narvik - Vassijaure, Nelaug - Arendal, Myrdal - Flåm, Alnabru - Grefsen (godsspor), Loenga - Grefsen, Hønefoss - Hen, Skien - Notodden

Figur 28. SPI for jernbane. Fylke. 1999* og 2002*



6.5 Industri og næringsvirksomhet

SPI fra industri og næringsvirksomhet sto for 8 prosent av kartlagt SPI-nivå i 1999. Fram til 2002 gikk støyplagen ned med 2 prosent. Dette skyldes senket aktivitetsnivå i enkelte av de mest støygenererende industrisektorene. Tabell 30 viser antall personer utsatt for støy i ulike dBA-intervaller og SPI etter fylke. Høyest SPI har man i Rogaland. Typiske industrifylker som Østfold og Telemark kommer et stykke lenger ned på lista. Årsaken til dette er at støykilden industri og næringsvirksomhet omfatter mer enn tungindustri. De høyeste utgangsstøynivåene kommer fra pukkverk og skipsverft. Mekaniske verksteder genererer også høye støyverdier. Metallurgisk industri og produksjon av papir og cellulose, som ofte oppfattes som mer tradisjonelle industrisektorer, gir lavere støynivåer.

Tabell 30. Bosatte personer utsatt for støy fra industri og næringsvirksomhet. Fylke. 2002*

	SPI		Støyutsatte					
	I alt	I alt	48,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 70,0
I alt	34 808	140 611	47 237	65 157	20 494	5 949	1 320	454
Østfold	1 968	8 067	2 977	3 655	1 055	315	61	4
Akershus	2 062	8 669	3 608	3 650	1 066	261	81	..
Oslo	3 442	13 654	4 356	6 049	2 099	824	221	105
Hedmark	905	3 653	1 236	1 596	620	158	20	23
Oppland	745	3 020	998	1 278	576	139	19	10
Buskerud	1 691	7 051	2 668	3 256	844	216	49	18
Vestfold	2 401	9 672	3 194	4 381	1 703	316	54	24

Telemark	1 812	7 410	2 409	3 589	1 086	242	73	11
Aust-Agder	1 252	5 015	1 812	2 252	639	255	39	18
Vest-Agder	523	2 083	679	933	363	84	15	9
Rogaland	5 443	21 901	6 392	11 341	2 971	946	207	44
Hordaland	3 876	15 624	5 040	7 639	2 140	663	95	47
Sogn og Fjordane	715	2 854	975	1 271	430	107	33	38
Møre og Romsdal	2 459	9 810	3 324	4 283	1 578	474	111	40
Sør-Trøndelag	1 573	6 222	2 014	2 687	1 030	364	98	29
Nord-Trøndelag	824	3 345	1 192	1 508	412	163	54	16
Nordland	1 323	5 386	1 905	2 535	755	162	25	4
Troms	1 178	4 666	1 572	2 120	726	186	51	11
Finnmark	621	2 510	887	1 135	400	74	13	..

Tallene for antall bosatte utsatt for støy og SPI er avhengig av særlig tre grunnleggende forhold:

- Bransjenes utgangsstøy
- Antall bedrifter
- Den geografiske plassering av bedriftene i forhold til bosatte

Fylker med mange store bedrifter behøver dermed ikke nødvendigvis å ha mange bosatte som er utsatt for støy fra industri. Industribedriftene må i tillegg ligge nær konsentrasjoner av boligbebyggelse. Som eksempel kan nevnes Telemark fylke, som kan oppfattes som et "industrifylke" pga. noen store bedrifter med mange ansatte. Antall bosatte utsatt for støy er imidlertid ikke særlig høyt sammenlignet med andre fylker, noe som kan forklares med at antall bedrifter er middels høyt. I beregningene er det i tillegg til rein industri også med bedrifter innen annen næringsvirksomhet.

Tabell 31. Bosatte personer utsatt for støy og SPI fra industri og næringsvirksomhet. Bransje. 2002*

	SPI		Støyutsatte					
	I alt	I alt	48,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 70,0
I alt	34 808	140 611	47 237	65 157	20 494	5 949	1 320	454
Pukk/ bergverk	9 538	37 628	9 411	19 016	6 737	1 810	479	175
Mek. verksted	4 714	19 889	7 851	8 655	2 484	721	119	59
Skraphandlere	1 398	5 662	2 241	2 561	640	175	29	16
Bensinstasjon	203	921	392	450	45	34	0	0
Grafisk industri	998	3 962	1 115	1 755	650	376	48	18
Sagbruk/ høvleri	1 457	6 053	2 181	2 775	758	313	26	0
Metallurgisk	675	2 835	928	1 374	353	138	36	6
Papir/ cellulose	208	935	382	438	94	14	7	0
Petrokjemisk	1 848	8 094	3 075	3 801	898	254	66	0
Vaskeri/ renseri	79	343	105	198	36	4	0	0
Næringsmiddel	581	2 520	915	1 117	415	71	2	0
Diverse	762	3 210	1 091	1 485	438	196	0	0
Skipsverft	10 971	43 191	15 923	18 875	6 130	1 648	454	161
Bilopphoggeri	1 161	4 400	1 145	2 220	773	189	54	19
Bilverksted	212	971	482	437	45	7	0	0

Endringer fra 1999 til 2002 er basert på logaritmiske endringer i produksjon ($10 * \text{LOG}_{10}$ (produksjon 1999/ produksjon 2002)), der produksjon er gitt ved produksjonsindekser. Justeringen er gjort for hver bransje. Endringstallene vil dermed for hvert fylke avhenge av bransjesammensetningen og konsentrasjonen av bosatte etter avstand fra bedriftene. Hvis en bedrift tilhører en bransje med stor økning i produksjon, men hvor få er bosatt rundt bedriften, vil det ikke bli særlig endring i antall bosatte utsatt for støy. På den andre siden kan en liten økning for en bedrift med mange bosatte i nærheten, føre til et stort bidrag til endringstallene.

Tabell 32. Endring i SPI fra industri og næringsvirksomhet. 1999* til 2002*. Bransje

	1999	2002	Endring
I alt	35 653	34 808	-845
Pukk/ bergverk	8 753	9 538	785
Mek. verksted	4 958	4 714	-244
Skraphandlere	1 442	1 398	-44
Bensinstasjon	202	203	1
Grafisk industri	1 011	998	-13
Sagbruk/ høvleri	1 533	1 457	-76
Metallurgisk	672	675	3
Papir/ cellulose	213	208	-5
Petrokjemisk	1 873	1 848	-25
Vaskeri/ renseri	77	79	2
Næringsmiddel	609	581	-28
Diverse	806	762	-44
Skipsverft	12 319	10 971	-1 348
Bilopphoggeri	994	1 161	167
Bilverksted	191	212	21

* Foreløpig tall.

Tabell 33. Endring i SPI fra industri og næringsvirksomhet. 1999* til 2002*. Fylke

	1999	2002	Endring
I alt	35 653	34 808	-845
Østfold	2 033	1 968	-65
Akershus	2 069	2 062	-7
Oslo	3 505	3 442	-63
Hedmark	899	905	6
Oppland	736	745	9
Buskerud	1 731	1 691	-40
Vestfold	2 466	2 401	-65
Telemark	1 844	1 812	-32
Aust-Agder	1 347	1 252	-95
Vest-Agder	553	523	-30
Rogaland	5 444	5 443	-1
Hordaland	4 006	3 876	-130
Sogn og Fjordane	732	715	-17
Møre og Romsdal	2 557	2 459	-98
Sør-Trøndelag	1 545	1 573	28
Nord-Trøndelag	842	824	-18
Nordland	1 423	1 323	-100
Troms	1 230	1 178	-52
Finnmark	690	621	-69

* Foreløpig tall.

I Tabell 34 er det gitt tall fordelt etter nace 15-37 (industri) og annen næringsvirksomhet. Rein industri står for 23 517 SPI, eller 67,6 prosent av total SPI i disse næringene.

Tabell 34. Antall personer utsatt for støy og SPI. Industri og annen næringsvirksomhet. 2002*

	Støyutsatte							
	SPI	I alt	48 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	> 70
I alt	34 808	140 611	47 237	65 157	20 494	5 949	1 320	454
Industri	23 517	95 914	35 524	42 642	12 814	3 887	787	260
Annen næring	11 292	44 697	11 712	22 515	7 680	2 062	533	195

* Foreløpig tall.

SSBs beregning gir et noe større antall personer eksponert for industristøy og annen næringsvirksomhet (>48 dBA) enn det beregningene til SINTEF gir (pers. medd. Truls Berge 2004). De eneste forskjellene i metode er:

- SSB benytter bosatte fra Folkeregisteret, mens SINTEF benytter gj.snitt per bygningstype
- SSB benytter 4-delt avstandsdempning etter bygningstetthet, mens SINTEF benytter 2-delt tett/spredt
- SSB benytter tilfeldig utvalgte adresser for direktivitet, mens SINTEF benytter tilfeldig valgt sektor

6.6 Bygg og anlegg

Støy fra bygg og anlegg sto i 1999 for 3 prosent av kartlagt SPI-nivå. Det er ikke gjort noe nytt arbeid for å kartlegge denne støykilden, men den vil bli vurdert inkludert i GIS-modellen på et senere tidspunkt (se nedenfor). Tallene som er presentert her for 1999 er de samme som ble presentert i SFT (2000).

SSB har imidlertid skalert tallene fra 1999 fram til 2001-nivå. Metoden for denne skaleringen er beskrevet i vedlegget om BA-støy. Basert på en enkel skalering etter aktivitetsnivå (endring i byggeaktivitet) og befolkningsendring anslås det at SPI økte fra 21 100 i 1999 til 21 150 i 2001, dvs. tilsynelatende en økning på mindre enn 0,5 prosent. Dette kan imidlertid ikke fastslås med sikkerhet.

Det planlegges å utvikle en enkel GIS-modell som vil utnytte informasjon om nybygg/ombygging fra GAB-registeret. Det kan også hentes inn stedfestet informasjon fra Vegdirektoratet over nyanlegg av veier, broer, tunneler osv. Dette kan kombineres med bearbeidet informasjon fra andre arbeider om bygg og anleggsstøy for å beregne støynivået på hver enkelt lokalisering. Hittil har det ikke vært mulig å prioritere dette innenfor de økonomiske rammene som har vært tilgjengelig.

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.
- 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.
- 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
- Løchstøer, W. (1976): *Lyd eller ulyd, elementær lydlære, grunnlag for støybekjempelse*. Tapir, Trondheim. 86 s. (Publikasjon nr. 10 fra NTNUs utvalg for støyforskning).
- 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
- Railway Traffic Noise- Nordic Prediction Method. Nordisk Ministerråd, TemaNord Environment, 1996:5224
- 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.
- 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): Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy. SINTEF Notat.
- SINTEF (2002b): 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.
- SSB (1994): Standard for næringsgruppering. NOS C182. Statistisk sentralbyrå 1994.
- St. meld. nr. 25 (2002-2003) *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*. Miljøverndepartementet
- Vegdirektoratet (2000): *Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, Revidert 1996. Komplet 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.

Vedlegg A. **VEI NY METODE:** Dokumentasjon av arbeid med statistisk modell for støy fra vei, metode med vinkelberegning.

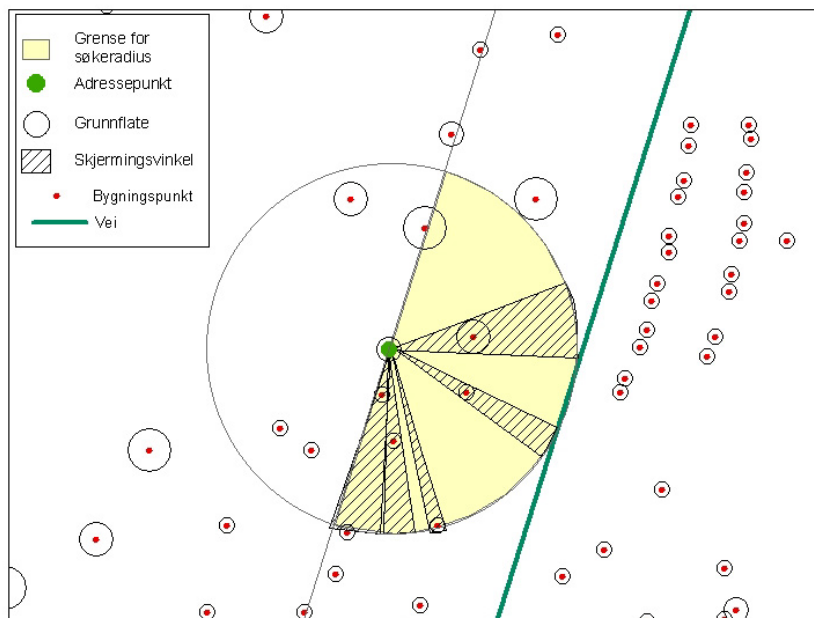
eer, 8. desember 2003, revidert mars 2004.

1 Ny metode for beregning av støydempning/ barriere i veitrafikkstøy

Resultatene for veitrafikkstøy som er presentert for 2002 og 1999 baserer seg på en forenklet metode men med justering etter sammenligning med data fra Statens vegvesens VSTØY. Det er i mellomtiden sett behov for forbedring av denne metoden, særlig håndteringen av barrierer gitt ved bygninger. Metoden har sterke likhetstrekk med metoden for jernbanestøy. Dette notatet beskriver foreslåtte endringer i metode og gir foreløpige resultater for noen fylker. Det blir også beskrevet sammenligning med andre resultater (bl.a. fra VSTØY).

