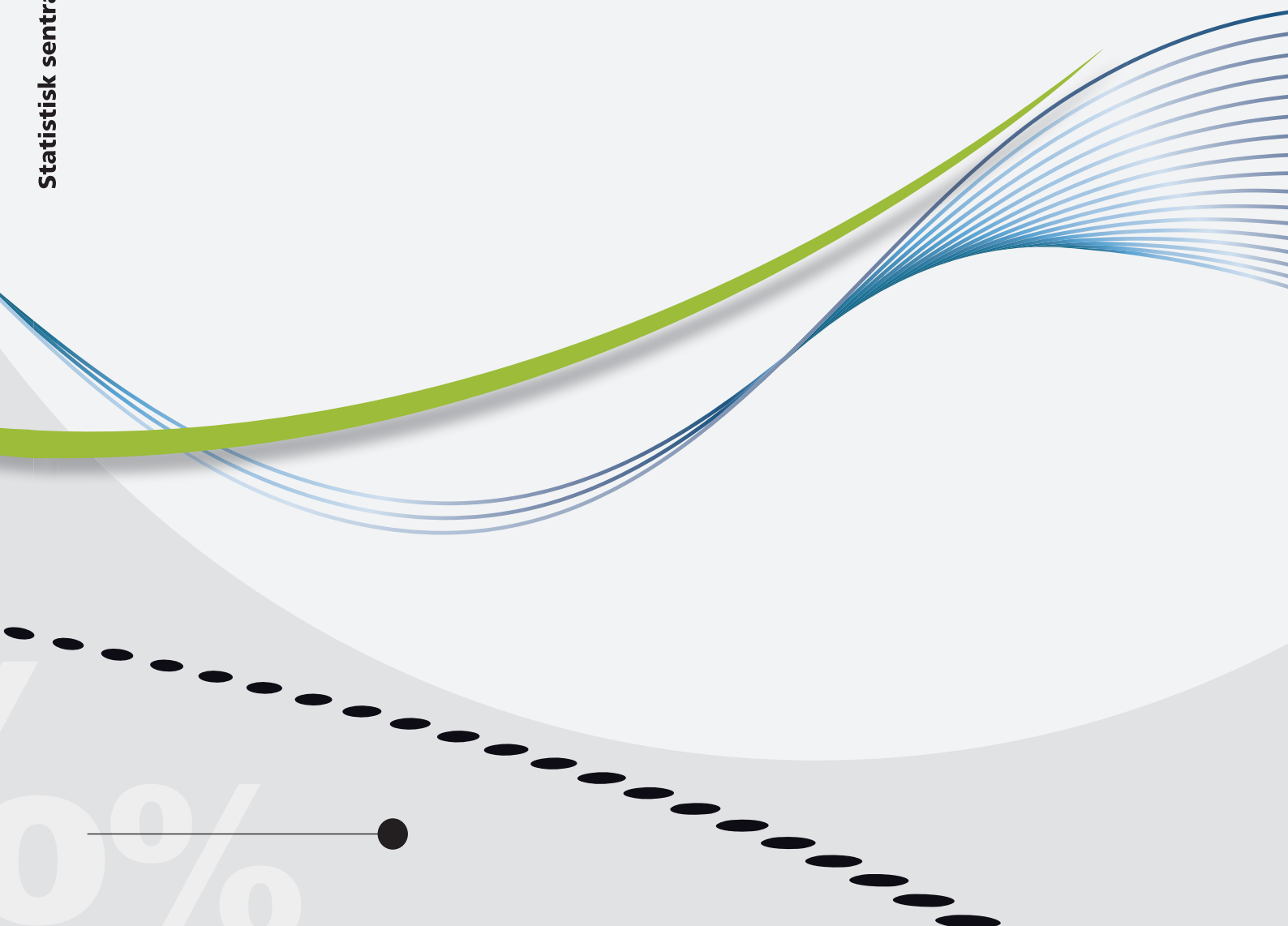


*Erik Engelién, Kirsten Elisabeth Holz og  
Margrete Steinnes*

## **Støyplage i Norge**

Oppdatert dokumentasjon av metode





*Erik Engelién, Kirsten Elisabeth Holz og  
Margrete Steinnes*

## **Støyplage i Norge**

Oppdatert dokumentasjon av metode

I serien Notater publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

© Statistisk sentralbyrå  
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen  
skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.

Publisert 23. mars 2018

ISBN 978-82-537-9717-5 (elektronisk)

<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbol</b>
Tall kan ikke forekomme	.
Oppgave mangler	..
Oppgave mangler foreløpig	...
Tall kan ikke offentligjøres	:
Null	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Foreløpig tall	*
Brudd i den loddrette serien	—
Brudd i den vannrette serien	
Desimaltegn	,

## Forord

Dette notatet dokumenterer metode og datagrunnlag for beregning av støyplage i Norge. Notatet er en oppdatering av Engeliens og Steinnes (2011). De endringene som er gjort i datagrunnlag og metode siden forrige dokumentasjon, er oppsummert i eget underkapittel 1.4.

Arbeidet med støyplagestatistikk er i stor grad finansiert av Miljødirektoratet. Et viktig formål er å tallfeste de nasjonale nøkkeltallene som er definert på området.

Notatet er utarbeidet av Erik Engeliens, Kirsten Holz og Margrete Steinnes.

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

Statistisk sentralbyrå, 16. mars 2018

Lise D. Mc Mahon

## Sammendrag

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

For å overvåke støyplage i Norge etablerte SSB, i samarbeid med Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Bane NOR, Avinor og Forsvarsbygg, en nasjonal støymodell. Modellen utnytter eksisterende kartlegginger av støy og har bare gjort tilleggsberegninger der hvor støyberegninger ikke tidligere er gjort. Modellen beregner tall for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer) og støyplage (målt som støyplageindeks - SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år. Modellen er sist dokumentert i Engelién og Steinnes (2011). Tall fra modellen benyttes i overvåking av nasjonale miljømål.

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

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

Det er siden forrige dokumentasjonsrapport tatt inn et nytt beregningsopplegg for veitrafikk, en forenklet versjon av Norstøy som Statens vegvesen benytter. Det er også utviklet og tatt med resultater fra en forbedret metode for estimering av trafikk på kommunale veier.

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

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

**Prosjektstøtte:** Miljødirektoratet

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1. Formål.....	6
1.2. Problemstilling og politiske mål.....	6
1.3. Status – hvor er vi nå?.....	6
1.4. Endringer siden forrige dokumentasjonsnotat.....	7
1.5. Luffart.....	8
1.6. Videre arbeid.....	8
<b>2. Viktige begreper og definisjoner</b> .....	<b>9</b>
2.1. Lydtrykknivå, dB.....	9
2.2. Frekvens, Hz.....	9
2.3. Lydnivå, dBA.....	9
2.4. Ekvivalent støynivå, $L_{Aekv}$ .....	10
2.5. Avstandsdemping og luftabsorpsjon.....	11
2.6. Gjennomsnittlig plagegrad (GP) og støyplageindeks (SPI).....	11
2.7. Fasaderefleksjon.....	13
<b>3. Datagrunnlag</b> .....	<b>13</b>
3.1. Matrikkelen (SSB-Matrikkelen).....	13
3.2. BEREK – befolkningsregisteret.....	13
3.3. VBASE/ ELVEG/ NVDB.....	13
3.4. NORTIM-beregninger.....	14
3.5. Virksomhet- og foretaksregisteret.....	14
3.6. N50 Kartdata.....	15
3.7. Data fra Felles kartdatabase (FKB).....	15
3.8. Aktivitetstall.....	15
3.9. Fasadedemping.....	16
<b>4. Prinsippkisse</b> .....	<b>16</b>
<b>5. Metoder for de ulike støykildene</b> .....	<b>17</b>
5.1. Veitrafikk.....	17
5.2. Jernbane.....	28
5.3. Luffart.....	35
5.4. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet.....	41
<b>6. Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode, samt tiltak for å minimere disse</b> .....	<b>46</b>
6.1. Generelle betraktninger om usikkerhet ved beregning av støyplage.....	46
6.2. Datagrunnlaget.....	47
6.3. Veitrafikk.....	47
6.4. Jernbane.....	50
6.5. Luffart.....	51
6.6. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet.....	51
<b>7. Om beregningsmetodene</b> .....	<b>53</b>
7.1. Populasjonen.....	53
7.2. Konsistente tidsserier.....	55
<b>Referanser</b> .....	<b>56</b>
<b>Vedlegg A: Dataformater til SSB_Calc</b> .....	<b>59</b>
<b>Vedlegg B: Tabeller over standardverdier for trafikk</b> .....	<b>61</b>
<b>Vedlegg C: LUFTFART: Tabeller og figurer</b> .....	<b>62</b>

# 1. Innledning

## 1.1. Formål

Formålet med notatet er å dokumentere metode og datagrunnlag som inngår i den nasjonale støymodellen slik den var ved siste publisering av resultater. Modellen beregner tall for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer utenfor bolig) og støyplage (målt som støyplageindeks - SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år. Ambisjonsnivået er å jevnlig gi status og trender for støyeksponert befolkning for land og fylker samt de mest folkerike kommunene. Statistikken vil være det viktigste grunnlaget for arbeidet med oppfølging av nasjonale mål, målt ved nøkkeltall. Støymodellen ble sist dokumentert i ”Støyplage i Norge” (Engelien og Steinnes 2011). Noen av forutsetningene i modellen er justert siden dette notatet ble utgitt. Derfor utgis dokumentasjonen i ny versjon.

## 1.2. Problemstilling og politiske mål

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

### *Strategisk mål:*

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

### *Nasjonalt resultatmål:*

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

## 1.3. Status – hvor er vi nå?

SSB har i samarbeid med Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Avinor, Bane NOR, Forsvarsbygg og SINTEF utviklet en modell for beregning av støypåvirkning og støyplager i Norge. Modellen skal beregne data for støypåvirkning (målt som antall personer eksponert for ulike støynivåer,  $L_{ekv}$ ) og støyplage (målt som SPI) i Norge for 1999 og de påfølgende år.

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

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

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

Denne rapporten er en oppdatering av dokumentasjonsrapporten som ble publisert i 2011. I tiden som har gått etter den forrige dokumentasjonsrapporten er det gjort endringer i datagrunnlag og metode. Foreløpig er det kildene veitrafikk,



jernbanetraffikk, flytraffikk, industri og annen stasjonær næringsvirksomhet som er inkludert. For bygg og anlegg, skytebaner og motorsportsbaner er tall foreløpig hentet fra tidligere undersøkelser (SFT<sup>1</sup> 2000). Det er ikke gjort beregninger for støy fra andre kilder som f.eks. havner, vindmøller m.m. Dette er kilder som kan ha stor betydning for den enkelte, men som opprinnelig ikke ble vurdert som store nok på nasjonalt nivå til å bli inkludert i støymodellen. Utbygging av for eksempel vindmøller og etablering av nye støykartlegginger hos anleggseierne vil imidlertid kunne endre denne vurderingen. Det vil dermed kunne bli aktuelt å inkludere flere kilder i modellen på et senere stadium. Metodene og datakildene som modellen baserer seg på er forbedret de siste årene, men dagens støyberegninger er fortsatt beheftet med til dels store usikkerheter. Særlig gjelder dette støyplage fra industri og næringsvirksomhet og kommunale veier.

Det er siden forrige dokumentasjonsnotat etablert rutiner for tallfesting for det nasjonale målet som omhandler antall støyutsatte over 38 dBA innendørs, j.fr. Stortingsmelding nr 26 (2006-2007).

#### **1.4. Endringer siden forrige dokumentasjonsnotat**

Nedenfor følger en oppsummering av de endringene som er gjort for den enkelte kilde siden forrige dokumentasjonsrapport. Justeringene har medført at resultatene er reberegnet for 1999 og 2005.

Det er som nevnt etablert beregningsrutiner for tallfesting av det nasjonale målet som omhandler antall støyutsatte over 38 dBA innendørs.

##### **Veitrafikk**

Det er siden forrige dokumentasjonsnotat gjort to hovedendringer: Det er implementert en ny støyberegningsmodell og det er utarbeidet nye trafikk tall for de kommunale veiene som ikke er kartlagt av kommunene.