I den nåværende metoden (her kalt linjemetoden) benyttes en enkel metode for beregning av skjermeffekten til bygninger mellom vei og adressepunkt; hvis det er minst en bygning i siktlinje til veien benyttes en justering på - 5 dBA, hvis adressen er lokalisert innen sentrum av tettsteder med minst 20 000 innbyggere benyttes en justering på - 10 dBA. I forbindelse med arbeid med støy fra jernbane, ble det utviklet en metode for beregning av skjermvirkning av bygninger (vinkelmetoden). I vinkelmetoden summeres skyggeeffekten av alle bygninger mellom jernbane og adresse og en får en siktinkel til jernbana. Fra denne siktinkelen beregnes en korreksjon gitt i dBA. Figur 1 viser prinsippskisse for hvordan vinkelmetoden fungerer. Prinsippskisse for vinkelmetoden

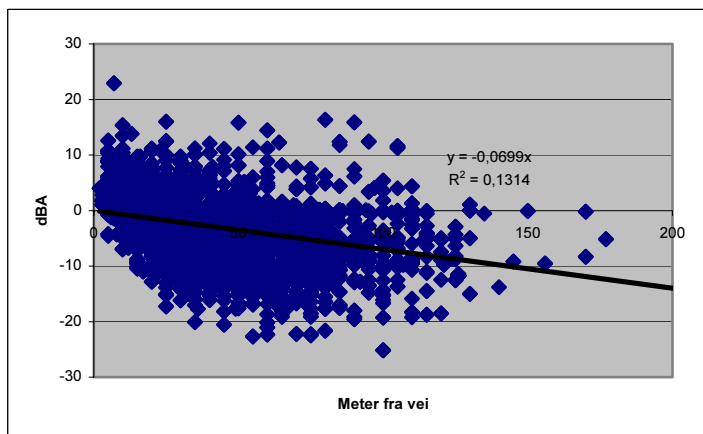
Figur 1. Prinsippskisse for vinkelmetoden



For å teste ut vinkelmetoden for veistøy, er metoden overført til veistøymodellen og kjørt for fylkene Østfold og Akershus på data per 1999. Det er gjort sammenligning mot VSTØY-data der dette forekommer, for øvrig er antall støyeksponerte personer og SPI sammenstilt for de to metodene.

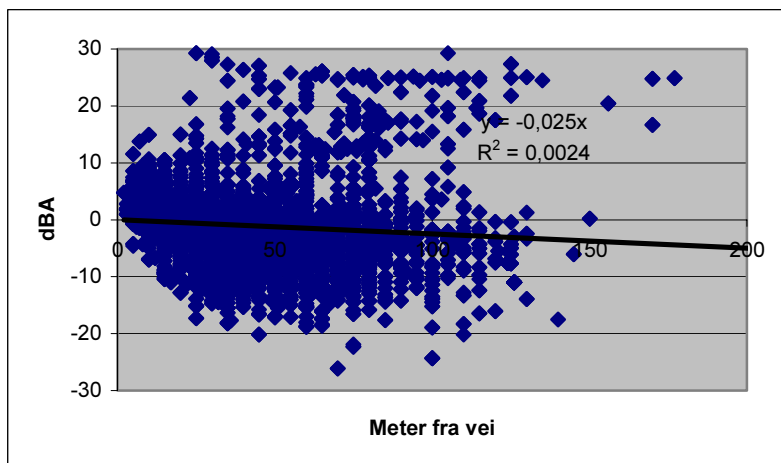
Nedenfor er en beskrivelse av sammenligning mellom VSTØY og SSBs forenklete beregninger plottet for hvert bygningspunkt. Det er foretatt 3 beregninger for Østfold fylke med 1999 data: Den benyttede linjemetoden, der en sjekker om det er bygning i siktlinja mellom hver adresse og nærmeste vei, og to varianter av den nye vinkelmetoden som beregner siktinkel. Vinkelmetoden er prøvd ut med "vanlig" -3 dBA per dobling av avstand og (som benyttet i jernbaneberegningene) -4 dBA per dobling av avstand.

Figur 2. Differanse mellom forenklet beregning med linjemetoden og VSTØY beregning, Østfold

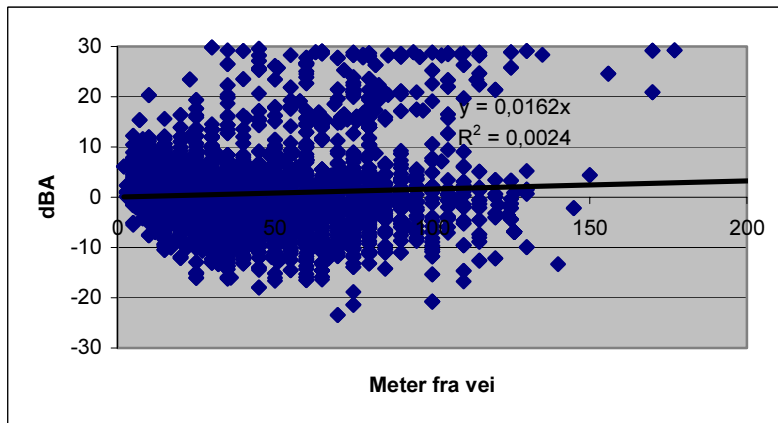


Summen av alle differansene for Østfold er etter denne metoden -2,8. Tilsvarende for vinkelmetoden med -3 og -4 dBA per dobling av avstanden er henholdsvis -1,3 og 0,4 dBA.

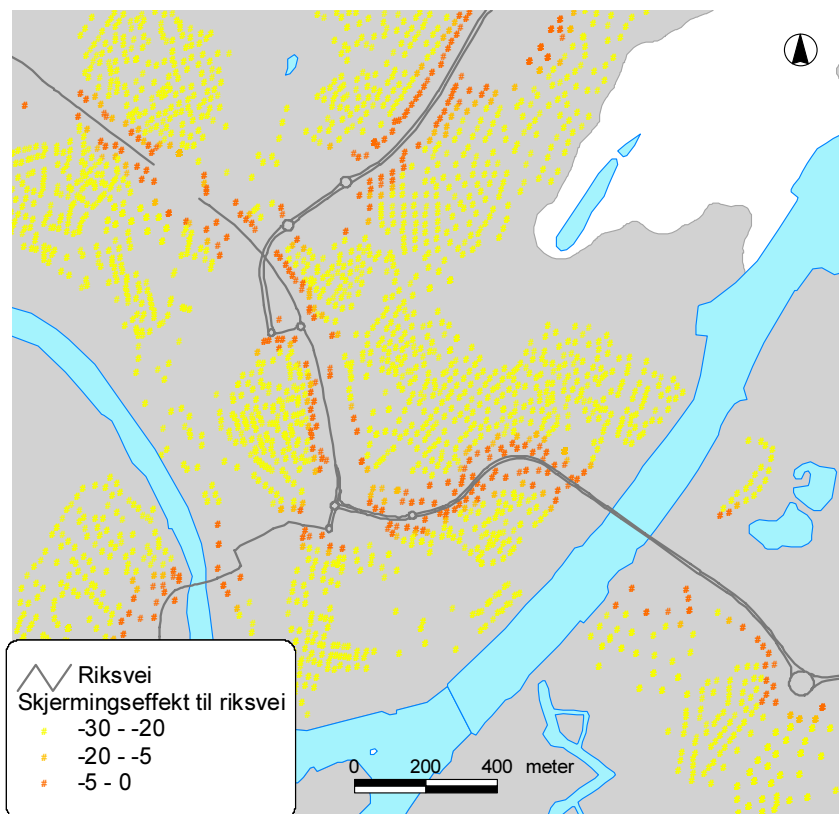
Figur 3. Differanse mellom forenklet beregning med vinkelmetode og VSTØY



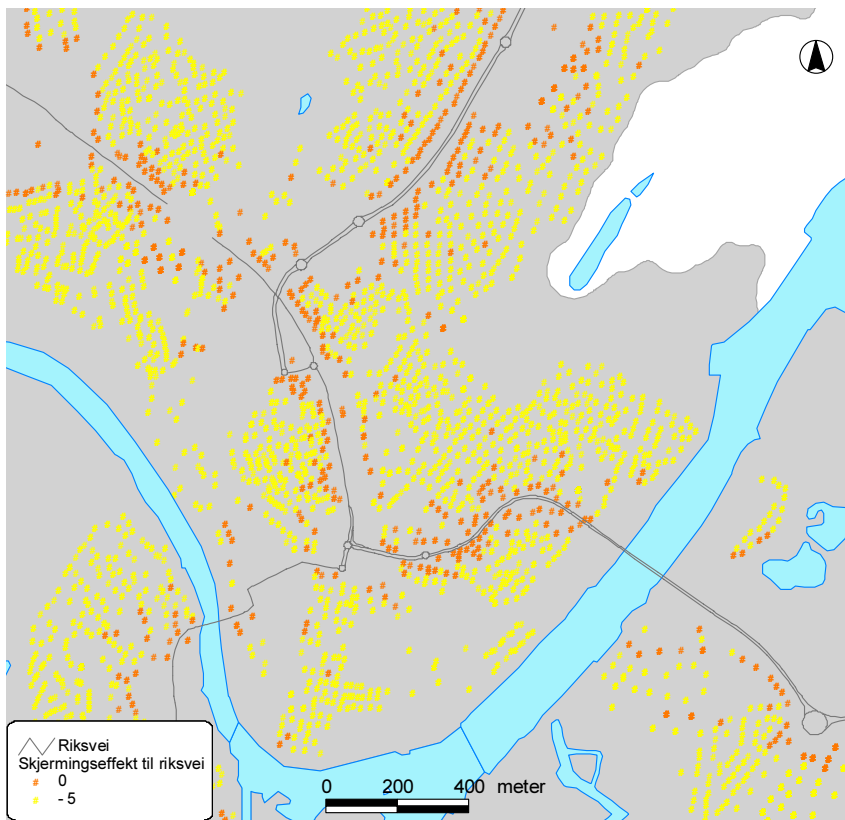
Figur 4. Differanse mellom forenklet beregning med vinkelmetode (samt 4 dBA per doubling av avstand) og VSTØY



Figur 5. Eksempel på skjermingseffekt beregnet ved vinkelmetoden (riksvei, dBA)



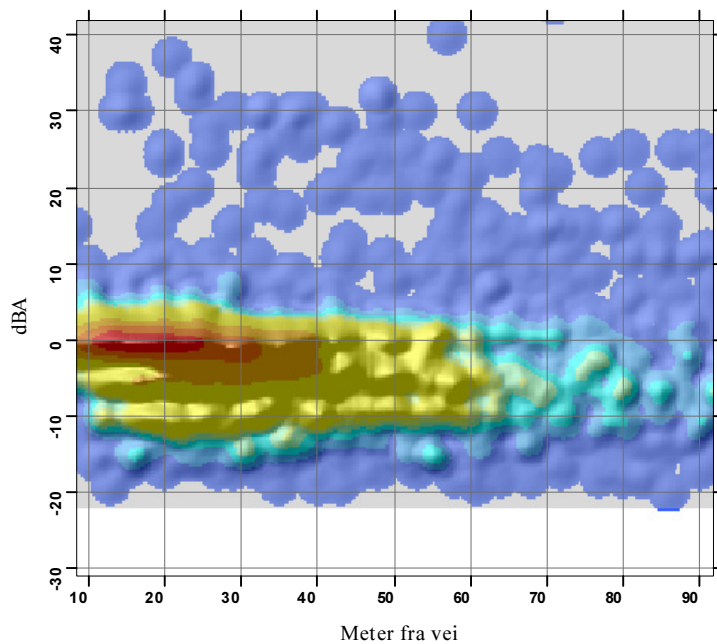
Figur 6. Eksempel på skjermingseffekt beregnet ved linjemetoden (riksvei, dBA)



Figur 5 og Figur 6 viser skjermingseffekten i forhold til riksvei på hver enkelt adresse ved de to metodene. Figurene illustrerer at vinkelmetoden gir langt sterkere skjermingseffekt, særlig litt ut fra veien.

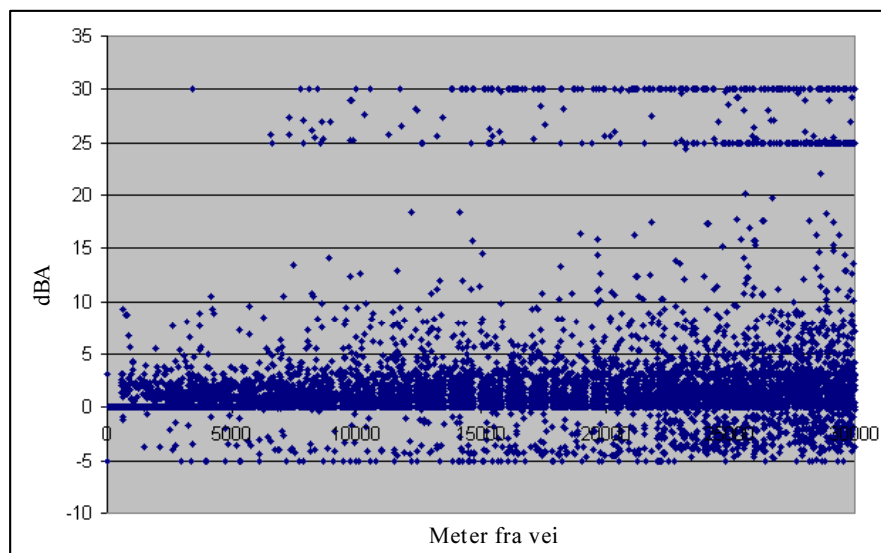
Tilsvarende testkjøring er gjort for Akershus fylke. Gjennomsnittlig avvik mellom VSTØY og SSBs metoder fordeler seg slik: Enkel linjemetode: -3,12 dBA. Linjemetode med 4 dBA per dobling av avstand: -1,49 dBA. Vinkelmetode: -2,11 dBA. Vinkelmetode med 4 dBA per dobling av avstand: -0,48 dBA.