Statens vegvesen har utviklet et verktøy for beregning av støy fra veitrafikk som erstattet beregningsmodellen (VSTØY). Dette verktøyet (NorStøy) er omfattende og tar hensyn til bl.a. terreng fra de mest detaljerte kartverkene i Norge. NorStøy er basert på en revidert emisjonsmodell (Nord2000). Vi har nå tatt inn Statens vegvesens resultater fra dette verktøyet. I tillegg har vi tatt i bruk hele verktøyet i de nasjonale støyberegningene, men med nødvendige forenklinger og automatiseringer. Denne tilpasningen er gjort av SINTEF (2015).

Det er utviklet en modell og estimeringsopplegg for de kommunale veiene som ikke er kartlagt av kommunene (Nordbeck og Langsrud 2015). Denne modellen/estimeringsopplegget gjør at tallene på disse kommunale veiene er blitt bedre, men det er fortsatt ganske stor usikkerhet knyttet til tallene.

##### **Jernbane**

Som grunnlag for beregningene av støy fra jernbane brukes geografiske data over jernbanenettet samt trafikk tall mottatt fra Bane NOR (Jernbaneverket). I trafikk tallene er togtyper, antall togmeter per døgn og hastigheter på de ulike banestrekningene registrert.

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

---

<sup>1</sup> Statens forurensningstilsyn (SFT) er senere slått sammen med Direktoratet for naturforvaltning til Miljødirektoratet. I dette notatet refereres det til SFT der denne etaten står bak publikasjonene.

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.

Bane NOR har i 2010 gjort en støykartlegging for de største byområdene, som SSB benytter for å justere beregningene. For støyberegningene for 2011 har SSB beregnet en justeringsfaktor fra differansen mellom Bane NOR og SSB sine resultater. Denne justeringsfaktoren ble også brukt for å justere 2014 beregninger. Adresser som har en støyverdi fra både SSB og Bane NOR sine beregninger og adresser som ligger innenfor 50 meter fra en adresse med Bane NOR beregninger blir justert. Alle andre adresser er ujusterte beregninger fra SSB eller Bane NOR hvis SSB har ikke beregnet for denne adressen.

### 1.5. Luftfart

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

NORTIM-filene blir fortløpende oppdatert av SINTEF. Ved siste oppdatering av statistikken i 2016 (for 2014) hadde SSB mottatt NORTIM-beregninger for 53 lufthavner i Norge, 6 militære og 47 sivile. Støyberegningene er siden 2006-beregninger utelukkende basert på NORTIM. De fleste NORTIM-beregninger har prognoseperiode på 10 år, men beregningens startår varierer med flyplassene, fra 1999 til 2014. For fullstendig oversikt over datagrunnlag for den enkelte flyplassen for beregningsårene, se vedlegg.

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

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

### 1.6. Videre arbeid

Det er siden forrige dokumentasjonsnotat utviklet en metode for trafikkmodellering på kommunale veier slik at usikkerheten for støyplage fra disse veiene er redusert. Dette er en praktisk/pragmatisk metode for å tilordne trafikk på kommunale veier. Metoden består i hovedsak i å modellere trafikk ut fra informasjon om bosatte på adresser, samt annen statistikk på detaljert geografisk nivå og veinettet. Det benyttes standardverdier for hvor mye biltrafikk som dannes ut fra bosatte og fra bygningsareal fordelt etter næring. Sammenholdt med trafikkrelledata for en del punkter danner modelleringen grunnlag for estimering av trafikk på alle kommunale veilenker. Metoden er dokumentert i (Nordbeck og Langsrud 2015).

Estimeringsopplegget vil kunne bli bedre hvis det etableres flere tellepunkter for kommunale veier, også for mindre trafikkerte deler av veinettet.

En bør vurdere å inkludere flere støykilder i modellen. Dette gjelder først og fremst støykilder der det er eller etableres relevante datakilder.

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

## 2. Viktige begreper og definisjoner

### 2.1. Lydtryknivå, 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 lydtryknivå (SFT 2001).

### 2.2. Frekvens, Hz

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

**Tabell 1. Eksempler på lyder med ulike frekvenser**

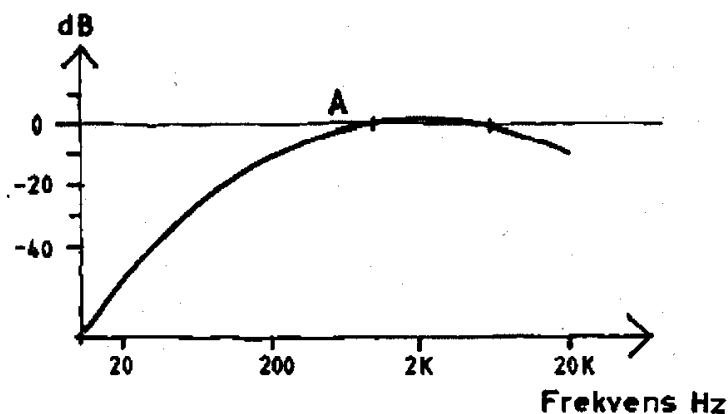
Frekvens (Hz)	Eksempel
20	laveste hørbare lyd
100	transformatorudr
440	én-strøken A
1 000	pipetone telefon
10 000	gresshoppe
20 000	øvre grense for høreområde

Kilde: (Løchstøer 1976).

### 2.3. Lydnivå, dBA

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

Figur 1. Frekvensveiekurve A



Kilde: SFT 2001

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

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

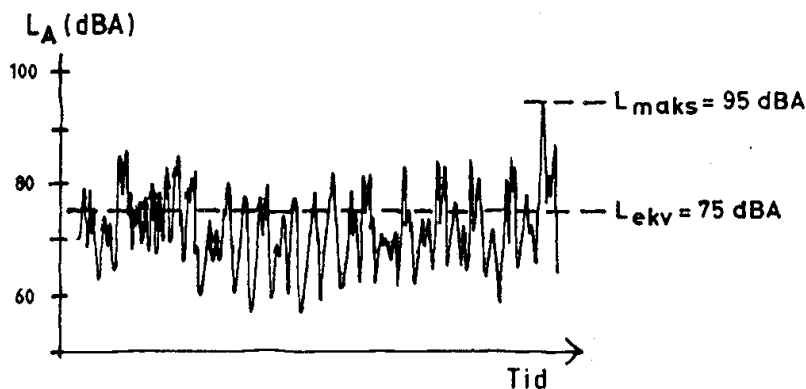
Tabell 2. Typiske lydnivå

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

Kilde: Folkehelseinstituttet (2008).

## 2.4. Ekvivalent støynivå, $L_{Aekv}$

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

Figur 2. Ekvivalent støynivå,  $L_{ekv}$ 

Kilde: SFT, 2001

## 2.5. Avstandsdemping og luftabsorpsjon

Når 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 lydtrykknivået 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 (Løchstør 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 (Løchstør 1976).

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

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

Tabell 3 Formler for beregning av gjennomsnittlig plagegrad (GP)

Kilde	Formel1
Veitrafikk	$GP = 1,58 (L - 39,4)$
Industri2	$GP = 1,58 (L - 39,4)$
Luffart	$GP = 1,58 (L - 34,4)$
Jernbane	$GP = 1,58 (L - 44,4)$
Bygg og anlegg, motorsport	$GP = 1,19 (L - 19)$

<sup>1</sup>  $L = L_{Aekv}$  med fasaderefleksjon

<sup>2</sup> Formel for industri gjelder jevn industristøy

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

Støyplagen er avhengig av kilde. Figur 3 viser en dose-respons-sammenheng for hvordan en gjennomsnittsperson reagerer på ulike 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

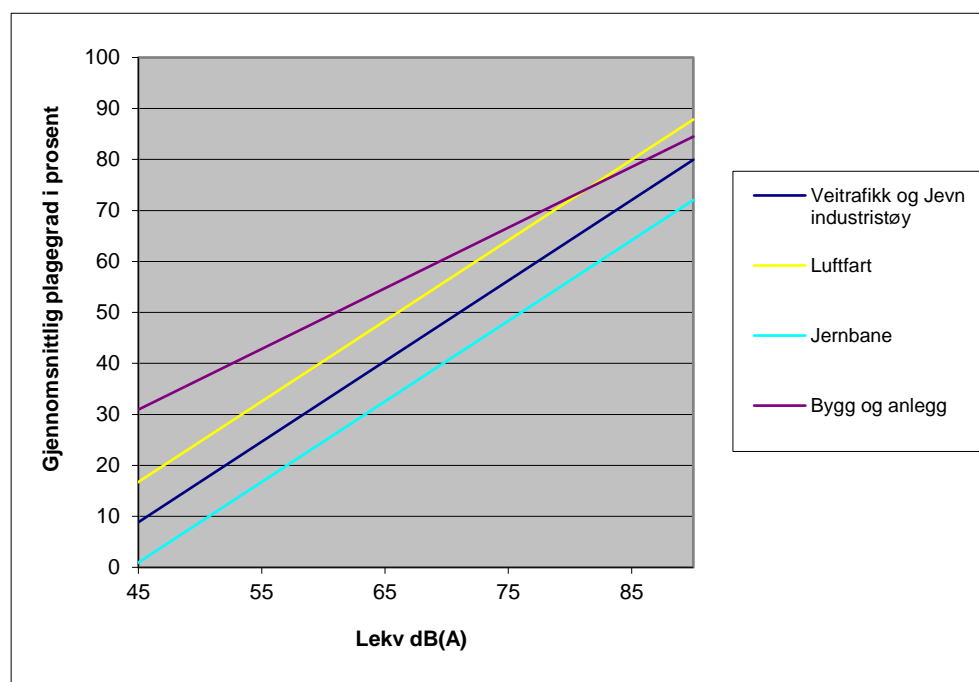
lite plagsomme uansett hvilken kilde støyen kommer fra. Ved høyere støyverdier er det luftfart som vil være den mest plagsomme støykilden, deretter vei, mens jernbane er den minst plagsomme støykilden.

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

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.

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

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



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

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

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

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

## 2.7. Fasaderefleksjon

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

## 3. Datagrunnlag

### 3.1. Matrikkelen (SSB-Matrikkelen)

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

Registeret skal i prinsippet omfatte alle adresser, bygninger og grunneiendommer i Norge. Bygningsdelen omfatter alle bygninger over 15 m<sup>2</sup>.

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

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

### 3.2. BEREG – befolkningsregisteret

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

### 3.3. VBASE/ ELVEG/ NVDB

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

Dette oppdateres årlig av Statens kartverk. Dette datagrunnlaget benyttes i veitrafikkberegningene ved at informasjon om trafikk kobles til veinettet ved dynamisk segmentering (dvs. trafikkinformasjonen bres utover veinettet basert på vegidentifikasjonen og meterangivelser). Elveg inneholder i tillegg informasjon om bl.a. fartsgrense. Fra og med 2011-beregningene mottar vi ferdig NVDB-datasett fra Statens vegvesen som inneholder all informasjon for vegdataene som er relevant i støyberegningene. Det imputeres med standardverdier der det mangler data. Trafikk (ÅDT) og tungtrafikkandel justeres til beregningsåret, der dette er relevant, basert på fylkesvis statistikk fra Statens vegvesen.

### 3.4. NORTIM-beregninger

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

### 3.5. Virksomhet- og foretaksregisteret

Virksomhet- og foretaksregisteret (VoF) er Statistisk sentralbyrås (SSBs) register over alle juridiske enheter og virksomheter i privat og offentlig sektor i Norge.

Virksomhet- og foretaksregisteret benyttes ved beregning av støy fra industri og annen statsjonær næringsvirksomhet. Omfanget er alle virksomheter med ansatte innen de angitte næringer (se Tabell 4). Industri er NACE 15-37, mens øvrige NACE-koder (SN 2002) representerer annen næringsvirksomhet i dette arbeidet. Av virksomhetene i Virksomhet- og foretaksregisteret var 76 prosent stedfestet til koordinatnivå ved opprettelsen av virksomhetspopulasjonen for støyberegninger (i 2004). Av de valgte virksomhetene (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 virksomhetene å være hovedkontor e.l. og tas ikke med i beregningene. Av de om lag 18 000 virksomhetene gjenstår rundt 17 300 potensielt støyende virksomheter etter denne koblingen. Etter en tilsvarende kontroll for de med koordinater (men på bygningsnivå) gjenstår rundt 13 000 virksomheter som inngår i støyberegningene. SINTEF har tilordnet egne støyegenskaper til virksomheter etter bransjeinndelingen vist i Tabell 4. Tabellen viser hvilke næringer som inngår i bransjene etter Standard for næringsgruppering 2002 (SN 2002).