Figur 7. Differanse mellom VSTØY og SSBs vinkelmetode. Akershus. dBA



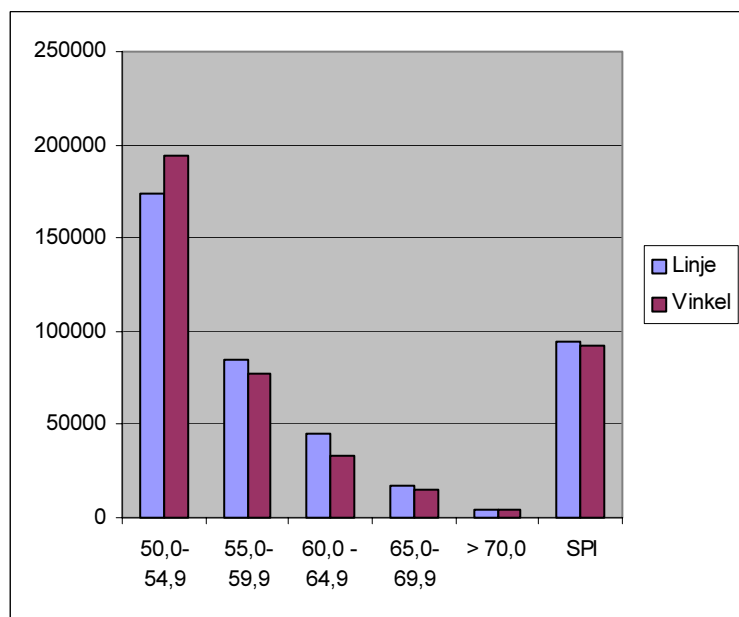
Det er tydelige opphopninger langs 0 dBA-linjen -5 og -10 linjen. Dette skyldes sannsynligvis VSTØYs ulike kriterier for støyreduksjon pga. siktinkel, terrengforhold, markslag og annet.

Figur 8. Sammenligning av støynivå ved linjemetoden - vinkelmetoden etter avstand fra vei. dBA



Figur 8 illustrerer forskjellene mellom resultater fra vinkelmetoden og linjemetoden. Vinkelmetoden gir desibelreduksjon kontinuerlig ut fra siktinkelen. Når 180 grader av siktinkelen er dekket av bygninger, settes reduksjonen til -30 dBA. Linjemetoden gir ingen reduksjon eller et fratrekk på -5 dBA (ingen boliger i sentrum i Figur 8). Boliger som ikke har bygning i siktilinja, men som har en eller flere bygninger i sektoren mellom veien og boligen, opptrer over 0-linja. Tilsvarende opptrer boliger med bygning i siktilinja, men med få eller ingen andre bygninger i sektoren, under 0-linja. Opphopning langs 0-linja, -5-linja, 25-linja og 30-linja er dermed som forventet.

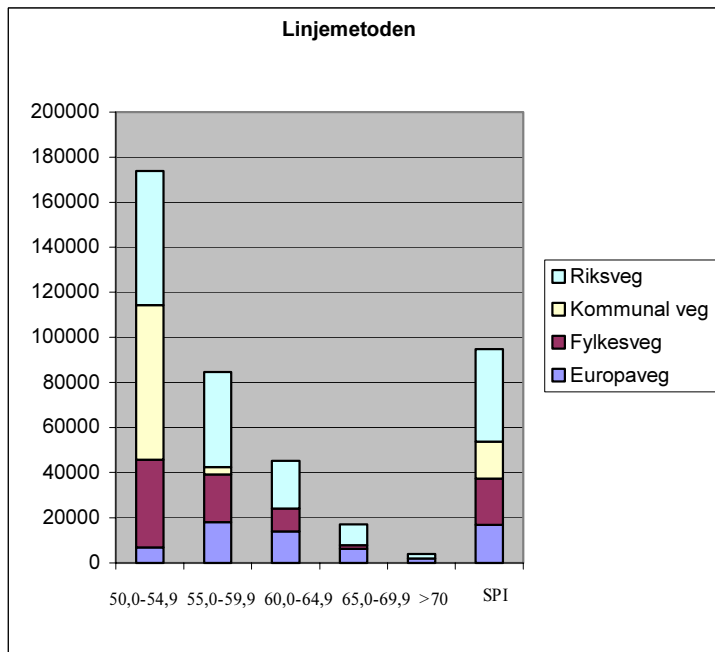
Figur 9. Antall personer utsatt for støy. Akershus og Østfold. Vinkelmetoden (4dBA).



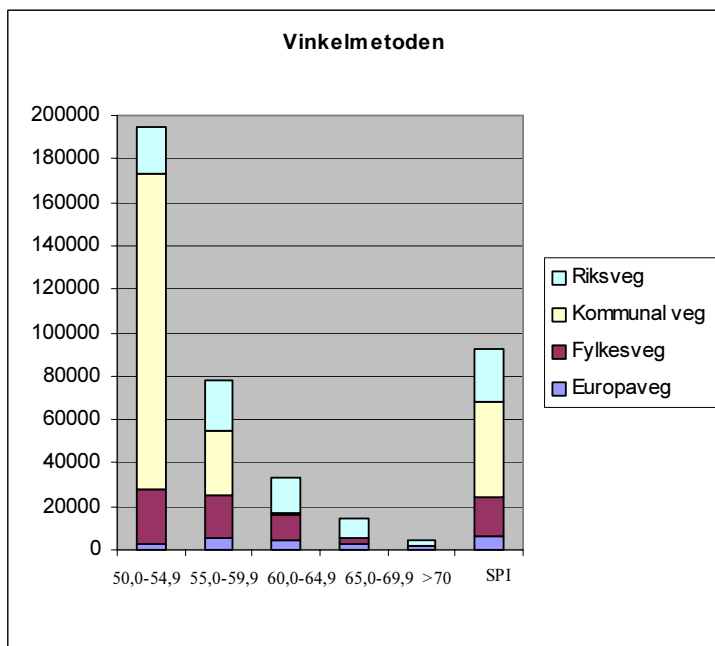
Figur 9 viser antall støyeksponerte samt SPI for Østfold og Akershus med linjemetoden og vinkelmetoden. Total SPI er omtrent lik for de to metodene (her beregnet fra 50 dBA). Antall støyeksponerte er noe lavere i de høyeste desibelklassene for vinkelmetoden, mens dette forholdet snur for den laveste klassen (50 - 55). Siden vinkelmetoden innfører langt kraftigere skjermingsforhold enn linjemetoden, ville en forvente at antall eksponerte ble lavere for de lave desibelklassene (lengre unna kilden), noe en kunne observere for jernbanestøy. Dette er altså ikke tilfelle med antall personer utsatt for støy fra vei.

Ser en nærmere på fordelingen på vegtype (Figur 10 og Figur 11), viser det seg at effekten med vinkelmetodens bedre beskrivelse av skjerming fører til en omfordeling av hvilke veier som gir høyeste støybidrag. Kommunale veier gir mer av støybidraget på bekostning av europa- og riksveier, ved vinkelmetoden. Dette forklarer dermed *hvorfor vinkelmetoden gir flere støyutsatte i den laveste desibelklassen*: Bosatte som ved linjemetoden fikk sitt største bidrag fra eksempelvis en riksvei, vil pga. sterkere skjermvirkning få sitt høyeste støybidrag fra vei som ligger nærmere (ofte en kommunal vei) men med lavere emisjonsverdi. I tillegg vil en ved sterkere skjermvirkning flytte personer fra høye til lave desibelklasser.

Figur 10. Antall personer utsatt for støy. Akershus og Østfold. Linjemetoden.



Figur 11. Antall personer utsatt for støy. Akershus og Østfold. Vinkelmetoden (4dba).



1.1 VSTØY som sammenligningsgrunnlag og "fasit"

Det er stilt spørsmål ved om VSTØY er egnet som sammenligningsgrunnlag. Undersøkelser har avdekket feil i VSTØY som en følge av bl.a. feil i inngangsdataene (Osmundsen 2003). Videre er det påpekt at VSTØY først og fremst inneholder data over hus i første rekke og i mindre grad over hus i 2.

og 3. rekke (Milford 2003). SSB har imidlertid gjort fylkesvise undersøkelser av dataene i VSTØY som viser at det er tilstrekkelig data på større avstand fra vegene.

Trafikktallene for beregningene av støy etter SSBs metode er hentet fra VSTØY for de fleste fylker, (mens det for noen fylker er hentet fra Vegdatabanken). Avvik mellom tall fra SSB og VSTØY må derfor hovedsakelig forklares ut fra forskjeller i avstand, markdempning, høydeforskjell kilde - mottaker, eller sikt og skjermforhold. En optelling for ett fylke viser at om lag 10 prosent av adresser med data for både VSTØY og SSB har forskjell på mer enn 15 meter i avstand mellom støykilde og mottaker (og avstanden er ikke over 100 m). Forskjell i avstandsberegningene er dermed en hovedårsak til avvik mellom VSTØY og SSBs beregninger. For å sjekke nærmere de til dels store enkeltavvikene mellom SSBs beregninger og verdiene i VSTØY, har vi plukket ut noen adresser med store avvik (men lite avvik i avstand) og sett nærmere på disse.

SSB beregner bidrag fra nærmeste europaveg, riksveg, fylkesveg og kommunale veg til hvert adressepunkt. VSTØY beregner til eksponert fasade, i noen tilfeller flere enheter per bygg, også i høyden. I sammenligningen er høyeste verdi per bygg valgt fra VSTØY. Fra SSBs beregninger velges verdien ut fra samme vegtype som det er beregnet for i VSTØY. I utvalget (18 bygninger) som ble sjekket manuelt, forekom det 4 bygninger hvor VSTØY opererte med annen vegtype enn kodingen i VBASE/ ELVEG. Dermed sammenlignes støy fra forskjellige veier, og avviket kan bli betydelig (60-70 dBA).

I ett tilfelle hadde VSTØY beregnet støy fra europaveg, denne lå mer enn 400 m fra bygningen og var således ikke beregnet av SSB. Imidlertid hadde SSB beregnet støy fra nærmeste riksveg (som lå atskillig nærmere med høyere støybidrag).

I 12 tilfeller var det beregnet til samme veg med lik trafikk og avstand i VSTØY og SSB. Forskjellene i dBA var imidlertid fra 6 til 17 dBA. De fleste av disse enhetene i VSTØY hadde verdi $S1=2$ dvs. eksisterende skjerm tilsvarende -10 dBA. Siden vi ikke benytter data om skjerm i våre beregninger, vil dette forklare størsteparten av avviket. Resterende må forklares med siktinkel og markdempning.

I ett tilfelle i sammenligningen VSTØY og SSB var våre beregninger 12 dBA lavere enn VSTØY. Vi hadde i dette tilfellet beregnet til avkjøring fra en hovedvei med atskillig lavere trafikk, men med samme vegtype.

1.2 Sammenligning med mer presise beregninger

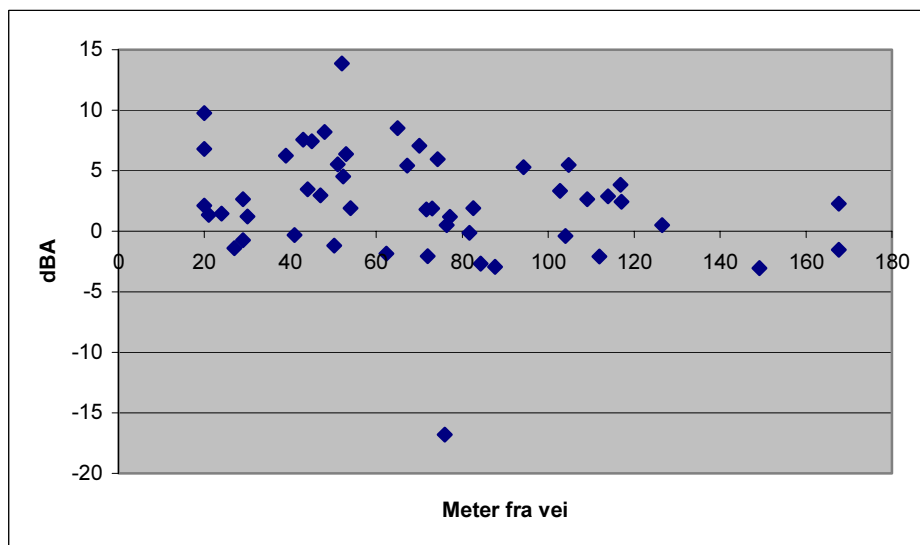
Det ble foreslått å forsøke sammenligning mot mer presise beregninger. Bl.a. i forbindelse med planlegging av nye veitraseer har Statens vegvesen fått utført presise beregninger. Det viser seg at data fra disse beregningene ikke ligger lett tilgjengelig for digital bearbeiding. I stor grad foreligger data på papirkart. Det har ikke vært mulig å få ensartede data med koordinater eller standardiserte adresser digitalt. Unntakene er excelfil med samlet oversikt over noen veistrekninger i Oppland fylke der enhetene er identifisert ved gardsnummer/bruksnummer og tekstadresse (Olafsen 2003). Likeledes er det mottatt autocad-filer med støysonekart for strekningen Kopstad - Gulli langs E18 (Firmann 2003). Et generelt problem er at det for dagens situasjon og med dagens veisituasjon er beregnet støysoner i 5 dBA intervaller. Det er beregnet eksakte verdier, men kun for situasjonen ved eksempelvis 10 år fram i tid med prognosert trafikkvekst og ny veitrase. Imidlertid har vi mottatt beregninger på bygningsnivå (kartplott på papir) etter dagens situasjon for en strekning langs Slemmestadveien i Røyken (Leifsen 2003). Disse verdiene er tastet inn til rett adresse i våre beregninger for sammenligning. Likeledes er data for Oppland redigert, geokodet mot GAB og koblet sammen med våre beregningsresultater.

Av ca. 400 adresser i Oppland ble 125 redigert til format med fornuftig gateadresse. Av disse koblet 100 adresser mot tekstadresse i GAB. Ved utplotting mot SSBs adresser og veier, viser det seg at så å si alle disse adressene er lokalisert veldig nært veier. Dataene kan dermed ikke si noe utsagnskraftig

om egenskapene ved vinkelmetoden. Så nært veien vil også små forskjeller i avstand ha betydning for støy ved mottaker. Nesten alle støyverdiene er høyere enn beregnet av SSB. Det var ikke oppgitt avstand, år for beregning eller trafikkgrunnlag til støytallene for Oppland. Til tross for kort avstand til vei har enkelte adresser (10) forskjeller på 10-20 dBA, noe som tyder på et helt annet trafikk-/veigrunnlag i beregningene.

Dataene for Slemmestad er presentert i Figur 12. Figuren viser sammenligning mellom SSBs beregnede verdier etter vinkelmetoden mot mer presise beregninger fra støyberegningsverktøyet TSTØY (som tar hensyn til bl.a. terrengformasjoner mm.). Det er et lite utvalg og en skal være varsom med beskrivelser ut fra et slik eksempel, imidlertid er det i gjennomsnitt nær 3 desibel høyere per bolig i SSBs beregninger enn i TSTØY, noe avtagende med avstand. Utliggeren ved 80 meter med differanse -16 dBA, kan gjenfinnes helt nederst i Figur 13 A og B. Her har vinkelmetoden gitt atskillig lavere verdi enn foranliggende boliger (32,3 dBA), mens det i TSTØY er gitt samme verdi til den sammenhengende boligmassen på 3 boliger (49.1 dBA).

Figur 12. Støy ved bolig etter avstand i meter. SSB og TSTØY. Eksempelområde. N=59. dBA



Figur 13 viser et utvalg av boligene fra Figur 12 med SSBs beregnede verdier etter vinkelmetoden (A), verdier beregnet med TSTØY (B) og fra VSTØY (C). Dette er et eksempel med veldig kupert terreng, der boligene ligger en del høyere enn veien. Terrengforholdene virker derfor inn på resultatene (i TSTØY og VSTØY).

Figur 13. Beregnet døgnekvivalentnivå, SSB (A), TSTØY (B) og VSTØY (C)



2 Foreløpige resultater 2001

I Tabell 1 presenteres resultater for 2001 med den nye, justerte metoden. Tallene for SPI samlet for de tre fylkene er med metoden som hittil er benyttet 72 368, mens med den justerte metoden blir resultatet 60 511. Resultatene fra den justerte metoden (vinkelmetoden) gir altså en del lavere SPI-tall. Dette skyldes at bygningers barrierevirkning, beregnet ved siktinkel, gir lavere støynivåer i 2. og 3. husrekke og utover. Barrierevirkningen forskyver antall bosatte nedover i desibelklassene og en får i større grad høyeste støybidrag fra nærmeste vei. Dette fører til at en større andel av de støyutsatte får høyeste støybidrag fra kommunal vei. Siden SPI beregnes fra 55 dba vil SPI bli lavere ved den nye, justerte metoden.

Tabell 1. Støyutsatte over 50 dBA og og SPI (over 55 dBA) 2001. Vinkelmetoden

	SPI	Støyutsatte				
	I alt	50,0 - 54,9	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
Østfold	18 267	79 337	31 767	12 319	6 008	1 637
Akershus	29 699	112 319	45 369	24 978	9 325	2 475
Oppland	12 545	40 859	21 719	9 967	3 470	483

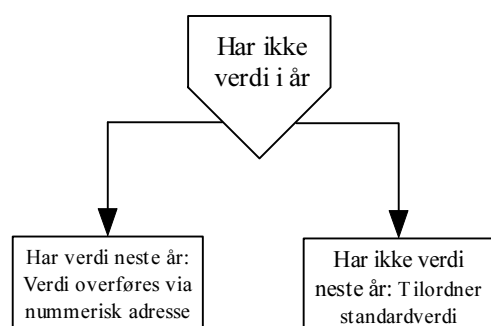
Tabell 2. Støyutsatte og SPI (over 55 dBA) 2001. Linjemetoden

	SPI	Støyutsatte			
	I alt	55,0 - 59,9	60,0 - 64,9	65,0 - 69,9	> 70,0
Østfold	17 402	27 498	14 528	5 372	1 094
Akershus	39 689	60 869	35 158	11 316	2 905
Oppland	15 277	27 217	12 694	3 619	244

2.1 Andre justeringer av metoden

I tillegg til justering av bygningers barrierevirkning, er det lagd et mer robust system for håndtering av svakheter i datagrunnlaget.

Trafikkdataene er ikke utfylt for alle strekninger (E, R og F veg). Det har skjedd mye med datagrunnlaget særlig mellom 1999 og 2001 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. For årsdøgntrafikk, tungtrafikkandel og veiens stigning har vi dermed følgende forhold:



Det er i tillegg valgt å innføre gjennomsnittlig stigning på veiene ut fra utfylte data. I foreliggende tall benyttes 0 stigning hvis ikke annet er angitt.

3 Referanser

Firmann Øyvind (2003): *Støyberegninger langs eksisterende E18 fra Kopstad - Gulli i Vestfold. Brev 17.11.2003 med vedlegg: Detaljplan. Planhefte 4. Støyrapport. Kopstad - Gulli (Juli 2002) og Kopstad - Tønsberg grense (april 2002).*

Leifsen Bjørn (2003): *Statens vegvesen RV 165 Slemmestadveien. Kollektivfelt og gang-/sykkelveg. Støyverdier dagens veg år 2003 uten tiltak. Trykt kart. Interconsult. Ringerike 28.07.2003*

Milford Ingunn (2003): *Kommentarer til SSB/er notat av 22. oktober 2003 "Valg av metode for beregning av støydempning/barriere". E-post, Oslo 3.11.2003.*

Olafsen Sigmund (2003): *Grunnlag for vurdering av utendørs og innendørs støynivåer.* E-post 27.11.2003. Med vedlegg: "Oversikt over de husene vi har vurdert langs de viktigste riksvegene i Oppland" (excelfil).

Osmundsen Eyolf (2003): *Kommentarer til SSB/er notat av 22. oktober 2003 "Valg av metode for beregning av støydemping/barriere".* E-post. 31.10.2003

Vedlegg B. LUFTFART: Tabeller og figurer

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

Flyplass- nummer	Flyplass- navn	STATUS	NORTIM startår	År mellom NORTIM	Årstrafikk for startår	Antall flybevegelser
				start- og prognoseår		
0101	Rygge	Militær				
0201	Gardemoen	unik				
0401	Rena	Militær				
0501	Fagernes	Konstruert fra Stokka	*	*	4 058	
0701	Torp	NORTIM	1998	9	47 608	
1001	Kjevik	NORTIM	1998	12	22 252	
1101	Sola	NORTIM	2000	10	72 476	
1102	Haugesund	NORTIM	2000	10	11 546	
1201	Flesland	NORTIM	1997	10	91 832	
1401	Florø	NORTIM	1999	11	11 073	
1402	Førde	Konstruert fra Stokka	*	*	11 731	
1403	Sandane	Konstruert fra Stokka	*	*	3 089	
1404	Sogndal	Konstruert fra Stokka	*	*	5 518	
1501	Volda/Ørsta	Konstruert fra Stokka	*	*	3 927	
1502	Vigra	NORTIM	2000	20(10)**	15 463	
1503	Molde	NORTIM	2000	10	10 253	
1504	Kristiansund	NORTIM	2000	20(10)**	16 853	
1601	Ørlandet	Militær				
1701	Rørvik	Konstruert fra Stokka	*	*	2 461	
1702	Namsos	Konstruert fra Stokka	*	*	3 409	
1703	Værnes	NORTIM	1997	11	55 338	
1801	Andøya	Militær				
1802	Bodø	Militær				
1803	Brønnøysund	NORTIM	2002	10	9 698	
1804	Leknes	Konstruert fra Stokka	*	*	5 592	
1805	Mo i Rana	Konstruert fra Stokka	*	*	8 919	
1806	Mosjøen	Konstruert fra Stokka	*	*	6 942	
1807	Narvik	Konstruert fra Stokka	*	*	4 117	
1808	Røst	Konstruert fra Stokka	*	*	1 342	
1809	Stokka	NORTIM	1999	11	8 024	
1810	Stokmarknes	Konstruert fra Stokka	*	*	6 815	
1811	Svolvær	Konstruert fra Stokka	*	*	4 956	
1812	Evenes	NORTIM	2002	10	10 328	
1901	Bardufoss	NORTIM	1999	11	51 861	
1902	Tromsø	NORTIM	2000	10	37 625	
1903	Sørkjosen	Konstruert fra Stokka	*	*	2 581	
2001	Alta	NORTIM	1999	11	8 615	
2002	Banak	NORTIM	2000	11	3 659	
2003	Båtsfjord	Konstruert fra Stokka	*	*	2 576	
2004	Berlevåg	Konstruert fra Stokka	*	*	2 538	
2005	Hammerfest	Konstruert fra Stokka	*	*	9 005	
2006	Hasvik	Konstruert fra Stokka	*	*	1 356	
2007	Honningsvåg	Konstruert fra Stokka	*	*	2 688	
2008	Mehamn	Konstruert fra Stokka	*	*	2 650	
2009	Vadsø	Konstruert fra Stokka	*	*	6 954	
2010	Vardø	Konstruert fra Stokka	*	*	2 774	

* Verdien til Stokka er brukt

** Trafikkveksten skjer kun i 10 års perioden 2010 til 2020

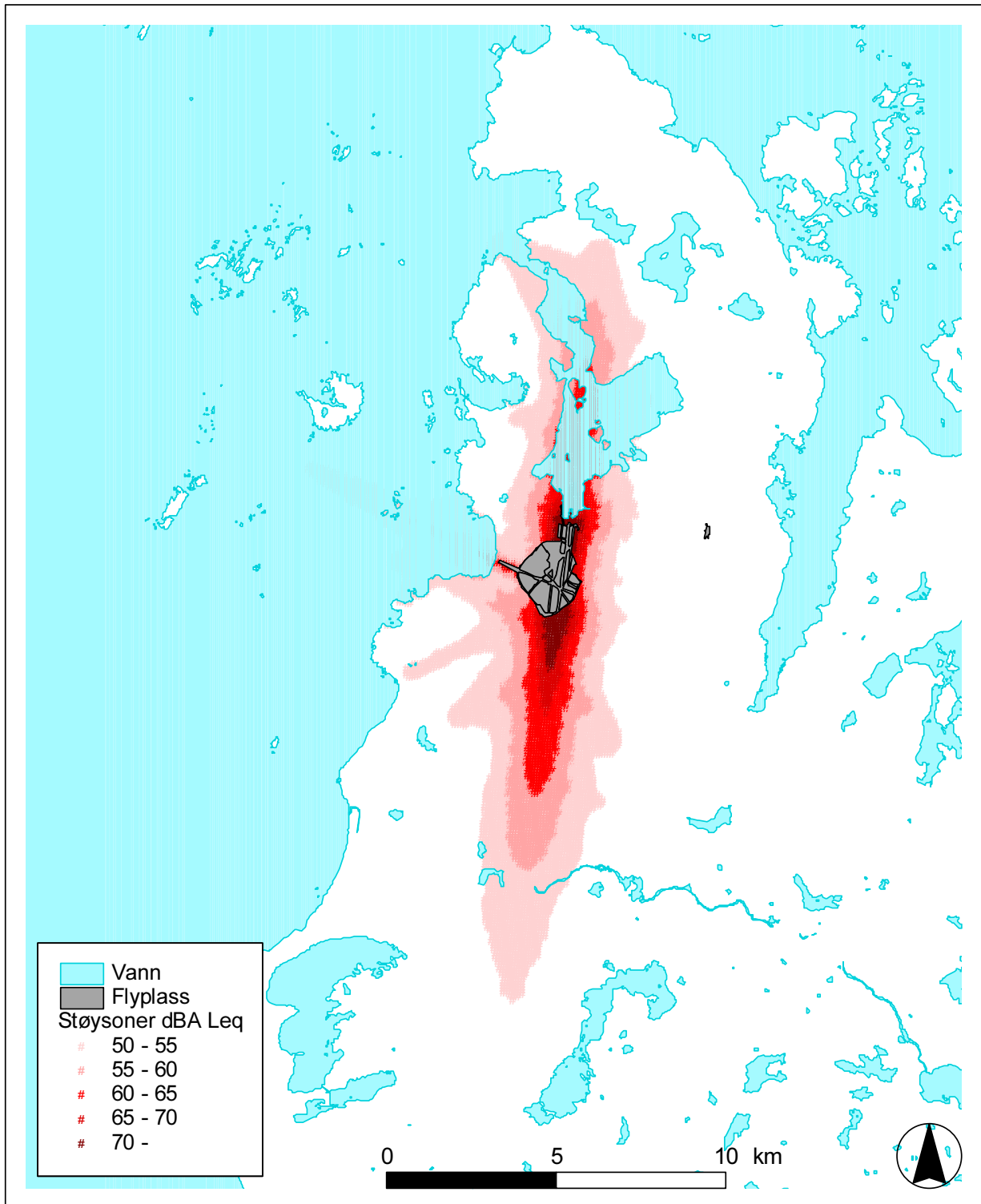
*** Basert på 3 utvalgte punkt i NORTIM- start og prognosefil.