**Tabell 4. Antall virksomheter som inngår i støyberegningene etter bransje<sup>1</sup>**

Bransje	Navn	Antall	NACE-kode (SN 2002)	SN 2007
	I alt	12 972		
01	PUKK/ BERGVERK	379	10, 11, 12, 13, 14	05, 06, 07, 08, 09
02	MEK. VERKSTED	2033	29, 28	25, 28
03	SKRAPHANDLERE	92	37	38.31, 38.32
04	BENSINSTASJON	1281	50.50	
05	GRAFISK INDUSTRI	1138	22	18
06	SAGBRUK/ HØVLERI	835	20	16
07	METALLURGISK	131	27	24
08	PAPIR/ CELLULOSE	78	21	17
09	PETROKJEMISK	455	23, 24, 25	19,20,21,22
10	VASKERI/ RENSERI	151	93.01	96.01
11	NÆRINGSMIDDELINDUSTRI	1 338	15, 16	10,11,12
			17, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35.2 - 35.4, 36,	13,14,15,23,26,27, 29,31,32,35,36, 30.2-
12	DIVERSE	2 732	40, 41	30.9
13	SKIPSVERFT	528	35.1	30.1
14	BILOPPHUGGERI	76	51.57	46.77
15	BILVERKSTED	1 725	50.2, 50.403	45.2, 45.403

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

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



### 3.6. N50 Kartdata

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

### 3.7. Data fra Felles kartdatabase (FKB)

FKB (Felles KartdataBase) er en samling strukturerte datasett som utgjør en viktig del av grunnkartet i et område. FKB består av vektordata. Mange av datasettene etableres og forvaltes gjennom Geovekstsamarbeidet der dette samarbeidet er etablert. I tillegg inngår noen datasett som forvaltes av statlige etater eller i andre forvaltningsløsninger. Felles er at de kontrolleres og tilgjengeliggjøres i en samlet pakke, FKB.

Geovekstsamarbeidet er et samarbeid om etablering, forvaltning, drift, vedlikehold og bruk av de mest detaljerte kartdata og ortofoto (målestokksriktige flyfoto). Samarbeidet startet i 1992. Geovekst-partene er: Statens vegvesen, energiforsyningen, kommunene, Kartverket, Telenor og landbruket.

Bakgrunnen for FKB spesifikasjonene var de tidligere grunnkartseriene ØK (Økonomisk kartverk) og TK (Teknisk kartverk). Det er stort sett de samme fagområder som er representert i FKB som i ØK og TK. I støyberegningene for veitrafikk benyttes informasjon om bygningsflater (FKB Bygning) og støyskjermer og voller (FKB Bygningsmessige anlegg) samt vannflater (FKB AR5).

### 3.8. Aktivitetstall

#### Trafikktall for veitrafikk

Inngangsdataene som blir brukt til beregning av støy fra veitrafikk er bl.a. årsdøgntrafikk (ÅDT<sup>2</sup>) og tungtrafikkandel. Det gjøres ikke systematiske trafikktellinger på kommunale veier (bortsett fra i noen større kommuner). Dette gjøres kun på riks- og fylkesveier. ÅDT og tungtrafikkandel hentes fra veilenkedataene<sup>3</sup> i VSTØY og suppleres med data fra Nasjonal vegdatabank. For de siste to årgangene hentes ÅDT i sin helhet via NVDB. ÅDT for kommunale veier finnes ikke i nasjonale databaser. For å beregne støynivået fra disse veiene må derfor først ÅDT estimeres per veilenke. Enkelte kommuner har imidlertid relativt god oversikt over ÅDT på sine kommunale veier. For disse kommunene har vi derfor brukt ÅDT direkte på de veiene der dette finnes. På veier der ÅDT ikke er kartlagt, brukes estimert ÅDT.

#### Trafikktall for jernbane

Trafikkdata for 1999, 2003, 2006, 2007, 2011 og 2014 er mottatt fra Bane NOR (Jernbaneverket). I trafikktallene er det gitt opplysninger om mengden trafikk av ulike togtyper på de forskjellige strekningene. Trafikken oppgis i antall togmeter per døgn fordelt på de respektive jernbanestrekninger, og er gjennomsnitt for året.

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

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

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

### Trafikktall for fly

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

### Produksjonstall for industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Det er fastsatt standardverdier for støyemisjon for ulike næringer. Emisjon for de ulike næringene holdes uendret fra år til år. Endringer i støyeksponering og plage beregnes dermed ut fra hvor det er virksomheter av hvilken type og forholdet til bosatte rundt (for hvert beregningsår).

## 3.9. Fasadedemping

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

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

## 4. Prinsippkisse

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

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

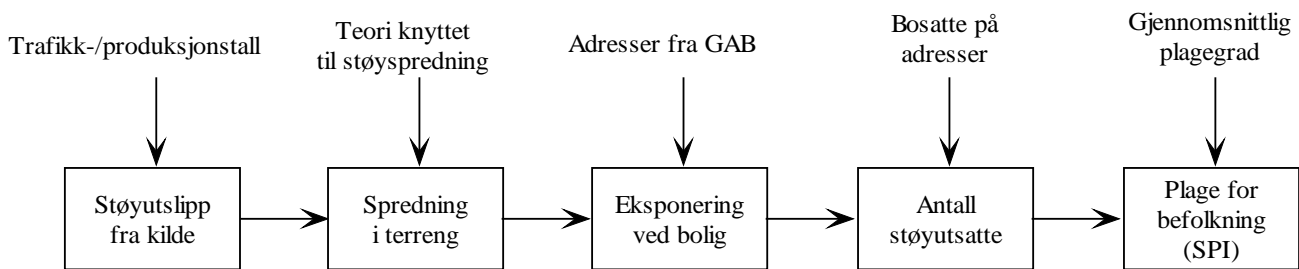
Det er utviklet en GIS<sup>4</sup>-modell der støynivået beregnes/registreres for den enkelte bolig i hele Norge. Det er foreløpig beregnet støyverdier for veitrafikk, industri, jernbane og luftfart.

For hver støykilde har SSB utviklet egne modeller for beregning av generering, spredning og plagethet av støy. Den generelle oppbyggingen av disse modellene er

<sup>4</sup> Geografiske informasjonssystemer (GIS).

vist i Figur 4. Det blir beregnet en utgangsstøy ved kilden, denne støyen blir lagt inn i en spredningsmodell som beregner støyverdier utover i terrenget. Støyen i terrenget kobles til adresser med bosatte, og det beregnes hvor mange personer som blir utsatt for ulike støynivåer fra støykilden. Sammenhengen mellom eksponering for støy og følelse av plage blir det tatt hensyn til i SPI-beregningene, ved at antall personer utsatt for et støynivå blir multiplisert med gjennomsnittlig plagegrad, dvs. et tall mellom 0 og 1 der 0 angir ikke plaget mens 1 er sterkt plaget (se kapittel 2.6). Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI for kilden.

Figur 4. Modellkonsept



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

## 5. Metoder for de ulike støykildene

### 5.1. Veitrafikk

#### Modell

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

Støyberegningene fra VSTØY inneholder mye lokal informasjon om støy-skjerming, fasadeisolering m.m. som det er viktig å dra nytte av i den nasjonale støymodellen. Utfordringen i arbeidet var at VSTØY-dataene bare dekker en liten del av boligmassen i Norge. Det er gjort beregninger for et utvalg støyutsatte boliger hovedsakelig langs riks- og fylkesveier. De kartlagte boligene ligger for det meste i første husrekke langs veien. Svært få boliger langs kommunale veier er kartlagt. Etter at resultater fra de nye støyberegningene hos Statens vegvesen (Norstøy) foreligger, er også disse tatt med i våre beregninger. Dette er gjort ved at Norstøy-resultatene er antatt best og overstyrer resultater fra Vstøy der begge forekommer. SSB har gjort beregninger etter en forenklet versjon av Norstøy (utviklet av SINTEF, SINTEF 2015).

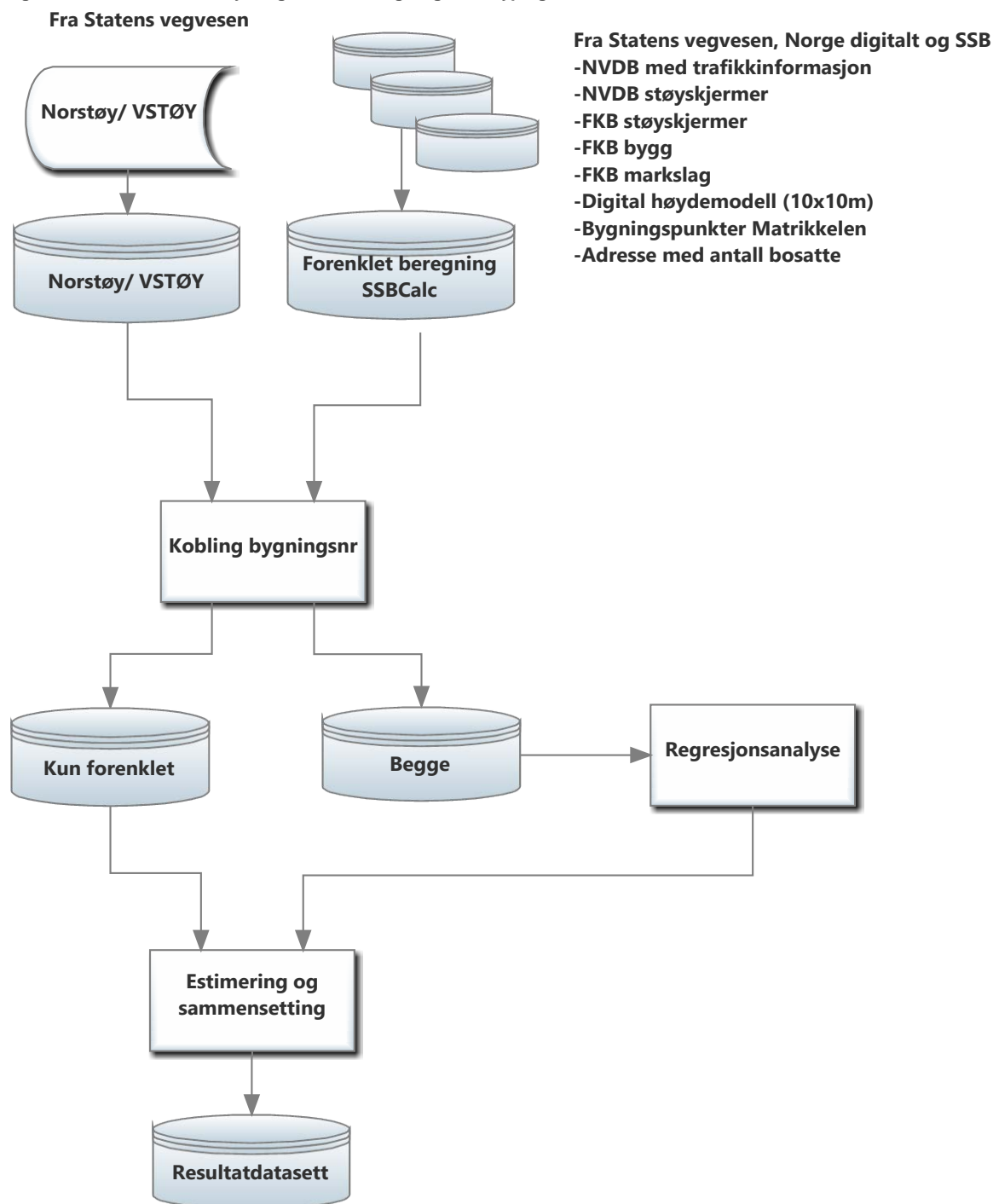
Kunnskapen fra de nøyaktige Norstøy/VSTØY-beregningene er også tatt med videre i SSBs forenklede beregninger. Dette er gjort ved at de forenklede

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

beregningene er utført på samtlige boliger i Norge. Der hvor det finnes støydata fra Norstøy/VSTØY, er denne blitt sammenlignet med SSBs forenklete beregning. Det er så gjort en regresjonsanalyse for dette avviket som er brukt for å estimere tall for boliger uten Norstøy/VSTØY-data.