Tabell 2. Trafikkgrunnlag, 1997-2002 (Kilde:Avinor)

Flyplass	Flybevegelser					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
OSLO, (OSL, FBU, GEN)	220 480	214 790	220 635	204 275	197 498	180 872
Rygge	6 843	9 257	11 912	5 102	5 291	4 350
Dagali	1 110	964	698	728	1 334	1 040
Fagernes, Leirin	4 685	4 201	4 058	2 836	2 028	2 996
Sandefjord, Torp	34 827	47 608	61 100	35 565	34 373	38 658
Skien, Geiteryggen	14 302	9 884	11 003	8 781	8 191	7 709
Notodden	2 808	2 497	5 028	2 390	1 947	2 297
KRISTIANSAND, Kjevik	23 437	22 252	28 823	22 067	21 920	19 217
Farsund, Lista	3 188	2 143	1 107	249	518	276
STAVANGER, Sola	73 457	78 116	80 459	72 476	72 305	68 724
HAUGESUND, Karmøy	13 969	13 530	16 620	11 546	11 831	11 034
Stord, Sørstokken	4 367	4 624	4 853	2 922	3 070	3 642
BERGEN, Flesland	91 832	94 915	104 873	97 238	94 467	90 184
Sogndal, Haukåsen	5 421	4 965	5 518	5 834	5 664	5 715
Førde	11 626	11 741	11 731	7 742	7 614	7 431
Florø	10 653	10 581	11 073	9 107	7 990	7 870
Sandane, Anda	3 509	3 341	3 809	2 826	3 085	3 021
Ørsta-Volda, Hovden	3 849	3 299	3 927	3 016	2 667	2 933
ÅLESUND, Vigra	13 235	14 612	18 215	15 463	14 983	12 159
MOLDE, Årø	11 263	11 773	11 185	10 253	8 625	8 097
KRISTIANSUND, Kvernberget	14 141	14 118	14 367	16 853	11 802	11 286
RØROS	3 299	5 956	8 135	3 712	4 265	3 823
TRONDHEIM, Værnes	55 338	58 732	63 253	55 874	54 725	48 690
Ørland	5 168	2 671	3 398	1 859	1 753	1 533
Rørvik, Ryum	2 514	2 476	2 461	2 619	2 519	2 633
Namsos	3 272	3 219	3 409	3 117	2 860	3 056
Brønnøysund, Brønnøy	9 429	10 634	11 147	10 582	8 861	9 698
Sandnessjøen, Stokka	7 962	7 805	8 024	7 307	7 417	7 353
Mo i Rana, Røssvold	8 656	8 410	8 919	8 513	8 089	8 402
Mosjøen, Kjærstad	6 733	6 769	6 942	6 692	6 184	6 058
BODØ	45 018	43 424	48 515	48 218	48 458	41 820
Værøy (Heliport)	1 065	1 048	1 054	1 067	1 091	1 093
Røst	1 444	1 254	1 342	1 402	1 348	1 321
Leknes	5 539	5 289	5 592	5 284	5 336	5 460
Svolvær, Helle	4 805	4 706	4 956	4 876	4 706	4 740
Stokmarknes, Skagen	6 677	6 528	6 815	5 362	5 456	5 527
HARSTAD/NARVIK, Evenes	13 368	13 666	14 433	11 902	11 425	10 328
Narvik, Framnes	4 453	3 824	4 117	4 170	4 383	4 162
BARDUFOSS	27 449	25 141	51 861	19 525	14 567	12 405
Andøya	3 464	3 356	3 786	3 400	3 290	3 485
TROMSØ	39 920	38 639	41 783	37 625	37 858	34 232
ALTA	9 000	8 888	8 615	8 194	7 750	8 688
LAKSELV, Banak	4 726	3 896	3 522	3 659	3 542	3 856
KIRKENES, Høybuktnoen	8 659	7 826	7 908	8 655	8 335	8 686
Hasvik	1 322	1 298	1 356	1 420	1 258	1 305
Sørkjosen	2 390	2 396	2 581	2 396	2 207	2 222
Hammerfest	9 146	8 738	9 005	9 627	9 560	9 294

Honningsvåg, Valan	2 834	2 654	2 688	3 032	2 352	3 135
Mehamn	2 577	2 544	2 650	2 692	2 664	2 771
Berlevåg	2 368	2 464	2 538	2 106	1 924	1 937
Båtsfjord	2 828	2 622	2 576	2 975	3 111	2 799
Vadsø	6 982	6 750	6 954	7 036	6 629	6 746
Vardø, Svartnes	2 654	2 727	2 774	2 396	2 106	1 994
SVALBARD, Longyear	4 670	4 495	4 024	4 882	5 890	5 532

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

Vedlegg C. BYGG OG ANLEGG: Modellering av støy fra bygg- og anleggsvirksomhet (BA støy)

av Per Schøning

Bakgrunn

Bakgrunnen for dette notatutkastet er mail av 12. mars 2002 (Gunnar Bratheim) og ønske om at SSB ser nærmere på hvordan BA støy kan implementeres i rapporteringen per 1. juni 2002 og i første generasjons støymodell. Notatet skisserer mulig kort- og langsiktig løsning på modellering av BA støy.

Forslag til løsning for rapportering 1. juni 2001

I forhold til årets beregning er vurderingene fra SFT og SSB at det skal gjøres en forenklet beregning basert på rapporten fra 1999: "Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet i Norge". (KILDE Akustikk, rapp R1132, 1999).

Rapporten beskriver en utvalgsundersøkelse av bygg- og anleggsvirksomhet i en rekke kommuner, med en påfølgende oppskalering til nasjonalt nivå. Usikkerhetene vurderes som store.

Etter en gjennomgang av rapporten, og på bakgrunn av den tiden som er til disposisjon, konkluderes (SFT/SSB) det med at dette grunnlaget bør kunne brukes og skaleres for endring i aktivitetsnivå fra 1999 til 2001. Endringene er trolig tilnærmet lineære, da justering av aktiviteten vil medføre en endring i antall anleggssteder. Dette er diskutert på møte i prosjektets arbeidsgruppe.

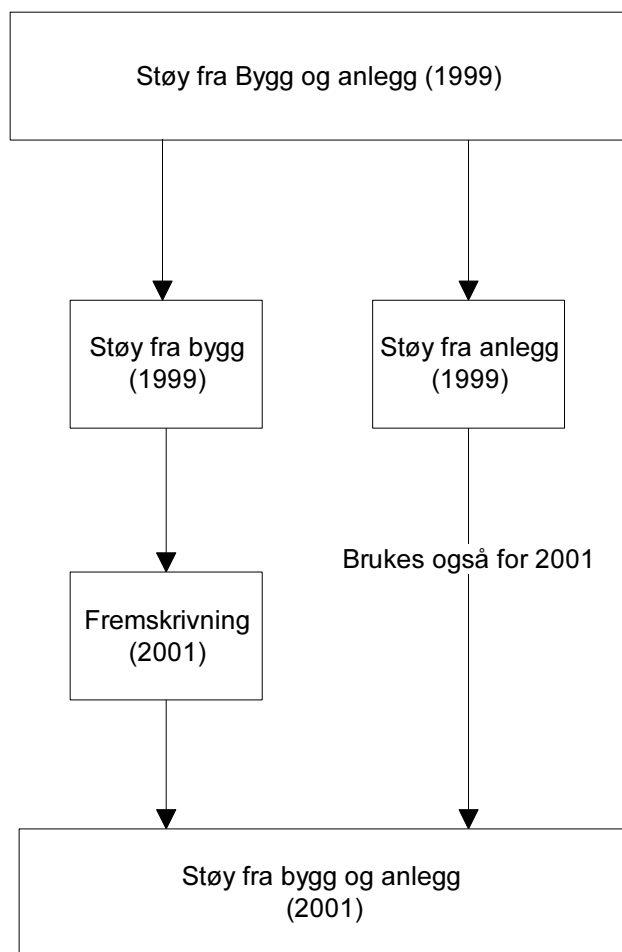
Endring i emisjon fra anleggsstedene har vi pr d.d. ikke kontroll på, og kan følgelig ikke justeres for. Her jobber SFT med skisser til et utviklingsprosjekt som vi håper vil kunne gi noen nye tall for viktige deler av bransjen (viktige arbeidsprosesser/maskintyper) til neste år.

Til skalering av aktiviteten er statistikk fra SSB det antatt viktigste grunnlaget og følgende kan være aktuelle:

- * sysselsatte etter næring og fylke
- * byggearealstatistikk
- * produksjonsindeks for bygg og anlegg

Et spesielt forhold er jo at byggebransjen og anleggsbransjen ikke nødvendigvis følger de samme konjunktorene. Derfor må antall eksponerte for BA-støy splittes på henholdsvis bygg og anlegg før framskrivningen kan gjøres. Etter opplysning fra Gunnar Bratheim i SFT kan antall eksponerte splittes ut fra prosentverdiene i tabell 6-3 i R1132. Dette vil si at bygge-delen av BA-støy utgjør 79 prosent, mens anleggsstøy utgjør 21 prosent.

Nedenfor er det et forslag for hvordan støy fra bygg kan framskrives fra 1999-nivå på kort sikt og hvordan man kan beregne det i en GIS-basert modell på lengre sikt. Det har også vært gjort forsøk på å framskrive 1999-verdien for anleggsstøy bl.a. ved hjelp av bevilgninger til vei- og jernbaneutbygginger i perioden. Det må imidlertid gjøres noe mer arbeid med dette før metoden eventuelt kan implementeres. I første versjon av SSBs støymodell brukes derfor 1999-resultatene for anleggsstøy også for 2001.



Forslag til justering av 1999 resultater fram til 2001

For å kunne ta inn byggestøy i rapporteringen 1. juni 2002, må vi bygge på resultatene fra rapport R1132 gjeldende for 1999. Vi foreslår en enkel indeksering basert på bygg fra SSB. I tillegg vi vurderer vi å justere pga. endringer i befolkningsmengde.

Per 1999 er i følge R1132 i alt 129 258 personer utsatt for BA-støy $>50 L_{\text{aekv},24\text{t}}$ dBA på bosted. Av dette er bygg ansvarlig for anslagsvis 79 prosent eller 102 114 personer.

Dette tallet framskrives til 1. januar 2001 ved bruke produksjonsindeks for bygninger (SSB A) og eventuelt også endring i folkemengde (SSB B) som følger:

SSB A

indeks 1999 = 122,7 (settes lik 100)

indeks 2001 = 121,6 (regnes om til 99,1 i forhold til 1999)

SSB B

Folkemengde 1999 = 4 445 329 (settes lik 100)

Folkemengde 2001 = 4 503 436 (regnes om til 101,3 i forhold til 1999)

Når det gjelder justeringer på grunnlag av endringer i folkemengde er poenget en antagelse om at antall eksponerte øker rett og slett fordi det er flere som kan bli eksponert. Dette kan imidlertid tenkes å medføre en dobbeltelling fordi økt befolkning også fører til økt byggeaktivitet samt at antall

eksponerte per byggeprosjekt ikke nødvendigvis øker med mindre folk bor tettere. Dersom man korrigerer beregningene for 1999 både for byggeaktivitet og befolkningsendring, vil per 2001 framskrevet antall personer utsatt for BA støy $> 50_{\text{Laekv, 24 timer}} \text{ dBA} = 102 \cdot 114 \cdot 0,991 \cdot 1,013 = 103 \cdot 441$ personer

Forslag til langsiktig løsning på BA støy beregninger

Som en arbeidsidé til diskusjon for å forbedre BA beregningene for framtiden, kan vi tenke oss et løp som følger:

Vi vet fra GAB hvor det registreres nybygg/ombygg hvert år. Riktig nok er det et etterslep på registrering av bygg i GAB, men over tid skal dette jamne seg ut. For de registrerte bygningene kjenner vi bygningstype og for de fleste også byggeareal (begge deler stedfestet). Et problem vil være å finne støyemisjonsstall, gjerne spesifisert for bygningstype. Dette må løses ved litteraturstudie eller som en egen forskningsoppgave. Data fra KILDEs rapport R1132 gir et utgangspunkt. I denne rapporten deles byggeaktivitet inn i bygninger, veg/jernbane, vann/avløp og tunneler. Støyemisjon fra ulike type anleggsmaskiner er dokumentert. For å knytte maskiner og støyemisjon til ulike typer aktivitet, kan det utarbeides maler avhengig av anleggstype. Det må i tilfelle arbeides videre med praktiske løsninger. Når det gjelder lydutbredelse foreslås i utgangspunktet å bruke en spredningsmodell av typen som vi har for industristøy og/eller videre arbeid med NoMes slik det beskrives i rapport 1131 (må diskuteres nærmere, skjerming vil ofte være forskjellig).

GAB er svak på ajourføring av riving av bygg - eller vi har mistanke om at så er tilfelle. Rivearbeid er støyende, men pågår gjerne over et kortere tidsrom slik at bidraget til SPI antakelig ikke er veldig vesentlig.

For nyanlegg av veier, broer, tunneler ville det være nyttig med stedfesta data fra Vegdirektoratet for å kunne utføre liknende beregninger for disse. Vi har kontaktet VD for å få bekreftet om dette er mulig. I tillegg kommer større vedlikeholdsarbeider etc. Foreløpig har vi ikke fått tilbakemeldinger derfra (19/4).

Fra avløpsstatistikken (SSB) skal vi ha nyanlegg av avløpsrør per kommune.

Rapporten fra Kildeakustikk gir ikke detaljert nok informasjon til å vurdere hvordan emisjon kan håndteres i denne modellen. Vi vil jo åpenbart mangle aktivitetsdataene som er brukt i arbeidet med denne rapporten. En mulighet kunne være å få en "standard støysone" fra Kildeakustikk for noen klasser av bygninger og byggeaktivitet (sideoppdrag) som kan anvendes på de stedfestede dataene vi har.