Figur 5 viser dataflyten for håndtering av veitrafikkstøy i den nasjonale modellen. Figuren illustrerer hvordan det i modellen enten brukes Norstøy/VSTØY-data eller data estimert av SSB ut fra en forenklet beregning. I det følgende er dette arbeidet beskrevet i detalj.

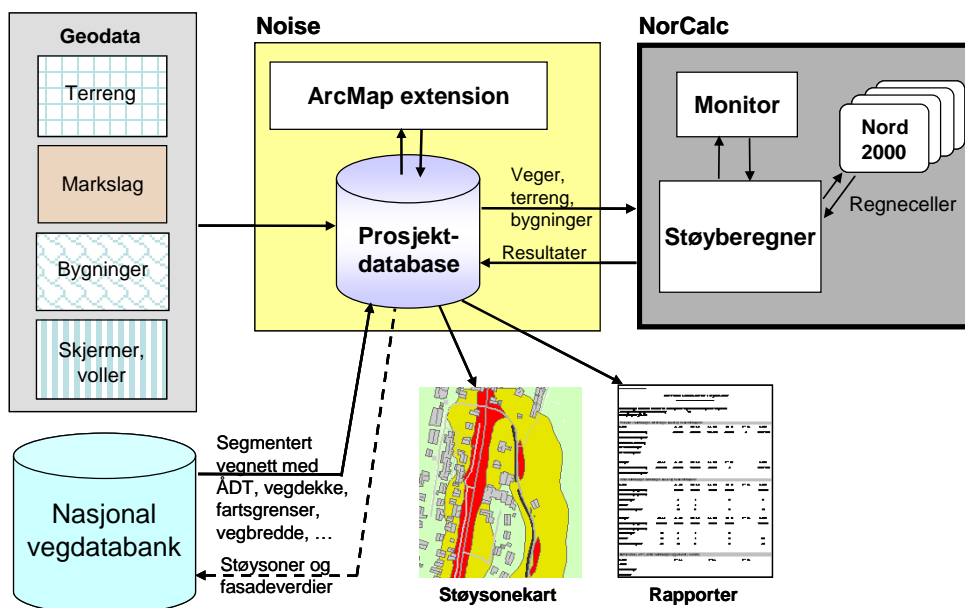
Figur 5. Overordnet flytdiagram for beregning av støyplage fra veitrafikk



### Metode for forenklet beregning

Vi benytter resultater fra Vstøy/ Norstøy og supplerer med forenklete beregninger. Beregningene gjøres med program utviklet av SINTEF, SSBCalc (SINTEF 2015). Dette er NorCalc, som også ligger til grunn for vegvesenets Norstøy-resultater, med forenklinger og nødvendige tilpasninger for å kunne kjøre for hele landet. Programmet er frikoblet fra ArcGIS og NVDB slik at det kan kjøres som et frittstående program. Hovedforenklingen er at det beregnes kun for ett punkt (midtpunkt) per bygning. I beregningene gjøres dette ved at bygningsflaten tas vekk og det beregnes for et midtpunkt 4 m over terrenget. Det beregnes dermed som om bygningen ikke eksisterer, slik at støy fra alle retninger kommer med uten å bli skjermet av bygningen. Videre tas kun hensyn til 1. refleksjon. Det er også gjort noen forenklinger i datagrunnlag sammenlignet med vegvesenets beregninger, se mer om bearbeiding av datagrunnlag i eget kapittel nedenfor.

Figur 6. Norstøysystemet

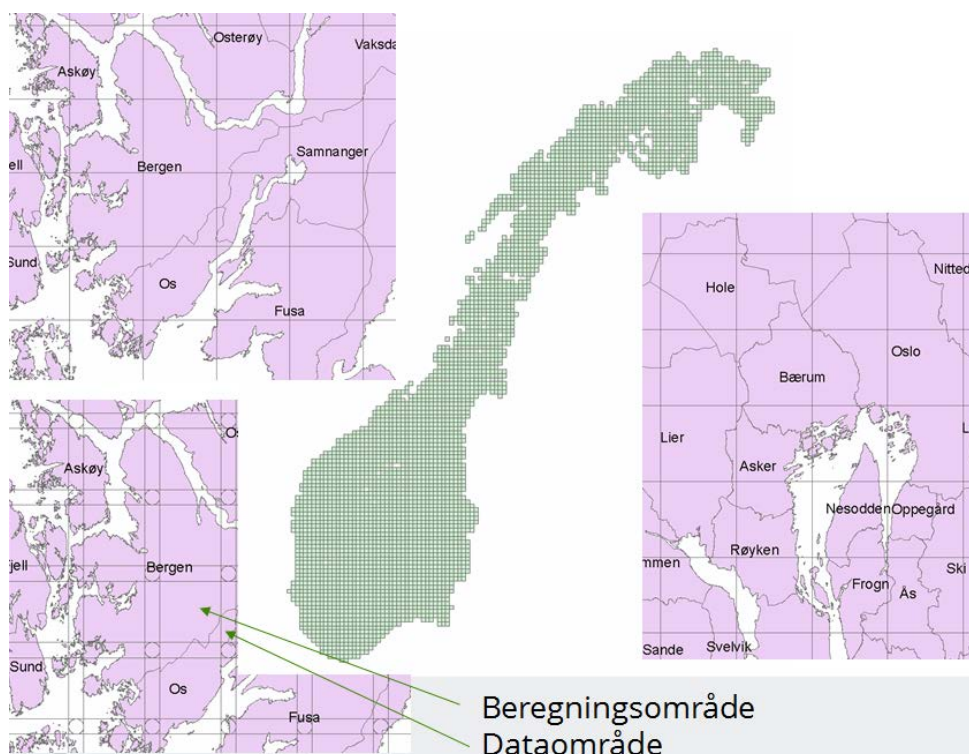


Kilde: Brukerveileder Norstøy 2.2 (2010)

Opplegget for SSBs beregninger ligner Norstøy (se figur 6), men SSB tilrettelegger nasjonale geodata for input til SSBCalc. Videre er det ingen direkte koblinger til ArcMap og Nasjonal vegdatabank.

SSBCalc kan kjøre for hele landet, men oppdelt i delområder. I praksis gjøres dette ved at landet deles inn i 10 km ruter (se figur 7). SSBCalc kjøres ved en batchfil med unike IDer og stier til data. Beregningsområdet er 10x10 km mens dataområdet er 12x12 km for å få med støykilder innen 1 km i hele beregningsområdet. Kun ruter med bosatte eller aktuelle bygningstyper er med, men i praksis dekker dette store deler av landet også geografisk.

Figur 7. Inndeling i delområder ved beregning for hele landet



### Bearbeiding av data

Beregningsprogrammet etablerer digital kartmodell over hvert dataområde ut fra:

- Terreng fra Kartverkets høydedatabase 10 x 10 m
- Markslag (vann og annet fra FKB arealressurs)
- Vegnettet ut fra uttrekk fra NVDB med senterlinje (x,y,z), vegbredde mm.
- Bygninger fra FKB Bygning (bygningsflater x,y,z)
- Skjermer og voller (FKB Bygningmessige anlegg samt fra NVDB)
- Støykilder ut fra veglinjer fra NVDB med trafikkinformasjon.
- Beregningspunkter fra Matrikkelen x,y.

I stor grad hentes dataene direkte fra de nasjonale kartdatabasene og registrene, men de tilpasses og justeres noe:

Alle arealer unntatt vann får verdien D (normal uncompacted ground).

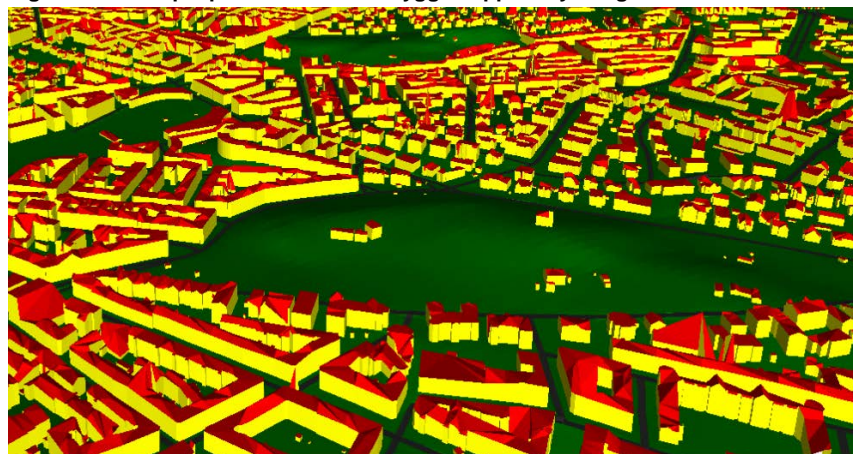
Bygningsflatene benyttes fra FKB med omriss og høydeinformasjon fra geometrien. Bygninger i Matrikkelen som ikke finnes i FKB blir tatt med ved standard bredde, lengde og høyde ut fra bygningstype (samme verdier som benyttes av Statens vegvesen – Statens vegvesen 2015).

Skjermer og voller hentes fra FKB Bygningmessige anlegg (objtype skjerm og voll med funksjon støyskjerming). Skjermene og vollene suppleres med tilsvarende data fra NVDB der geometrien i stor grad settes ut fra veisenterlinje og en offset (2/3 av vegbredde). Skjermer/voller fra NVDB som har minst 50 prosent av lengden innen 10 meter fra FKB skjerm/ voll betraktes som samme skjerm/ voll og NVDB utelates. Rutinene for behandling av skjermer/ voller ligner tilretteleggingsrutinene til Statens vegvesen (2015), men vi redigerer ikke i z-verdiene i grunnlaget. Standard skjermhøyde er i våre beregninger satt til 2 m hvis dette ikke er angitt.

Figur 8. Eksempel på datagrunnlag



Figur 9. Eksempel på modellen som bygges opp i støyberegneren



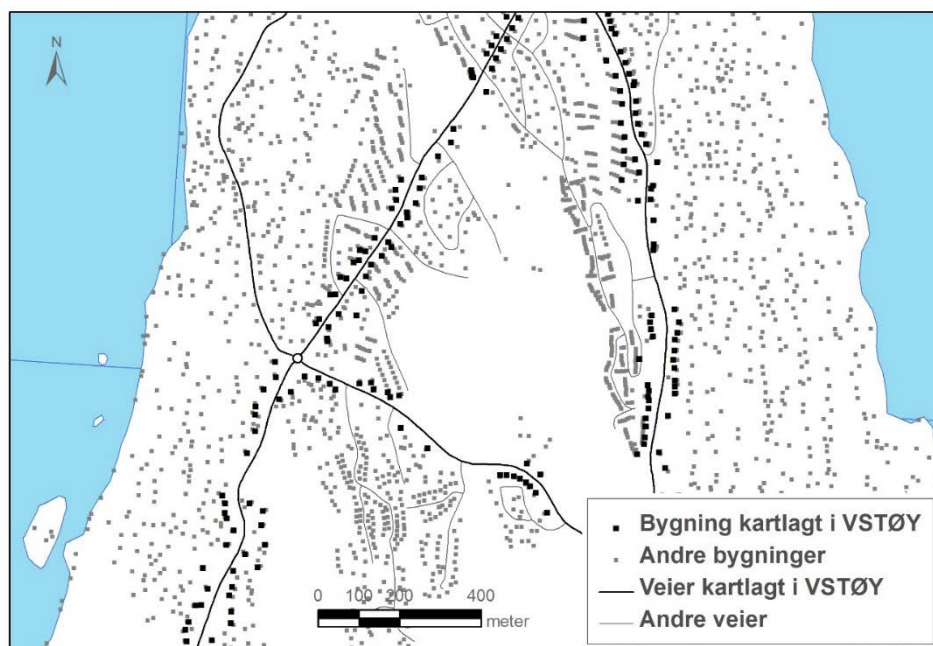
### Resultater fra Norstøy (og Vstøy)

Data fra Norstøy og VSTØY er utgangspunkt for beregning av støy fra veier. Et viktig moment i modelleringen (full modellering) er å kunne knytte støy til hvert adressepunkt (bygning) slik at en senere kan sammenholde støy fra flere kilder til mottakerne. I VSTØY har det i varierende grad vært koblingsnøkkel til bygninger i Grunneiendoms- adresse- og bygningsregisteret (Matrikkelen, tidligere GAB). På grunn av denne mangelen har det blitt gjennomført en forenklet kobling ut fra geografisk nærhet. I tillegg til støyinformasjon på bygninger, har også informasjon fra veilenkene i VStøy blitt tatt inn og tilrettelagt. Figur 10 illustrerer veilenkene og boenhetene som inngår i VSTØY for Nesodden kommune sammen med øvrige bygninger og veier.