For å gjøre modellen tiltakssensitiv, avventer vi resultater fra et utviklingsprosjekt i SFT som vil håper vil kunne gi noen nye tall for viktige deler av bransjen (viktige arbeidsprosesser/maskintyper) til neste år. Det er nødvendig å overvåke både emisjonsutviklingen (maskiner og metode) og graden av tiltak som lokal skjerming og begrensninger i driftstid.

Omregningsformler for utvendig støy på mottakerpunkt til SPI må diskuteres. SPI-kurven kan skille seg fra "permanente" støykilder.

Alt i alt mener vi det skal være mulig å tenke GIS-løsninger også for BA, at dette vil kunne forbedre kvaliteten på BA data betydelig, og at vi derfor gjerne vil diskutere muligheten videre med oppdragsgiver/arbeidsgruppa.

Vedlegg D. SKYTEBANER: Støy fra skytebaner

av Per Schønning

Innledning

Skytebaner står for i størrelsesorden 2 prosent beregnet SPI regnet for hele landet per 1999 (SFT, 2000). Lokalt vil imidlertid støyen fra denne type kilder kunne være sterkt belastende.

Med bakgrunn i et raskt litteraturstudie og en telefonrunde med fagmiljøet kan det foreløpig konkluderes med at det finnes data både om lokalisering, aktivitet, skjerming og støyutsatt befolkning. Denne informasjonen ser imidlertid ut til å være fragmentert og per i dag lite tilgjengelig med tanke på sentral utnyttelse i et landsdekkende statistikkssystem.

Aktuelle data og datakilder

For å kunne beregne støy og SPI knytta til skytebaner, trengs informasjon om status og utvikling for:

- kildens og mottakernes lokalisering
- støygenererende aktivitet
- støydempingstiltak
- spredningsmodell

Lokalisering

Det finnes i alt over 1 000 skytebaner (Austrheim, 2000). Grunnlaget for nasjonal beregning av skytebanestøy (SFT, 2000) er data fra 764 geværbaner og 269 jegerbaner, dels militære og dels eiet av det frivillige skyttervesen. I tillegg kommer Forsvarets skytefelt, i alt ca. 70 felt (SFT, 2000).

Skytebaner finnes som linjetema gitt på N50 temalag som *Andre data* med SOSI-kode 6332. Skytefeltområde finnes på N50 temalag *Administrativ grense* som flatetema med SOSI-kode 4025. Det er ikke klart hvor fullstendig N50 er på disse temaene.

Statistisk sentralbyrå har tilrettelagt og oppdatert informasjon om personer gitt på koordinatfestet bostedsadresse for hele landet.

Støygenererende aktivitet og skjermingstiltak

SFT har i dag ikke noe rutinemessig og heldekkende system innhenting av aktivitetsdata og tiltak om skjerming fra skytebaner. Fylkesmannen har konsesjonsbehandlet om lag 160 baner (Austrheim, 2000)

For militære skytebaner og skytefelt finnes mye upubliserte data om type og bruk. Det anbefales at denne informasjonen gjøres tilgjengelig (Austrheim, 2000). Her må det arbeides videre med kontakt mot Forsvarsbygg (kontaktperson Nils Ivar Nilsen).

Eventuell innsamling av aktivitets- og tiltaksdata og mulige ferdige beregningsresultater for SPI må organiseres av SFT. Fylkesmannen vil være et viktig bindeledd mot skyttervesen og kommuner i denne sammenhengen. Det er viktig at alle interessenter føler eierskap og nytteverdi til et eventuelt sentralt organisert rapporteringssystem.

Eksisterende spredningsmodeller

1. Forsvarsbygg har egne modeller for beregning av støysoner i skytefelt, *Milstøy 1.1*, som kan gi digitale støysoner på bl.a. cover/shape format (Geodata ferbr. 2002). Beregningsmodellen

stiller store krav til inputdata så som FKB-data inkl. høydelag, skytevåpenkarakteristikk og detaljer om aktivitet mm.

2. Firmaet Kilde Akustikk a/s har utviklet et verktøy, *NoMeS*, for beregning (Nordisk metode) av støyutbredelse bl.a. fra skytebaner. Programmet er utviklet på oppdrag fra SFT, Jernbaneverket og Oslo havnevesen. Også dette programmet stiller store krav til inputdata.

Anbefalinger og videre arbeid

For å implementere støy fra skytebaner i et enkelt statistikkssystem som har som mål å følge endringer i støybelastningen på omgivelsene over tid på lands- og fylkesnivå, kan vi skissere 3 løp og/eller kombinasjoner av disse:

1. Innberetning av lokale tiltak og støyberegninger fra Forsvaret og Det sivile skyttervesen til sektormyndighet SFT.
2. Lokalt utført støysonemodellering og årlig/regelmessig rapportering av digitale støysoner (jf. lufthavnmodellen)
3. En midlertidig løsning for sentral beregning i en enkel GIS-basert modell for beregning av SPI fra de viktigste skytebanene.

Den statistiske modellen som nå utvikles har som mål, med lav ressursinnsats, å gi data for regionale og sektorvise trender. Det er derfor grunn til å se etter forenklede løsninger for kilder som på landsnivå har relativt liten betydning for den totale SPI.

Den antatt kvalitetsmessig beste løsningen på sikt vil være et system der digitale støysoner produseres lokalt og rapporteres samordnet til SSB (f.eks. alle støysoner for Forsvarets skytebaner og skytefelt lagt inn på en coverfil). For baner som ikke har slike støysonekart, kan løsningen være at man først sjekker at banen ligger i et område med et minimum av befolkning, legger på en omforenet standard støysoner og teller opp bosatte på adresse etter støybelastning. Dette må så suppleres med justeringsfaktorer for støy per bane og sone basert på rapportering av aktivitet, og skjermingstiltak lokalt kan danne basis for beregning av årlige endringer. En slik modell skal kun brukes til SPI-beregninger på høyt aggregert regionalt nivå (land, fylke og store kommuner), og er ingen erstatning for nøyaktig lokal beregning til f.eks. planleggings- og utredningsformål.

Som en midlertidig løsning, er det på arbeidsgruppemøtet 7/2-02, anbefalt å etablere en svært forenklet beregning i form av en GIS-basert modell for beregning av SPI fra de viktigste skytebanene. Denne modellen skal baseres på utgangsstøy beregnet fra rapportering om antall skudd per år og spredningsmønster som for industristøy i åpent terreng. Eventuelle støydempende tiltak må tas inn som en justering av utgangsstøy. Beregning av utgangsstøy diskuteres videre i detalj med fagmiljøet. SFT/Forsvaret må identifisere "de viktigste skytebanene" dvs. de med antatt høyest SPI og organisere innrapportering av antall skudd per år. Arbeidet med denne modellen foreslås igangsatt høsten 2002.

Dersom det er aktuelt med anslag på støy fra skytebaner til rapportering 1/6-2002, foreslås dette hentet direkte fra SFT rapport 2000/1714. *Kommentar Gunnar Bratheim desember 2003: SFT har per d.d. samlet informasjon om banene i et register, men beregninger mangler.*



Til: Prosjektgruppa nasjonal støymodell
Fra: Gunnar Bratheim
Dato: 16.01.2002

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032
Oslo
Besøksadresse: Strømsveien
96

Til
orientering:

Til Frist

Telefon: 22 57 34 00

uttalelse: :

Telefaks: 22 67 67 06

Til X Frist

behandling: :

Til Frist

godkjenning: :

Retur: Frist

:

Kopi til:

Vedlegg E. Korrigerings av støyplageindeksen SPI for fasadetiltak: Hva betyr støynivået innendørs for totalplagen ?

I forbindelse med utviklingen av nasjonal støymodell har man diskutert behovet for å videreutvikle SPI-indeksen til å ta hensyn til fasadetiltak som samferdselsmyndigheten gjennomfører som en oppfølging av bestemmelsene i grenseverdiforskriften. Det har vært enighet i gruppa om at man bør komme fram til en enkel omregningsfaktor som gjør at disse tiltakene kan reflekteres i indeksen.

1. Litt om det teoretiske grunnlaget

SPI-indeksen bygger på dose -responsundersøkelser i en rekke land, sammenstilt av det nederlandske forskningsinstituttet TNO. Dose-responskurvene er basert på spørreundersøkelser om respondentenes opplevelse av plagethet som følge av støy. Det er med andre ord *totalplagen* som måles, både innendørs og utendørs støynivå vil kunne bidra til respondentenes opplevelse av plagethet.

1.1 Plagethet sammenholdes med utendørs støynivå

Selve dose-responskurven framkommer ved å sammenholde rapportert plage med målt eller beregnet støynivå ved respondentenes bolig, utendørs ved fasade. Det tas dermed ikke stilling til hvilket støynivå respondentene opplever innendørs, selv om dette åpenbart har betydning for hvilken plage de opplever. Innendørs støynivå vil variere med bygningens type og alder, vinduer, ventilasjonssystem etc.

1.2 Undersøkelsene omfatter ikke fasadedemping

I et såpass bredt utvalg av boliger som er målt/beregnet i de aktuelle undersøkelsene vil det trolig også være et bredt spenn av fasadedempingsverdier, alt fra boliger med ekstra støyisolering til eldre boliger med dårlig standard. Det er ingen grunn til å tro at gjennomsnittet er bedre enn det man opererer med for norske forhold. Snarere er det nok slik at boligene som inngår i de internasjonale undersøkelsene vil ha noe dårligere demping, da vi i Norge har relativt godt isolerte hus pga klimatiske forhold. For vegtrafikk i Norge er det vanlig å regne med en fasadedemping i intervallet 27 - 29 dB(A), noe som er et relativt konservativt anslag.

2. Argumenter for og imot

2.1 Hvorfor ta hensyn til gjennomførte fasadetiltak i SPI ?

- Støyplagen vil med stor sannsynlighet reduseres for de som får støyisolert sine boliger. Total plage vil trolig gå ned selv om ikke utendørsnivået reduseres.
- Det brukes betydelige midler på denne type tiltak – det kan virke merkelig for mange om ikke dette gjenspeiles i en reduksjon i SPI-mengden. Fra samferdselsmyndighetene er innarbeiding av slike tiltak et klart uttrykt ønske.
- Støyisolerte boliger vil avvike til dels mye fra gjennomsnittet mht fasadedemping, og støyisoleringen innebærer en reell endring i støyeksponering fra 1999-nivå for de som bor i boligen.

2.2 Faktorer som taler mot å ta hensyn til fasadetiltak i SPI

- Det tas ikke hensyn til hvilken fasadedemping andre boliger (dvs de uten tiltak) har. For eksempel kan en del nye boliger i støyutsatte områder ha tilsvarende fasadedemping
- Det kan virke uryddig å ta hensyn til innendørsnivået når dose-responsfunksjonene i SPI tar utgangspunkt i verdier beregnet/målt utendørs ved fasade. På den annen side skal dose-responsfunksjonene omfatte all plage.
- Betydelig usikkerhet om hvor stor andel av total plage innendørsnivået faktisk utgjør, og i hvor stor grad plagen endres som følge av tiltak

2.3 Konklusjon

Etter en gjennomgang av relevant litteratur og avveining av de ovenfor nevnte forholdene, mener SFT at det vil være hensiktsmessig å korrigere for gjennomførte fasadetiltak i støyplageindeksen SPI.

3. Hvordan bør en korreksjon legges opp ?

Det er to prinsipielt ulike metoder å etablere en korreksjon for fasadedemping på:

1. fast korreksjonsfaktor (andel av forbedringen i dB(A))
2. korreksjonsfaktor som varierer med støynivå før isolering og forbedringens størrelse

Vi har gjennomgått tre forskjellige undersøkelser på området, der det er gitt ulike kurver for støyplage innendørs og utendørs (se referanser i vedlegg 3). Gjennomgående er endringer i plage som følge av tilleggisolering mot støy lite undersøkt. Dette gjør at virkningene er usikre. Et nytt norsk forskningsprosjekt som vil bli gjennomført av TØI m.fl i 2002, hovedsakelig finansiert av NFR, vil kunne bedre datagrunnlaget.

På grunn av usikkerheten knyttet til reell effekt på opplevd plage, vurderer vi det slik at en avansert korreksjonsfaktor ikke nødvendigvis vil gi et bedre resultat enn en enkel omregningsfaktor. I påvente av ny kunnskap på området, foreslås det derfor at man tar hensyn til tilleggisolering av fasade gjennom å regne om forbedring i isolasjon (antall dB) til en tilsvarende reduksjon i utendørsnivå, multiplisert med en korreksjonsfaktor (prosentandel).

4. Korreksjonsfaktorens størrelse

4.1 SINTEFs forslag

SINTEF har i brev til SFT 19.03.2001 (vedlegg 5) foreslått en metode for korrigerende av dose-responskurvene for vegtrafikk. Forslaget bygger i hovedsak på en nederlandsk undersøkelse, samt vurderinger gjort av SINTEF. Datagrunnlaget er relativt tynt. Forslaget innebærer at korreksjonen blir avhengig av utført tilleggisolering på mer enn 5dB. Funksjonen som foreslås er gyldig i intervallet 5 – 10 dB. For utendørs nivå under 55 dB (A) regnes null effekt av tilleggisolasjon.

Gjennom å regne noen typiske eksempler (se vedlegg 1), finner vi at korreksjonsfaktoren ved bruk av denne metoden estimeres til 0,7 – 0,8. Dvs. at en reduksjon i innendørsnivået med 10 dB tilsvarer en reduksjon i utendørsnivået på 7 til 8 dB.

Eksempel:

Vi legger til grunn en korreksjonsfaktor på 0,7. Med en bolig som har utgangsnivå 75 dB utendørs og fasadeisolasjon på 27dB har vi et innendørsnivå 48 dB. Det gjennomføres fasadetiltak som gir en tilleggisolasjon på 10 dB, og innendørsnivået reduseres dermed til 38 dB. Ved hjelp av korreksjonsfaktoren 0,7 regner vi om dette til en tilsvarende reduksjon på $(10 \times 0,7 \text{ dB}) = 7 \text{ dB}$ i redusert utendørsnivå og benytter dette i SPI-beregningen for denne boligen: $75 \text{ dB} - 7 \text{ dB} = 68 \text{ dB}$.