For Norstøydataene er det mottatt en fil med all relevant informasjon som tabulordelt tekstfil. Denne leses inn og kobles via bygningsnummer sammen med SSBs forenklete beregninger. Høyeste verdi for hver bygning velges.

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

Figur 10. Veilenker og boenheter kartlagt i VSTØY. Eksempel



For å dekke hele befolkningen mht. støyplage må det enten beregnes støyverdi for hver relevant bygning, eller en må utnytte eksisterende data (utvalg) til «oppblåsning». Det er altså valgt en tilnærming der man gjør en enkel beregning av støy supplert og justert/ estimert med data fra Norstøy/ VSTØY. Metoden sikrer at all veistøy beregnes for hver adresse (full modellering) samtidig som opplysninger i Norstøy/ VSTØY blir tatt hensyn til.

Følgende trinn leder fram til et datasett med informasjon knyttet til den enkelte adresse:

1. Antall bosatte (DSF) kobles til adresser.
2. Egenskaper om bygningen kobles til adresser (fra Matrikkelen).
3. Støy beregnes og legges til bygninger (med det forenklete beregningsverktøyet).
4. Informasjon fra VSTØY (der slik informasjon finnes) kobles til adresser (via bygning), hvis bygningsnr mangler i VSTØY kobles det til nærmeste adresse innen 25 m. Norstøyresultatene kobles ved bygningsnummer og overskriver Vstøyresultatene hvis begge er kartlagt for en bygning.
5. Det estimeres støyverdier for de adressene det er gjort forenklet beregning for.
6. Bosatte utsatt for støy summeres og SPI beregnes.
7. Bosatte er som nevnt allerede koblet til adressepunkter og foreligger som GIS-datasett. Med koordinatene som nøkkel kobles bygningsnummer til disse adressepunktene.

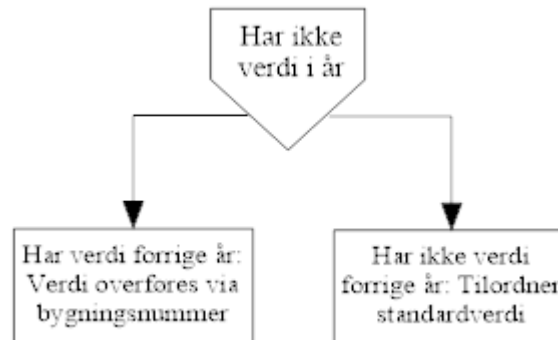
Det beregnes et gjennomsnitt for ÅDT og tungtrafikkandel for europa-, riks- og fylkesveier innen hvert fylke. Disse gjennomsnittene benyttes der strekninger av europa-, riks- eller fylkesveier ikke har informasjon om ÅDT og tungtrafikkandel.

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



Trafikkdataene er ikke utfylt for alle strekninger (europa-, riks- og fylkesvei), særlig gjelder dette for 1999. Det har skjedd mye med datagrunnlaget mellom 1999 og senere år mht bedre utfyllingsgrad og mer fininddelte data. For at det skal være konsistens i beregningene fra basisåret og framover, har vi valgt å tilbakeføre trafikkdata fra det aktuelle beregningsåret. Også for veiens stigning er dette gjort. Dette gjøres også for senere årganger som vist i (Figur 11). For årsdøgntrafikk, tungtrafikkandel og veiens stigning har vi dermed følgende forhold:

Figur 11. Prinsipp for tilbakeføring av trafikkdata



Ved tilbakeføring av trafikken blir ÅDT justert etter gjennomsnittlig trafikkvekst i perioden. Informasjon om støy ved bolig fra VSTØY (Eu og ei) tilbakeføres for boliger som ikke tidligere var kartlagt. Kode for blokk tilbakeføres fra siste år. Fra og med 2011-beregningene tilbakeføres ikke trafikk eller blokk-kode, fordi endringer betraktes som reelle og det er vanskelig å koble tilbake pga store endringer i vegidentifikasjonen (omklassifisering av veier). For kommunale veger er imidlertid informasjonen koblet tilbake.

For boligblokker regnes 75 prosent av de bosatte å være utsatt for den aktuelle støyverdien, mens alle bosatte i enebolig telles med. Antagelsen om boligblokkene er en skjønnsmessig vurdering og er usikker.

I etableringen av status for 1999 antas at all kartlegging fra VSTØY refererer til året 1999. Dette er selvsagt en forenkling siden VSTØY-dataene egentlig er basert på grunnlagsdata med varierende referanseår<sup>6</sup>. Endringer fra år til år reflekterer trafikkendringer, nye eller omlagte veier, endring i bosatte, endring i bebyggelse. Når det foreligger nye VSTØY-data for en veilenke eller bolig, brukes disse fra og med dette året, men tilbakeføres også til 1999 og status reberegnes. Fra og med 2011-beregningene benyttes uttrekk fra NVDB for aktuelt år og siste beregning fra Norstøy (Norstøyberegningene oppdateres av Statens vegvesen minst hvert 5. år). Norstøyberegningen per bygning justeres til aktuelt år basert på trafikkstatistikk per fylke (trafikkindeks).

### Kommunale veier

Støynivået i den enkelte bolig ved kommunale veier blir beregnet med akkurat de samme algoritmene som for riks- og fylkesveier. Parametrene som brukes er ÅDT, tungtrafikkandel, fartsgrense, stigning og vegbredde. Det er størst utfordringer knyttet til hvordan man fremskaffer data på kommunale veier. Det utfører ikke systematiske trafikkteellinger på kommunale veier (bortsett fra i noen større kommuner). ÅDT for kommunale veier finnes derfor bare for noen kommuner i NVDB (via NorTraf kommune). For å beregne støynivået fra disse veiene, må derfor først ÅDT estimeres per veilenke. Hvordan dette gjøres er beskrevet under.

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

Skiltet hastighet på de kommunale veiene er registrert i NVDB, stigningsgraden på veien settes lik 2 prosent (der det mangler data).

### **Trafikken (ÅDT) på kommunale veier**

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

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

- Det er allerede beregnet støy fra kommunale veier, og dette brukes direkte
- ÅDT er kartlagt/ beregnet på kommunale veier, og dette brukes til støyberegningen
- SSBs estimerte ÅDT brukes til støyberegningen

### **Tungtrafikkandel på kommunale veier**

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

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

**Tabell 5. Tungtrafikkandel etter ÅDT**

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

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

### **Estimering av støy for de forenklete beregningene**

Med hjelp av den forenklete modellen er det gjort beregninger for alle relevante adresser i aktuelt år. Disse resultatene (døgnekvivalent støynivå) er sammenlignet med tilsvarende resultater fra Norstøy/ VSTØY samt en del andre parametre om hver addresses beliggenhet og det er gjort en estimering av døgnekvivalent støynivå (Tøndel 2016). Parametrene (datafeltene) som inngår i estimeringen er:

```

avsveg1000 = 'Avstand til nærmeste veg med minst 1000 ÅDT'
adt = 'ÅDT gj. snitt årsdøgntrafikk på nærmeste veg over 1000 ÅDT'
v = 'Fartsgrense på nærmeste veg over 1000 ÅDT'
vegbredde = 'Vegbredde på nærmeste veg over 1000 ÅDT'
vegtype = 'Vegtype på nærmeste veg over 1000 ÅDT'
ost = 'Øst koordinat UTM sone 33'
nord = 'Nord koordinat UTM sone 33'
utehoyleq = 'Støyverdi ute døgnekvivalent LEQ dBA Norstøy'
leq_ute = 'Støyverdi ute døgnekvivalent LEQ dBA SSBCalc'
bygtype = 'Bygningstypekode'
kommnr = 'Kommunenummer'
antetg = 'Antall etasjer'

```

```
differanse = 'Differanse mellom SSBCalc og Norstøy'  
anbol_inne = 'Antall boliger innen 150 m radius fra bygget'  
areale2_in = 'Areal av alle grunflate bygg innen 150 m radius  
fra bygget'  
areal_laea = 'Areal av tettsted, hvis bygget er innen  
tettsted'  
tot_bef = 'Antall bosatte i tettsted hvis bygget er innen  
tettsted'  
beff_tett = 'Bosatte per kvadratkilometer hvis bygget er  
innen tettsted'  
lengde = 'Lengde av veger innen 150 m fra bygningen'  
  
avst5 = 'Avstand (meter) til veg med minst 5 000 ÅDT'  
avst10 = 'Avstand (meter) til veg med minst 10 000 ÅDT'  
avst20 = 'Avstand (meter) til veg med minst 20 000 ÅDT'  
vegtype5 = 'Vegtype på nærmeste veg med minst 5 000 ÅDT  
(innen 500m)'  
vegtype10 = 'Vegtype på nærmeste veg med minst 10 000 ÅDT  
(innen 500m)'  
vegtype20 = 'Vegtype på nærmeste veg med minst 20 000 ÅDT  
(innen 500m)'
```

### Standardisering og beregning av kryss-ledd og 2. grads-ledd

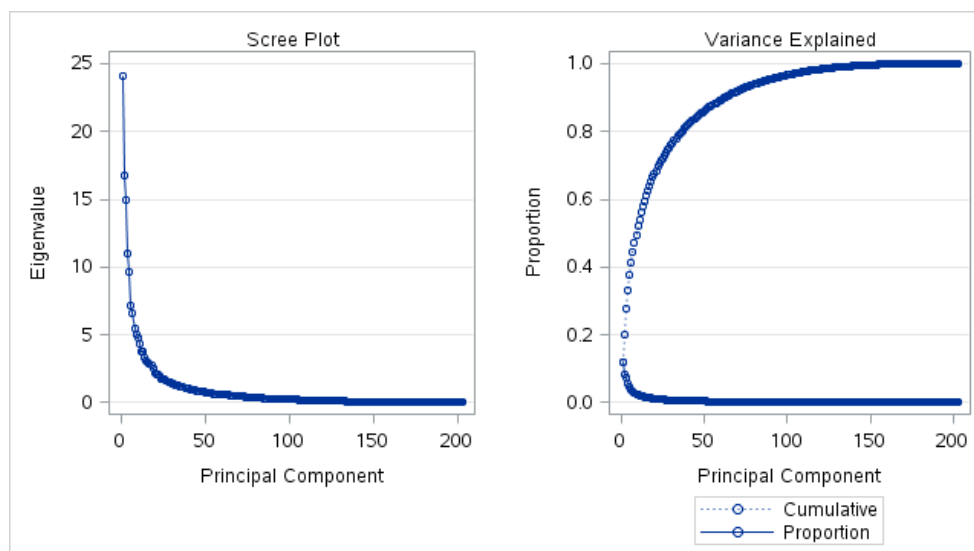
Alle ikke-kategoriske variable ble først sentrert til middelerdi null ved å trekke fra middelerdien for hver kolonne, før alle kryss-ledd og 2. grads-ledd ble beregnet. Deretter ble alle variablene - både hovedeffekter, kryss-ledd og 2. grads-ledd - standardisert til middelerdi 0 og standardavvik 1 ved å trekke fra middelerdien og dele på standardavviket for hver kolonne.