4.2 Kurve fra TØI

Transportøkonomisk institutt har sammenstil data fra fem miljøundersøkelser i Drammen og Oslo i plagekurver inne og ute (se vedlegg 4). Datagrunnlaget er relativt stort.

Ved å regne de samme eksemplene som for SINTEFs forslag, finner vi små forskjeller mellom de to tilnærmingene i praktisk bruk. Korreksjonsfaktoren estimeres til 0,75 – 0,8. Dvs. at en reduksjon i innendørsnivået med 10 dB tilsvarer en reduksjon i utendørsnivået på 7,5 til 8 dB.

4.3 Britisk undersøkelse

I en britisk undersøkelse (Utley *et al*) gjennomført på første halvdel av 80-tallet konkluderes det med at en gjennomsnittlig støyreduksjon ved fasadeisolering på 6 dB(A) forskjøv kurven for total plage nedover med 3,5 dB (A). Ut fra dette kan man anta at en reduksjon i utendørs støyinnivå på 3,5 dB(A) vil gi tilsvarende resultat som en støyreduksjon innendørs på 6 dB(A). Dette tilsvarer en korreksjonsfaktor på tilnærmet 0,6. Forskerne peker selv på at resultatene er usikre.

4.4 Verdsetting av støy i Sverige

SIKA (Statens Institut for kommunikasjonsanalys) i Sverige har foretatt en gjennomgang av aktuelle metoder for verdsetting av støy i transportplanarbeid i Sverige. Vågværket, Banværket, Luftfartsværket og Sjøfartsværket har deltatt i utarbeidelsen av rapporten.

Verdsettingen som er foreslått bygger på undersøkelser av verdsetting (boligpriser og betalingsvillighetsundersøkelser) og dose-responsforhold. For vegtrafikk har man valgt en metode der innendørs støy vektet med 60% og utendørs med 40%. For bane har man valgt en vektning med 90% på innendørs støy og 10% på utendørs støy. Dette grunngis med at støy fra bane har et forløp med markerte støytopper og lange stille perioder. Dette betyr at maksimalnivåene får større betydning, spesielt nattetid eller ved konsentrasjonskrevende aktivitet, som foregår innendørs. Ved opphold ute blir man i mindre grad plaget av slik varierende støy. Luftfart og sjøfart vurderes å være mer lik på bane enn på veg, derfor får også de vektningen 90-10.

4.5 Diskusjon

I kurvene fra SINTEF og TØI utgjør innendørs plage 70-80% av totalplagen ved de støynivåer hvor fasadeisolering typisk vil bli brukt som tiltak. Begge kurvene gjelder støy fra vegtrafikk. I den britiske undersøkelsen, som også er basert på vegtrafikkstøy, er innendørs plage ca 60% av totalplagen. Dette er i tråd med det som benyttes for vegtrafikk i Sverige.

Vektningen 90 –10 som benyttes for bane, fly og sjøfart i Sverige avviker sterkt fra vegtrafikk. Vi stiller oss noe tvilende til at forskjellene i mellom støykildene reelt sett er så store. Maksimalnivåer har også stor betydning for vegtrafikk, spesielt tungtrafikk nattetid. Man har riktig nok ikke i samme grad stille perioder som for bane., men for en del tett trafikkerte banestrekninger vil de stille periodene være relativt korte. For flytrafikk vil varigheten av hver enkelt støyhendelse være lang, og flytrafikk nattetid er ingen stor problemstilling ved norske forhold. Dette taler imot en så sterk vektlegging av maksimalstøy og innendørs støyproblemer som den svenske verdsettingsmodellen legger opp til.

Vi ser også ulemper ved å bruke ulike korreksjonsfaktor/vektning for forskjellige kilder. SFT anbefaler derfor at man ikke skiller mellom kildene, da kunnskapen om effektene av fasadeisolering og fordelingen mellom innendørs og utendørs plage for de forskjellige kildene er mangelfull.

4.6 Konklusjon

Siden de forskjellige metodene avviker relativt mye med hensyn til hvor sterkt innendørs støyplager skal vektlegges, virker det rimelig å legge seg nær midten av intervallet de spenner over. I praksis innebærer det små forskjeller for SPI hvor vidt man bruker 0,6, 0,7 eller 0,8 som korreksjonsfaktor, jfr. eksempelberegninger i vedlegg 2. Ut fra de undersøkelsene som foreligger finner vi det mest naturlig å foreslå at man benytter en korreksjonsfaktor på 0,7, dvs. at innendørs støyplager vektet 70% av totalplagen.


Når man har fått bedre kunnskap om virkningene av fasadeisolering på opplevd støyplage kan man ta denne korreksjonsfaktoren opp til ny vurdering.

Referanser

1. Dose-responskurver for vegtrafikk. Brev fra SINTEF Tele og data v/Truls Gjestland til SFT, 19.02.2001.
2. Virkningskurver for støyplage i og utenfor bolig. Ordinale logitmodeller basert på 5 miljøundersøkelser. Ronny Klæboe, Transportøkonomisk institutt, 2001. TØI arbeidsdokument SM/1354/01.
3. The effectiveness and acceptability of measures for insulating dwellings against traffic noise. W.A. Utley, I.B. Buller, E.C. Keighley og J.W. Sargent, Building Research station, England. Journal of Sound and Vibration (1986) 109(1), 1-18
4. Beregninger av miljøkostnader ved transport, ECON-rapport 81/01, Oslo, 2001.
5. Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet. SIKARapport 1999:6. SIKAR, Stockholm (http://www.sika-institute.se/utgivning/1999_6.html)

Kommentar: I et møte i prosjektgruppa for nasjonal støymodell ble det 15. februar 2002 besluttet å bruke faktoren 0,7 for fasadekorreksjon

Vedlegg F. SINTEF: Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy

 SINTEF SINTEF Tele og data Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse Trondheim: S.P. Andersens v 15 Besøksadresse Oslo: Forskningsveien 1 Telefon: 73 59 30 00 Telefaks: 73 59 43 02 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		NOTAT			
		GJELDER Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy.		BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTERAVTALE
ARKIVKODE 40-2002-0079		GRADERING Åpen		GÅR TIL Per Schøning, SSB Gisle Haakonsen, SSB Herold Olsen, SINTEF Truls Berge, SINTEF Odd Kr. Ø. Pettersen, SINTEF	
ELEKTRONISK ARKIVKODE Notat2002-0079.doc					
PROSJEKTNR. 400551.70	DATO 2002-01-17	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER Svein Å. Storeheier		ANTALL SIDER 8	

Kartlegging av industristøy krever kjennskap til hvordan støyen utbres fra en industribedrift til omgivelsene

Det er gjennomført en vurdering av ulike enkle (statistiske) utbredelsesmodeller for ekstern industristøy i områder med bebyggelse. Grunnlaget i ISO 9613-2 ble valgt fordi dempningen for bebyggelse sammen med forenklet prosedyre for markdempning utgjør en forenklet modell godt tilpasset problemstillingen i kartleggingen.

Beregningseksempler viser utbredelseskurver for A-veid støynivå relativt til støynivået på 100 m avstand. Dette er gjennomført for bygningstetthetene "lav", "middels" og "høy".

Dempningsforløpene er beskrevet med enkle analytiske funksjoner.

Forord

Arbeidet er utført på oppdrag fra Statistisk Sentralbyrå. Kontaktperson har vært forsker Per Schønning.

INNHOLD

1	BAKGRUNN	3
2	FØRINGER FOR UNDERSØKELSEN	3
3	LITTERATURSAMMENDRAG.....	3
4	UTBREDELSESMODELL FOR INDUSTRISTØY	5
4.1	VALG AV MODELL	5
4.2	RESULTATER	5
4.3	FØRSLAG TIL UTBREDELSESMODELLER	6
5	REFERANSER.....	8

1 Bakgrunn

I forbindelse med sitt arbeide med nasjonale støymål har Statistisk Sentralbyrå (SSB) bedt om assistanse til å vurdere enkle modeller for utbredelse av industristøy i områder med bebyggelse.

2 Føringer for undersøkelsen

I tidligere arbeider angående anslag over eksponering for industristøy [1], brukte SINTEF enkle modeller for utbredelse ut fra operasjonelle hensyn, og ut fra det forhold at usikkerheten i andre elementer ved undersøkelsen ville være betydelig. Med industribedriften som en tenkt punktkilde, ble det antatt at støynivåer som karakteriserte slike kilder var kjent på 100 m avstand, med videre utbredelse herfra som hhv. -6 dBA/avstandsfordobling for åpne landområder og -10 dBA/avstandsfordobling for tettbygde strøk. Verdiene ble antatt å være rimelige anslag ut fra enkle betraktninger, men det ble ikke foretatt noen spesiell validering av dette.

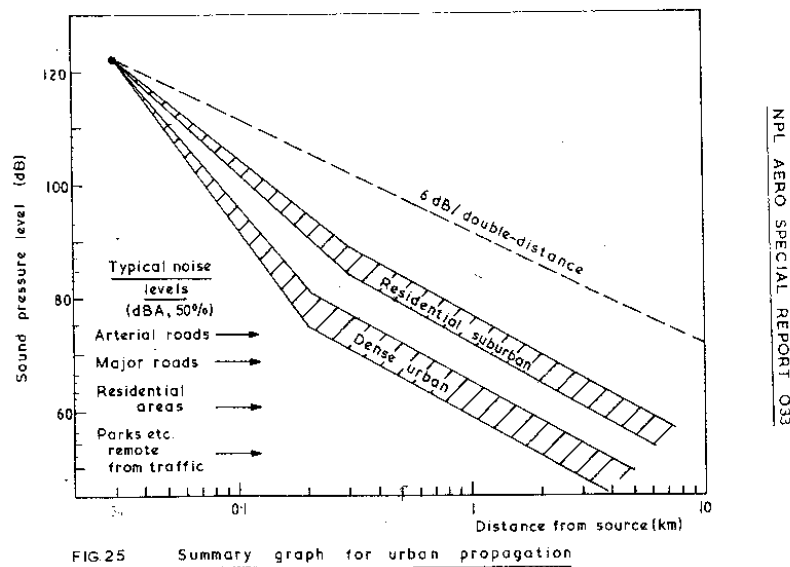
Det er flere muligheter til å gå videre. I predikteringsmodeller ville en forsøke å beregne eksakte lydnivåer etter detaljerte fysiske prinsipper (tar detaljert hensyn til avstandsdempning, markdempning, enkle- og multiple lydrefleksjoner, skjerming osv., og med koplinger mellom disse). Det andre utgangspunktet er modeller som på statistisk eller forenklet grunnlag forsøker å anslå midlere lydnivå etter dempefunksjoner basert på enkle prinsipper (avstandsdempning, lydspredning, empiri), med noen få empiriske parametre. Det er den siste tilnæringsmetoden som det er realistisk å vurdere nærmere med tanke på SSB's prosjekt.

3 Litteratursammendrag

I det følgende kommenteres kort et antall litteraturreferanser som behandler lydutbredelse utendørs gjennom bebyggelse, relevant for problemstillingen.

I en omfattende empirisk undersøkelse av National Physical Laboratory i 1969 [2] ble det målt spredning av lyd i by- og boligområder i forbindelse med hørbarhet av sirenesignaler. Selv om lydspekteret ikke helt tilsvarende industristøy og kilden er høyt plassert, er resultatene likevel informative. Et sammendrag av resultatene er vist i Figur 1.

Lydnivået (dB, 4-500 Hz) relativt til et fast referansenivå ved 30 m avstand er framstilt som funksjon av avstanden. To trekk er karakteristiske. På korte avstander skjer en demping som er større enn ved fri utbredelse (-6 dB/avst.dobling), men med overgang til en dempningsrate på større avstander som ikke er vesentlig forskjellig fra fri utbredelse. Det andre trekket er den klare virkningen på dempningen som tilskrives bygningstettheten.



Figur 1 Utbredelse av sirenelyd under forskjellige betingelser [2].

Leschnik [3] utviklet en spredemodell for lydutbredelse i boligområder/skog for praktiske formål, basert på klassisk 3-dim spredeteori og simulerings- og modellforsøk. Dette grunnlaget ble videre bearbeidet og tilpasset [4-8], og fikk etter hvert en form hvor spredningsdempningen var proporsjonal med produktet av bygningstetthet og lydbanelengde gjennom boligområdet.

Kuttruff [9] utviklet en spredemodell basert på en analytisk løsning av et diffusjonsproblem for inkoherente lydpartikler. Dette utgangspunktet er brukt i endel praktiske anvendelser. Denne metoden krever at et antall parametre må bestemmes.

Empiriske undersøkelser av Mehra [10] er bearbeidet til dempningsfunksjoner for trafikkstøy (linjekilde) i boligområder, hvor virkningen av bebyggelsen er proporsjonal med produktet av boligtetthet og $\log(\text{avstand})$. Tilsvarende data for demping av jernbanestøy er referert i [11], basert på produktet av bygningstetthet og lydbanelengde gjennom boligområdet. En beregningsmetode for demping av trafikkstøy i tett bebyggelse er utviklet av Uesaka [15]. Metoden tar hensyn til flere karakteristiske trekk så som åpningsgrad av bygningene mot gate og bygningstetthet innover i området.

Funksjoner for demping av støy ved utbredelse gjennom boligområder er tatt opp i standarder og retningslinjer. I ISO 9613-2 [12] (annex A) er dempningsfunksjonen for boligområder gitt proporsjonal med produktet av bygningstetthet og lydbanelengde. Men denne dempingen samvirker med markdempningen, og den dominerende virkningen for den aktuelle situasjonen skal velges.