### Prinsipalkomponent analyse (PCA)

En PCA finner et sett av lineært uavhengige prinsipalkomponenter (PCer) fra et sett av variable, hvor den første PCen tilsvarer den lineærkombinasjonen av de opprinnelige variablene som har høyest varians. Den neste PCen er så den lineærkombinasjonen som har høyest mulig varians under tilleggsbetingelsen at den er ortogonal til den første, osv. På denne måten får man et nytt sett variable som er ortogonale, og derfor kan håndteres av multippel lineær regresjon (MLR) - fra et sett av variable som opprinnelig var lineært avhengige (noe MLR ikke kan håndtere). Vanligvis tas det laveste antall PCer som forklarer en antatt tilstrekkelig mengde av den totale variasjonen i datasettet med i videre analyser.

Etter standardisering av variablene som beskrevet ovenfor, ble det utført en PCA som inkluderte alle variablene, og basert på forklart varians for de ulike prinsipalkomponentene (PCene) ble 130 av i alt 203 PCer tatt med videre i analysen. Disse 130 PCene forklarte 99% av den totale variasjonen i datasettet (se figur 12). I tillegg ble alle kryss-ledd og 2. gradsledd av de første 5 PCene tatt med i den etterfølgende regresjonsanalysen.

Figur 12. Resultater fra PCA



### Regresjonsanalyse

En regresjonsmodell som predikerer «Støyverdi ute døgnekvivalent LEQ dBA Norstøy» som funksjon av de 130 første PCene og alle kryss-ledd og 2. gradsledd av de første 5 PCene. Dataene ble gruppert etter vegtype på nærmeste veg med minst 10 000 ÅDT (innen 500m). Regresjonsmodellen ble validert ved å ta ut 1/3 av datasettet (54238 av 162 713 observasjoner) som et separat testsett. Korrelasjonen mellom predikert respons (basert på en regresjonsmodell kalibrert fra de resterende 2/3 av datasettet) og referanserenspons for testsettet var 82 prosent.

Prediksjon av responsen for de observasjonene hvor «Støyverdi ute døgnekvivalent LEQ dBA Norstøy» manglet ble deretter basert på en regresjonsmodell som var kalibrert på samme måte som beskrevet ovenfor, men hvor alle 162 713 observasjoner som hadde verdi for responsen ble inkludert i modellen.

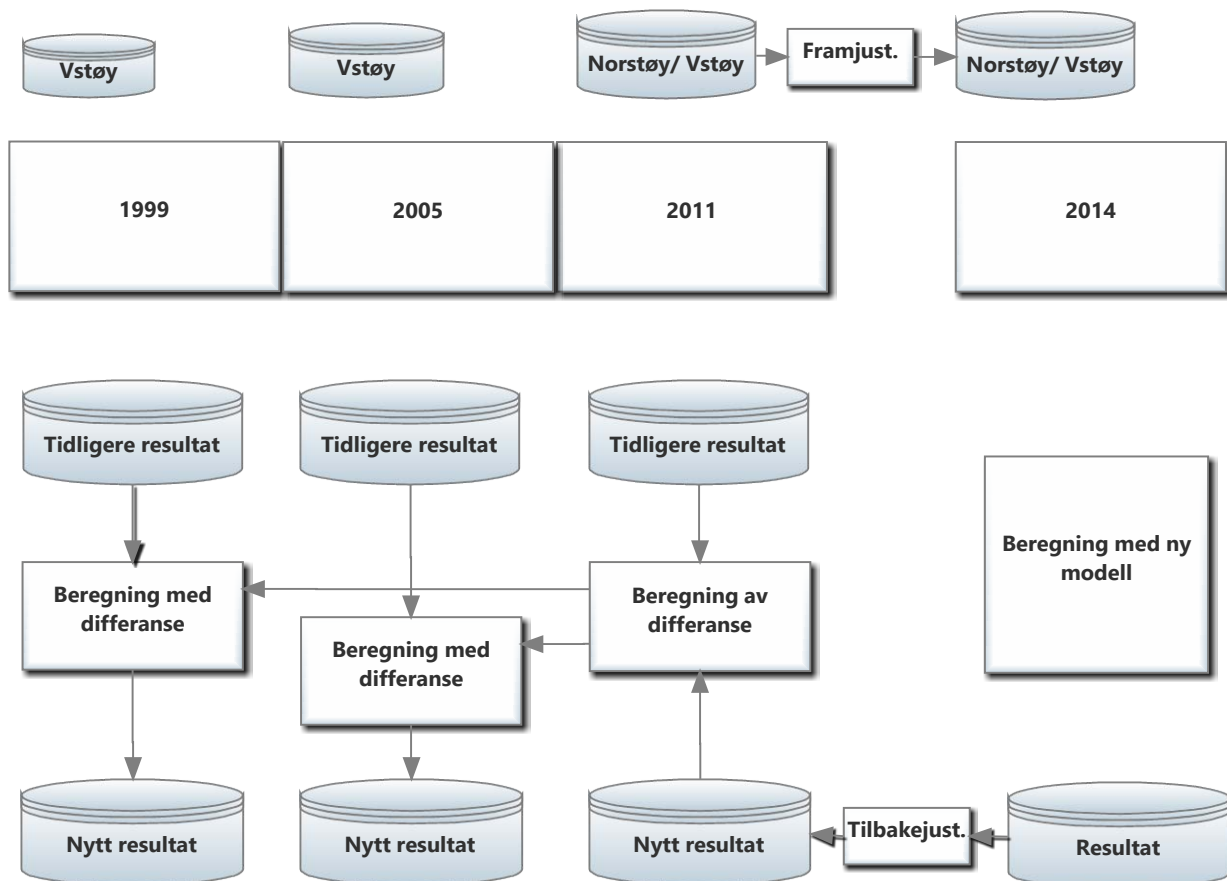
### Begrensninger for predikeringen

Hvis den predikerte verdien er større eller mindre enn 2 ganger standardavviket fra den gjennomsnittlige differansen mellom modellert verdi og Norstøy/ VSTØY (7,3 dB(A)), så benyttes modellert verdi  $\pm 2$  stdv.

### Justering av tidligere beregninger ut fra resultater fra den nye modell

Beregningene fra 1999 til 2011 er gjort ut fra VSTØY/ Norstøy og TRANECAM som dokumentert i forrige dokumentasjonsrapport (Engelien og Steinnes 2011). Fra og med 2014 er all informasjonen i de eksisterende beregningene beholdt, men overstyrt med beregningene via den nye beregningsmodellen. Dette er gjort ved å benytte differansen mellom beregningene for 2011 og sette inn denne differansen for hver adresse bakover i tid som illustrert i figur 13 nedenfor. Ved beregningen av 2014-tallene hadde vi ikke nye beregninger fra Norstøy slik at dette ble forenklet framjustert basert på trafikkindeks per fylke.

Figur 13. Skisse som viser hvordan tidligere årganger er justert ut fra nye resultater



### SPI for veitrafikk

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

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

der

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

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

### Tiltak på fasade og SPI

SPI er egentlig definert i forhold til utendørs støy nivåer. I forbindelse med utviklingen av nasjonal støymodell diskuterte man behovet for å videreutvikle SPI-indeksten til å ta hensyn til fasadetiltak som samferdselsmyndighetene gjennomfører som en oppfølging av bestemmelsene i grenseverdiforskriften. Begrunnelsen for dette var at støy plagen vil endres på grunn av fasadetiltak selv om SPI refererer til utendørs støy nivå. Det ble implementert en rutine for dette i tidligere versjoner av SPI-beregningene (Engelien og Steinnes 2011), men siden det senere ble etablert et eget nasjonalt mål for innendørstøy er denne rutinen tatt vekk. Rutinen hadde veldig liten betydning for statistikken.

Innendørsstøy beregnes for vegtrafikk ved at vi benytter resultatene for innendørs støy fra VSTØY/ Norstøy-beregningene supplert med de forenklete beregningene for utendørs støy samt skjematisk fasadedemping der dette ikke er registrert i VSTØY/ Norstøy.

Støyskjerming inngår i SPI-beregningene gjennom registrering i utendørsnivåene i VSTØY/ Norstøy og forenklet beregning.

## 5.2. Jernbane

Grunnlaget for å beregne støyplage fra jernbane er geografiske data for jernbanenettet, aktivitetsdata for de ulike jernbanestrekningene og geografiske data om adresser. Aktivitetsdataene leveres av Bane NOR (Jernbaneverket), og består av trafikktall målt i togmeter per døgn fordelt på togtyper, samt hastigheter på de ulike strekningene. I beregninger fram til og med 2007 ble også data om skinnesliping tatt inn i beregningene, i 2011 ble disse fjernet grunnet for stor usikkerhet. Aktivitetsdata leveres for hvert år det skal gjøres støyplageberegninger, mens det geografiske datasettet for linjenettet har vært konstant gjennom hele perioden fra 1999.

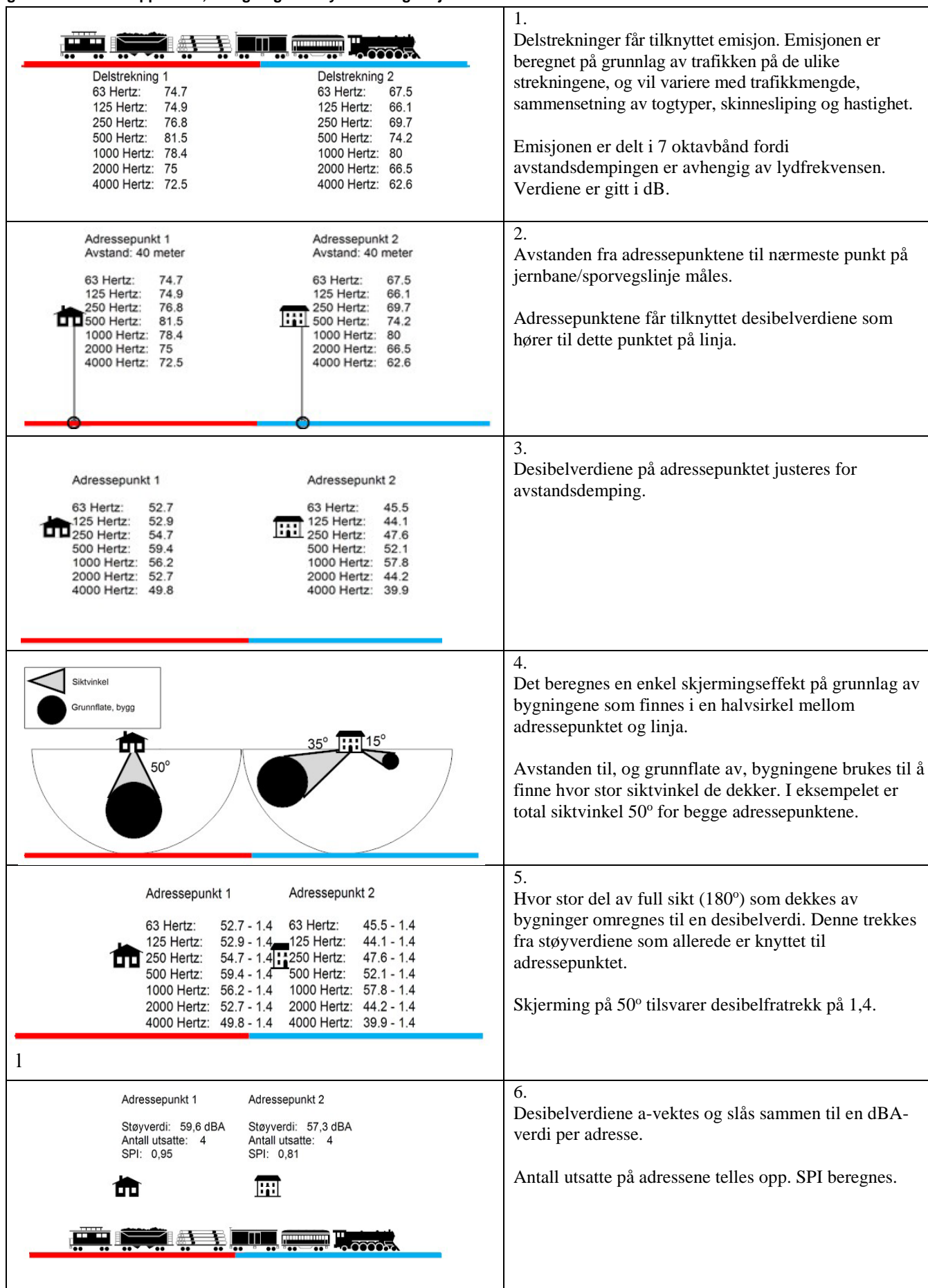
Nordisk beregningsmetode for togstøy benyttes for å beregne emisjon og spredning i modellen. Beregning av emisjon er basert på trafikkmengde og hastighet for de ulike togtypene som trafikkerer jernbanestrekningene. Avstanden mellom jernbane og hvert enkelt bolighus beregnes ved hjelp av GIS, og benyttes til å beregne støydemping frem til de enkelte adressene. Se avsnitt 5.2.3 for hvordan skjermingsvirkninger fra bygninger blir beregnet. Skjermingsvinkelen (siktinkelen) blir oversatt til en støydempingseffekt.