I VDI 2714 [13] (tysk standard) for punktkilde og moderat bygningstetthet gis dempingen på grunn av bebyggelse i prinsippet som en funksjon proporsjonal med produktet av bygningstetthet og lydbanelengde. I en Hollandsk standard for utbredelse av industristøy [14]

bestemmes dempningen i boligområder ved en funksjon som tar hensyn til bygningstetthet og bygningsstørrelse.

I forbindelse med en større støykartleggingsoppgaver i Nederland (Nederlandsk nasjonal støymodell) [16], ble det brukt en metode for lydspredning i bebygde områder som bygger på Kuttruffs modell [9]. Metoden avhenger av 4-5 parameterverdier og krever endel detaljinformasjon om det aktuelle tilfellet. Bruk av sjablongverdier kan antakelig gjennomføres. I det Nederlandske program URBIS for overvåkning av forurensning anslås også støydemping fra støykilder [17]. Dempningsfunksjonen på grunn av bebyggelse beregnes på statistisk grunnlag med utgangspunkt i Kuttruffs modell, men forenklet i forhold til metoden i [16] slik at bare et representativt spredtversnitt for bygningene trenger beregnes.

Oversikter over teorier og praktiske metoder for demping av lyd utendørs i bebygde områder er gitt i [11] og [18].

4 Utbredelsesmodell for industristøy

4.1 Valg av modell

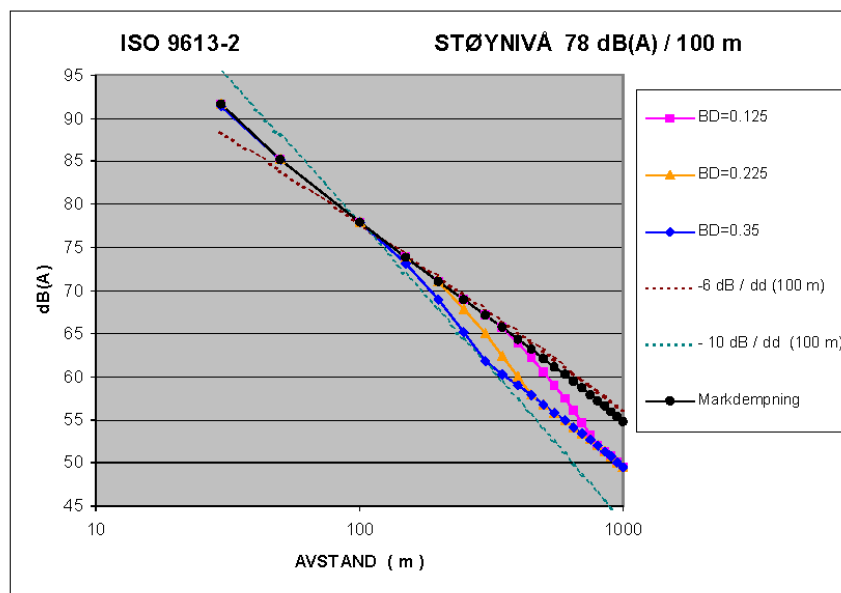
I litteraturgjennomgangen ble det sett på metoder (teorimodeller, praktiske metoder og standarder) for statistiske utbredelsesfunksjoner gjennom områder med bebyggelse. Som utgangspunkt for videre vurderinger ble valgt dempningsfunksjonen for bebyggelse i ISO 9613-2 Annex A. Sammen med markdempningsmodellen i standardens kap. 7.3.2 utgjør denne en forenklet utbredelsesmodell for A-veid industristøy. Denne har en form som er rimelig tilpasset ambisjonene for enkel støykartlegging av industristøy.

4.2 Resultater

Med utgangspunkt i en tenkt støykilde med A-veid lydeffektnivå på 130 dB re 10^{-10} W ble lydutbredelsen beregnet etter den valgte modellen, se Figur 2. Utbredelsen ble gjort for tilfellene flat mark uten bygninger, og med 3 forskjellige verdier av bygningstetthet BD. BD indikerer bygningstetthet ved forholdet mellom bygningsgrunnflater og totalflate innen området. I tillegg er vist lydutbredelse for dempningsratene hhv. -6 dB(A)/avst.dobling og -10 dB(A)/ avst.dobling.

I Figur 2 skal en se på nivådempingen relativt til støynivået på 100 m avstand.

Bygningstetthetene (BD) 0.125, 0.225 og 0.35 ble antatt å være rimelige verdier for hhv. "lav", "middels" og "høy" tetthet. Forutsetninger ellers er: støyspekteret for kilden skal være rimelig bredbåndet, med dominerende nivåer i 200-500 Hz området. Resultatene gjelder A-veid støynivå (dBA re 20 μ Pa). Forholdsvis lave høyder for kilde og mottakerpunkt, rimelig jevn bygningsdekning med gjennomsnittlig høyde 6-8 m.



Figur 2 Lydutbredelse ved ulike betingelser. Referanseavstand 100 m. BD er bygningstetthet.

Resultatene i Figur 2 viser at for landlig tilfelle med ubetydelig bebyggelse følger utbredelsen fra 100m referanseavstand tilnærmet -6 dB(A)/dd . For tilfellet lav bygningstetthet følges samme funksjon ut til ca. 400m, med et sterkere fall deretter for så å flate ut. For tilfellet stor bygningstetthet følger utbredelsen tilnærmet -10 dB(A)/dd ut til ca. 350 m, og flater ut deretter. Utbredelse for mellomliggende bygningstetthet ligger mellom de to nevnte forløpene. Utbredelsesfunksjonen i "utflatingsområdet" for større avstander (over ca. 6-700 m) har en dempningsrate som er litt større enn i fritt felt (som er -6 dB(A)/dd). Utflatningen kommer av at det er satt en grense for dempingen på grunn av bebyggelse på 10 dBA. (Denne begrensningen kan være forskjellig i ulike metoder).

4.3 Forslag til utbredelsesmodeller

På grunnlag av resultatene ovenfor foreslås følgende modellbeskrivelse :

L_{xxx} betegner et kjent støynivå i avstanden xxx (m). L_r er det søkte støynivået i avstanden r. Alle avstander er i m. L_{100} betyr støynivået på 100 m avstand, som er referanseavstanden i kartleggingsundersøkelsen.

Tilfelle :

- a) *Landlig, ikke bygninger av betydning*
 $L_r = L_{100} - 20 \lg(r/100)$
- b) *Lav bygningstetthet*
 $50 < r \leq 350$ $L_r = L_{100} - 20 \lg(r/100)$
 $350 < r \leq 700$ $L_r = L_{350} - 36.5 \lg(r/350)$
 $r > 700$ $L_r = L_{700} - 26 \lg(r/700)$
- c) *Høy bygningstetthet*
 $50 < r \leq 350$ $L_r = L_{100} - 33.3 \lg(r/100)$
 $r > 350$ $L_r = L_{350} - 26 \lg(r/350)$
- d) *Midlere bygningstetthet*
 $50 < r \leq 250$ $L_r = L_{100} - 20 \lg(r/100)$
 $250 < r \leq 450$ $L_r = L_{250} - 33.3 \lg(r/250)$
 $r > 450$ $L_r = L_{450} - 26 \lg(r/450)$

Verdiene bør ikke ekstrapoleres ut over 1000 m. Verdiene gjelder for såkalte "gunstige" utbredelsesforhold i tråd med gjeldende metode for beregning av eksternt industristøy.

5 Referanser

- [1] Nasjonale mål for støy : Ekstern industristøy. SINTEF-rapport STF40 A99041, 1999.
- [2] National Physical Laboratory, NPL aero Special Report 033, November 1969.
- [3] W. Leschnik, Zur Schallausbreitung in bebauten und beplantzen Gebieten. *Acustica* Vol. 44 (1980).
- [4] W. Leschnik et al, Pegelminderung durch bebauungen. Proc. Fortschritte der Akustik – FASE/DAGA 1982.
- [5] W. Leschnik, Excess attenuation in residential and industrial areas due to buildings and technical installations. Proc. 11 ICA, Paris 1983.
- [6] R. Huethorst et al., Ergebnisse von modellversuchen zur bebauungsdämpfung. Proc. Fortschritte der Akustik – DAGA 1984.
- [7] W. Leschnik, Excess attenuation of built-up areas – a proposal for standardization. Proc. 5th FASE Symposium, Thessaloniki 1985.
- [8] U. Kranenburg et al., Frequenzabhängigkeit der bebauungsdämpfung. Proc. Fortschritte der Akustik – DAGA 1987.
- [9] H. Kuttruff, A mathematical model for noise propagation between buildings. *J. Sound Vib.* 85, 115-128.
- [10] S. R. Mehra et al., Mittelungspegel bei der Ausbreitung von Strassenverkehrslärm in Wohngebieten unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen. *Z. Lärmbekämpfung* 30, 127 - 134 (1983).
- [11] A. Pozorski, Ermittlung der Bebauungsdämpfung bei Schallimmissionsprognosen - ein Literaturübersicht. *Z. Lärmbekämpfung* 35, 16 - 23 (1988).
- [12] International standard ISO 9613-2: 1996. Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2 : General method of calculation.
- [13] VDI 2714 (1988). Schallausbreitung im Freien.
- [14] GF-HR-01-03 (1989). Uitbreiding van industriegeluid in woonwijken met betrekking tot sanering industrielawaai (Staatsuitgeverij, The Netherlands).
- [15] K. Uesaka et al., Simple calculation methods for spatially averaged Laeq in built-up area facing a road at ground level. Proc. ICA 2001.
- [16] J. Jabben et al., A model for noise mapping in the Netherlands. Proc. Inter-Noise 1999.
- [17] E. Gerretsen et al., Urbis: instrument voor Lokale MilieuVerkenningen. Rekenmethoden voor Geluid, TNO-rapport PG/VGZ/99.039. 1999.,
- [18] I. M. Noordhoek, Sound propagation through urban areas and vegetation. TNO-report HAG-RPT-010001, TNO TPD, January 2, 2001.

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater

- 2004/17 S. Flåte: Undersøkelse om trygghet i hverdagen. Dokumentasjonsrapport. 46s
- 2004/18 H.C.Hougen og C. Wiecek: Undersøkelse om levekår og psykisk helse blant innsatte i norske fengsler. Dokumentasjonsrapport. 94s.
- 2004/19 E.Eng Eibak: Forventningsindikator - konsumprisene. November 2003-mai 2004. 23s.
- 2004/20 V.V. Holst Bloch, E. Engelen og M. Steinnes. Arealklassifisering i tettsteder. En uttesting av nasjonal arealdekketklassifisering i deler av Fredrikstad tettsted. 55s.
- 2004/21 A. Holmøy og E. Wedde: Undersøkelse om arbeid, livsstil og helse 2003. Dokumentasjonsrapport. 38s.
- 2004/22 H.C. Hougen og M.A. Gløbøden: Samordnet levekårsundersøkelse 2002-tverrsnittundersøkelsen. Dokumentasjonsrapport. 110s.
- 2004/23 H. Utne: Håndbok for Folke- og bolig telling 2001. 63s.
- 2004/24 A. Holmøy: Undersøkelse om livsløp, aldring og generasjon (LAG). Dokumentasjonsrapport. Oppdatert versjon av Notat. 2003/88. 129s.
- 2004/25 A. Vedø: Vekter i undersøkelsen om samvær og bidrag 2002. 13s.
- 2004/26 A.H. Sætre: Undersøkelsen om samvær og bidrag 2002. Dokumentasjon- og tabellrapport. 109s.
- 2004/27 A. Holmøy: Undersøkelse om Livsløp, aldring og generasjoner (LAG) blant personer fra 80 år og oppover. Dokumentasjonsrapport. 182s.
- 2004/28 A. Holmøy: Omnibusundersøkelsen januar/februar 2004. Dokumentasjonsrapport. 37s.
- 2004/29 D.Q. Pham: Sesongjustering for boligprisindeksen. 28s.
- 2004/30 D.Q. Pham: Sesongjustering prisindeks for kontor- og forretningseiendommer. 14s.
- 2004/31 M.T. Dzamarija og T. Kalve: Barn og unge med innvandrerbakgrunn. 98s.
- 2004/32 T. Gulbrandsen og B.O. Lagerstrøm Undersøkelse om dommeravhør og observasjoner av barn i seksuallovbruddsaker. 85s.
- 2004/33 I. Johansen: Undersøking om foreldrebetaling i barnehagar, januar. 45s.
- 2004/34 P. Drevland: Offentlig forvaltning i historisk nasjonalregnskap, beregninger for 1949-1969. 17s.
- 2004/35 E. S. Bjørkli, K. L. Hansen, G. M. Pilskog, T. K. Schjerven og T. Smith: Fristilling og konkurranseutsetting i KOSTRA– bedring av sammenlignbarheten i nøkkeltallene. 104s.
- 2004/36 A. H. Foss og L. Taule: Museumsstatistikken. En gjennomgang av definisjoner, kvalitet og populasjon. 26s.
- 2004/37 T. E. Haug og T. A. Johnsen: Datagrunnlag for en regional nordisk kraftmarkedsmodell. Produksjonsanlegg, overføringsnett, kraftteterspørsel og -priser. 15s.
- 2004/38 A. Bruvøll og Ø. Skullerud: Framskrivninger av organisk avfall for 2001-2002. 14s.
- 2004/39 S.K.Boateng og S. Ferstad: Dokumentasjonsnotat for FylkesKOSTRA videregående opplæring. Publisering av 2002-tallene. 197s.
- 2004/40 A. Finstad, K. Flugsrud, L. Høgset og G. Haakonsen Energiforbruk utenom elektrisitet i norske kommuner - en gjennomgang av datakvalitet. 31s.