Fra Bane NOR ble det mottatt nøyaktige støyberegninger for 390 000 bygninger i 2010. I disse beregningene er høydemodeller for terreng og bygninger, samt støyskjermer og vuller, en del av datagrunnlaget. Beregningene utgjør hoveddelen av støyberegningene for 2011, men brukes også til å justere beregningene for tidligere og nye årganger.

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

En enkel skisse av metoden er vist i Figur 14.

Figur 14. Prinsippskisse, beregning av støybelastning fra jernbane



### Beregning av støyemisjon

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

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

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

der

$a$  = korreksjonsverdi

$v$  = fart, km/t

$l_{24}$  = toglengde per 24 timer, meter

$b$  = korreksjonsverdi

$\lg$  = logaritme med grunntall 10

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

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

der

$L_{wo\_samla}$  = samla lydnivå

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

$\lg$  = logaritme med grunntall 10

### Kobling av støyemisjon til geografiske datasett

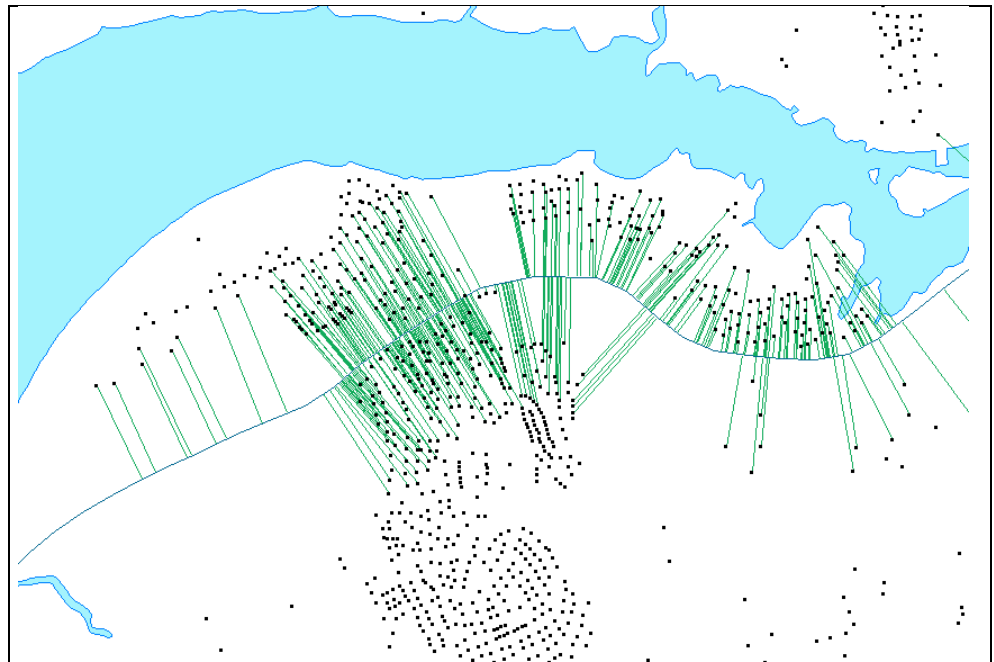
Støyemisjonen blir koblet til geografiske banestrekninger ved hjelp av dynamisk segmentering. Bane-id, samt start- og sluttkilometer for hver banelenke blir brukt for å gjøre koblingen. På denne måten blir emisjonen spredt jevnt utover fra start- til sluttkilometer for strekninger med lik bane-id.

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

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



Figur 15. Beregning av korteste avstand fra bolig til jernbane



### Beregning av skjermingseffekt

Siktinkelkorreksjonl,  $\Delta L_{\text{siktinkel}}$

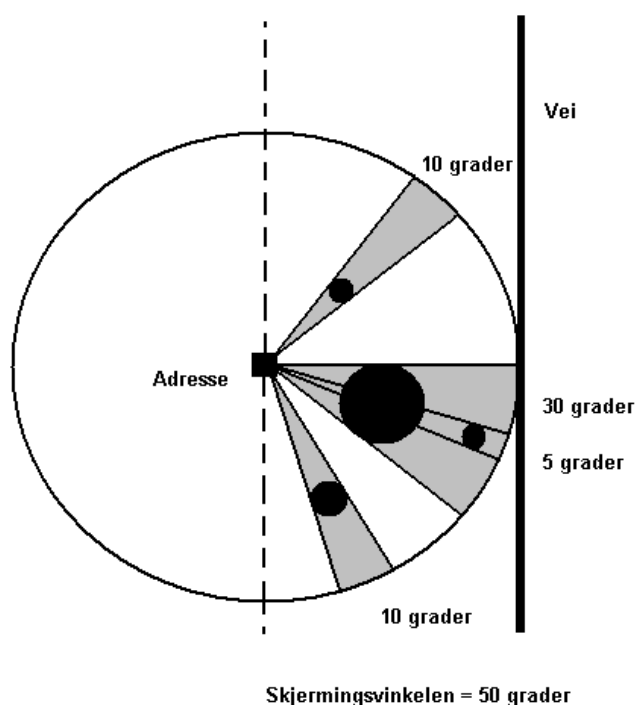
Bygninger som ligger mellom en bostedsadresse og vei vil skjerme for støyen fra veien fordi siktvinkelen blir redusert. For å få tall for hvor stor reduksjon i siktinkel blir, er det utviklet en metode der teoretisk skjermingsvinkel for hver adresse blir beregnet (Osmundsen, 2003). Reduksjon i siktinkel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

Beregning av redusert siktinkel blir gjort for hver enkelt bostedsadresse. Utgangspunktet er at adressepunktet har 180 graders fri sikt til jernbanelinja, men at eventuelle bygninger i området mellom adressa og veien vil skjerme for deler av denne siktvinkelen. Vi kjenner koordinatene til adressa, til nabolbygningene og til jernbanelinja. Med utgangspunkt i disse opplysningene kan vi finne avstand mellom adressepunktet og jernbanelinja samt avstand mellom adressepunktet og bygningene i nabolaget. I tillegg vet vi hvor stor grunnflate de ulike bygningene har og kan bruke denne til å anslå bredden på de skjermende bygningene. Ut i fra disse opplysningene kan vi beregne hvor store vinkler de ulike bygningene 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 jernbanen, 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 jernbanen. Deretter beregner vi den korteste avstanden mellom jernbanen og bygningene, og velger kun ut bygninger som ligger nærmere jernbanen enn adressepunktet. Vi står da igjen med en halvsirkel 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 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 trafikkstøy.

Figur 16. Beregning av skjermingseffekten til bygninger mellom jernbane (kalt «vei») og adresse



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

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

### 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 ( $L_c$ )	= korreksjon for skinnesliping (= -3 dB)
luftabsorpsjon ( $L_a$ )	= svekkelseskoeffisient · avstand (meter)
divergens ( $L_d$ )	= $-10 \cdot \lg(4\pi \cdot (\text{avstand}^{2,3}))$

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

Lydnivået hos mottaker blir beregnet etter følgende formel:

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

der

$L_p$  = lydnivå hos mottaker  
 $L_w$  = støyemisjon fra jernbanelinjen  
 $L_c$  = korreksjon for baneforhold  
 $L_d$  = divergens (avstandsdemping)

La = luftabsorpsjon  
 lg = logaritme med grunntall 10  
 Skjerming = skjermdeмпing (dB)

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

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

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

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

Deretter kan døgnekvivalent lydnivå beregnes. Oktavbåndene adderes etter samme formel som ble brukt for å addere togtyper. Figur 17 viser ferdig beregnet støy på adressenivå for ett eksempelområde.

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

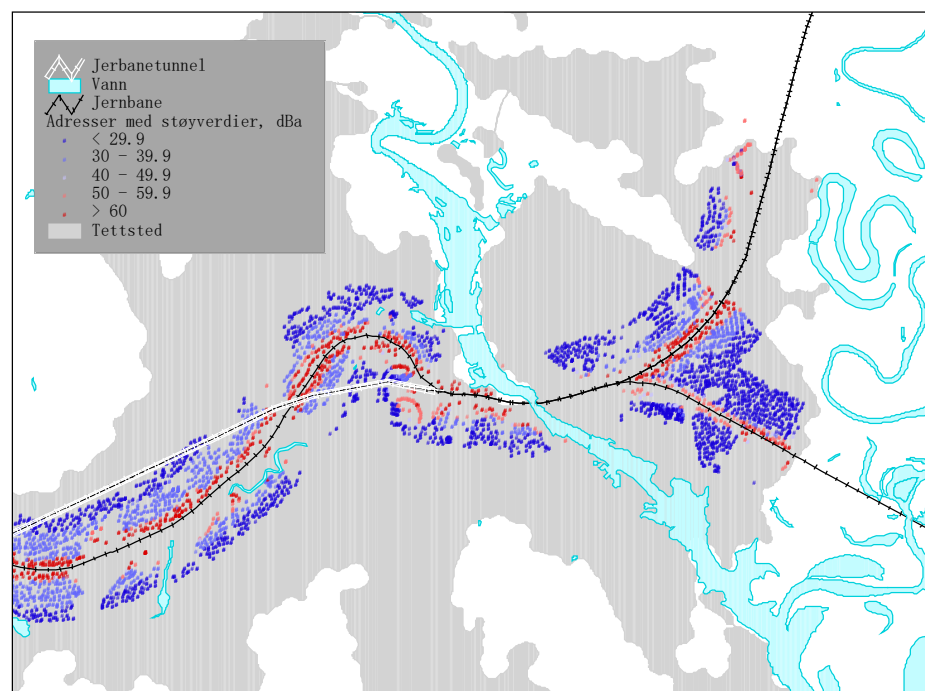
der

$L_{\text{ekv\_jernbane}}$  = døgnekvivalent lydnivå

lg = logaritme med grunntall 10

$L_{\text{wo}}$  = lydnivå, dBA

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



Enkelte bygninger mottar støy fra flere ulike jernbanetraseer eller fra flere baner som trafikkerer den samme geografiske strekningen. Dette er f.eks. tilfelle omkring Oslo sentralbanestasjon, eller gjennom Kristiansand tettsted. For å kunne tildele korrekt støynivå til disse bygningene har vi for bygninger som ligger nærmere enn 400 meter fra flere jernbanestrekninger utviklet en egen prosedyre, der vi beregner den støyen bygningen vil motta fra hver enkelt av jernbanestrekningene i nabolaget.

For å kunne gjøre slike beregninger var det nødvendig å bygge opp geografiske baser bestående av ett ekstra sett av enkelte banestrekninger. Disse geografiske basene har vi kalt dubletter. For strekninger med dubletter kjøres hele prosedyren fram hit også for dublettene. I programmet mottatt\_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.

### **Justering med nøyaktige beregninger fra Bane NOR**

Fra Bane NOR (Jernbaneverket) ble det mottatt nøyaktige støyberegninger for 390 000 bygninger i 2010. I disse beregningene er høydemodeller for terreng og bygninger, samt støyskjerm og voller, en del av datagrunnlaget. Beregningene utgjør hoveddelen av støyberegningene for 2011, men brukes også til å justere beregningene for tidligere og nye årganger.

Der det foreligger beregninger både fra Bane NOR og SSB beregnes differansen per bygning. SSBs beregninger kobles til geografien via 21 siffrers adresse, BaneNORs beregninger via bygningsnummer. Datasettene lagres som Justeringsfaktor.shp per fylke.

SSBs beregninger som ligger nærmere enn 50 meter fra en bygning der det er beregnet justeringsfaktor justeres med denne. For adresser der vi kun har beregninger fra SSB brukes disse. På samme måte brukes Bane NORs beregninger der kun disse foreligger.

Når årganger bakover i tid skal justeres sjekkes tatt i bruk datoen for å finne om bygningen eksisterte i det gjeldende året. Dersom bygningen gjorde det, men det ikke er beregnet støy etter SSBs metode tas Bane NORs beregning for 2010 inn.

Noe lignende gjøres i beregningen av det nasjonale målet; dersom det ikke er mulig å koble støy fra 2011 til adressen fra 1999 får den beholde støyen som ble beregnet med SSBs metode 1999, heller enn at støyen settes til null.

### **Sammensetting av statistikk**

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

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

SPI for jernbanetrafikk = antall personer · 1,58 (L – 44,4)/100

der

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

### 5.3. Luftfart

SSB har mottatt NORTIM-filer for totalt 53 flyplasser, henholdsvis 6 militære og 47 sivile. NORTIM-filene inneholder et punktnett omkring flyplassen, der hvert punkt har en støyverdi. NORTIM-filene blir brukt som grunnlag for å beregne støyemisjon og spredning i den statistiske modellen.

For hver flyplass mottas to NORTIM-filer, en for startår i beregningsperioden, og en som inneholder prognoserte støyverdier for en situasjon som ligger 10-20 år fram i tid. NORTIM-beregningens startår varierer fra 1999 til 2014. For fullstendig oversikt over datagrunnlag for den enkelte flyplass for beregningsårene, se Vedlegg C.

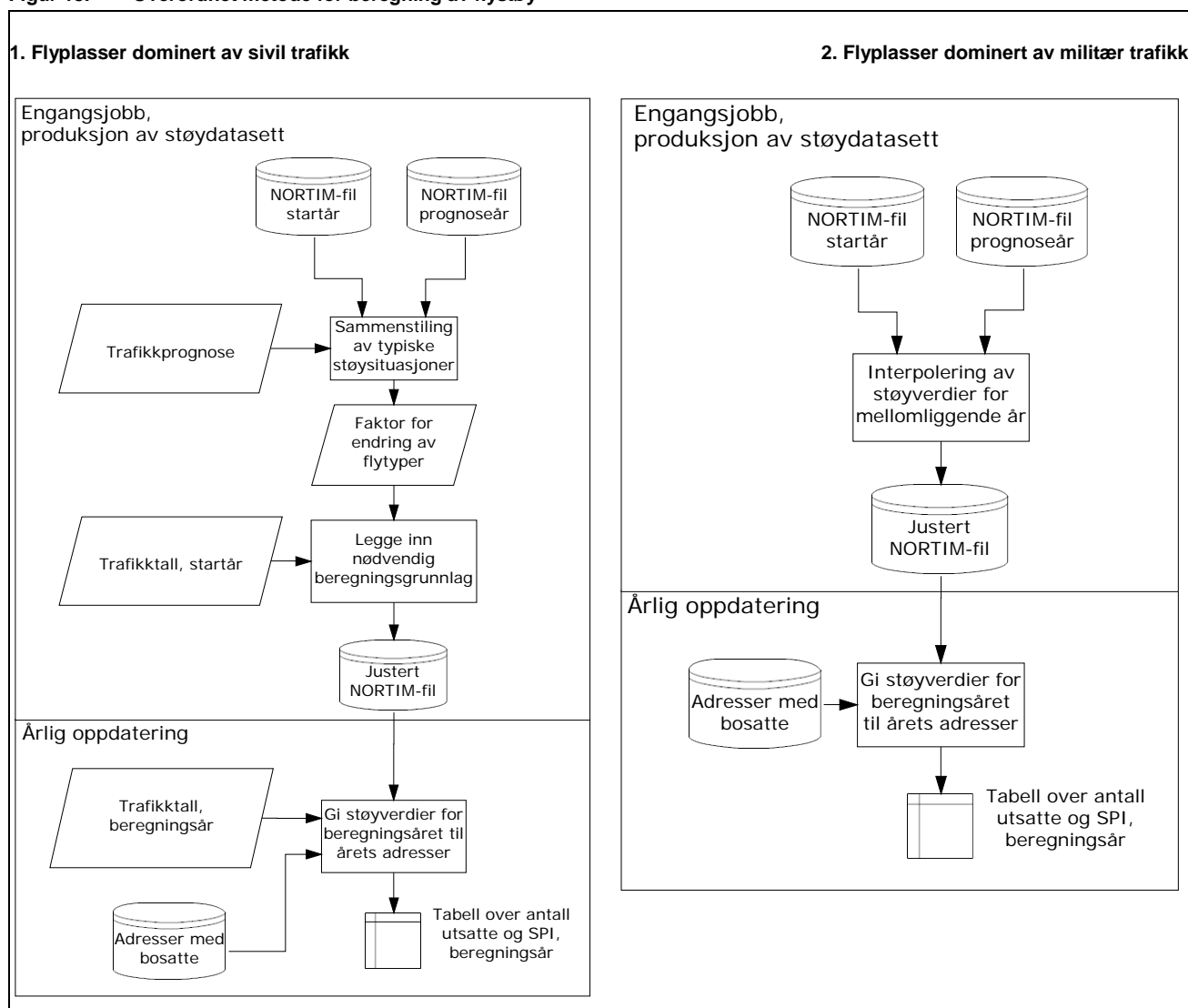
Produksjonen av støyresultater er todelt. Første del består av en engangsjobb der det med utgangspunkt i NORTIM-filene blir etablert geografiske støydatasett (se avsnitt 5.3.1) for hver enkelt flyplass. Andre del er den årlige oppdateringen der støydatasettet kombineres med adressedata med antall bosatte. Resultatet er tabeller over antall støyutsatte og SPI for beregningsåret.

For sivil luftfart har vi tilgang til trafikk tall over antall flybevegelser (avganger og landinger) per år og flyplass. I de årlige oppdateringene for sivile flyplasser blir støyverdiene derfor justert på grunnlag av endringer i trafikkmengde. I tillegg justeres det for endringer i støynivå som følge av utskiftinger til nye og mer stillegående fly. Start- og prognosefil samt opplysninger om trafikkvekst blir da brukt til å beregne en faktor for endringer i flyparken, se avsnitt 5.3.3.

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

For årlig oppdatering trekkes støyverdiene for beregningsåret ut og tildeles til årets adresser innen støypunktnettet. Støyplageindeksen regnes ut basert på antall utsatte og støynivå på adressen. Overordnet metode for sivile og militære flyplasser er vist i (Figur 18).

Figur 18. Overordnet metode for beregning av flystøy



### Produksjon av geografiske støydatasett

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

### Sivile flyplasser

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

For 9 sivile lufthavner finnes det ikke NORTIM-beregninger som kan brukes for 1999-årgangen. NORTIM-filen til Sandnessjøen lufthavn, Stokka, benyttes da som grunnlag for støyberegningene. Etter avtale med Avinor (Liasjø 10. mai 2002), er støypunktsvermen for Stokka dreiet om banens senterpunkt (senter er funnet manuelt ved hjelp av N50 tema) og tilpasset retningsvinkelen (oppgitt av Avinor) til de aktuelle flyplassene. Støyverdiene er deretter justert på grunnlag av trafikkmengde for 1999 på Stokka og aktuelt år på modellert flyplass. For de øvrige årgangene er disse 9 lufthavnene behandlet som de andre sivile flyplassene.

**Militære flyplasser**

For 6 flyplasser med hovedsakelig militær bruk er ikke trafikk tall tilgjengelige. Også for disse flyplassene blir NORTIM-filene transformert til UTM 33 og fasaderefleksjon blir lagt til. Filene for start- og prognoseår settes deretter sammen til et støydatasett. Verdier for mellomliggende år interpoleres etter følgende formel:

$$L_{ekv\_B} = (L_{ekv\_0} + 3) - (n \cdot (L_{ekv\_P} - L_{ekv\_0}) / \text{tid})$$

der

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

$L_{ekv\_0}$  = støyverdi i startår

$L_{ekv\_P}$  = støyverdi i prognoseår

$n$  = antall år til nytt beregningsår

tid = antall år mellom startår og prognoseår

I uttrykket ( $L_{ekv\_0} + 3$ ) er 3dB tillegg for fasaderefleksjon

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

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

**Fornyelse av flyparken**

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

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

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

**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 desibeltillegg baserer seg på at støynivået i prognoseåret blir beregna med to ulike metoder, én der det kun tas hensyn til endringer i trafikkmengder og én der alle endringer er med.

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

$$L_{ekv\_P} = L_{ekv\_0} + 10 \cdot (\lg((\text{traf\_0} + (\text{traf\_0} \cdot \text{traf\_P})) / \text{traf\_0}))$$

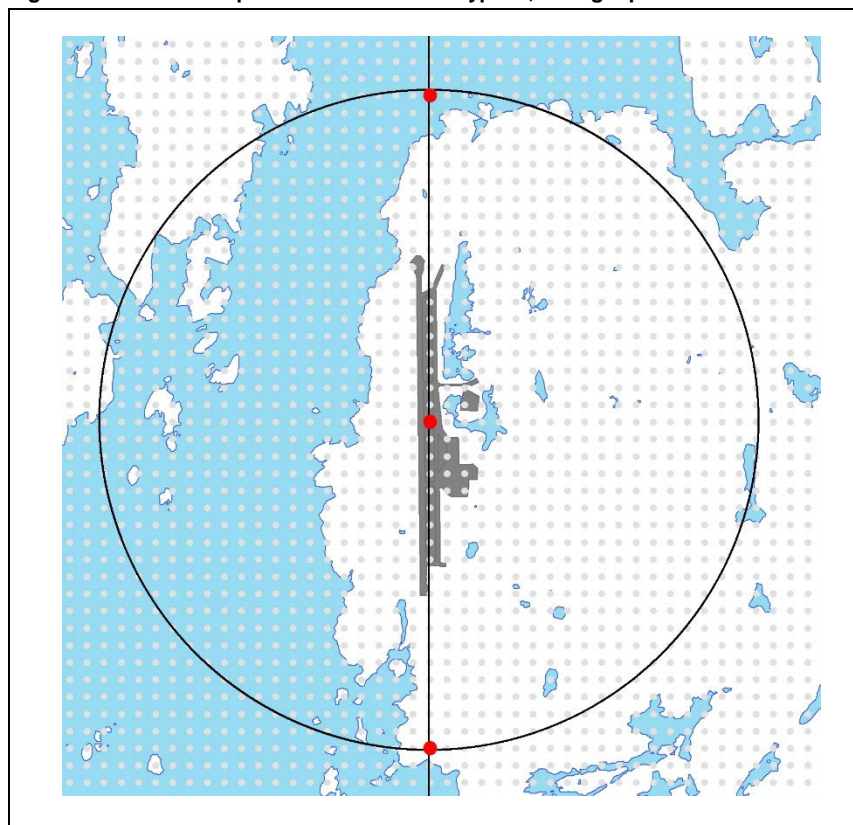
der

$L_{ekv\_P}$  = støynivå i prognoseår basert på trafikk tall  
 $L_{ekv\_0}$  = støynivå i startåret  
 $lg$  = logaritme med grunntall 10  
 $traf\_$  = antall trafikkbevegelser (avganger og landinger) per år  
 $traf\_0$  = trafikken i startåret  
 $traf\_0 + (traf\_0 \cdot traf\_P)$  = trafikken i prognoseår

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

Metode 2: Støyutviklingen i NORTIM-perioden blir beregnet på grunnlag av start- og prognosefil for hver flyplass. Fra de to filene trekkes det ut typiske støynivåer for hver situasjon. Dette gjøres ved å velge ut de samme tre punktene i de to NORTIM-filene, rullebanens midtpunkt og et punkt 3 km ut i hver rullebaneretning (Figur 19). Middelerverdi 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 19.** NORTIM-punkter ved Flesland flypass, utvalgte punkt i rødt



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

$$stoy\_rest = (L_{ekv\_p\_traf} - L_{ekv\_p\_stoy}) / NT\_aar$$

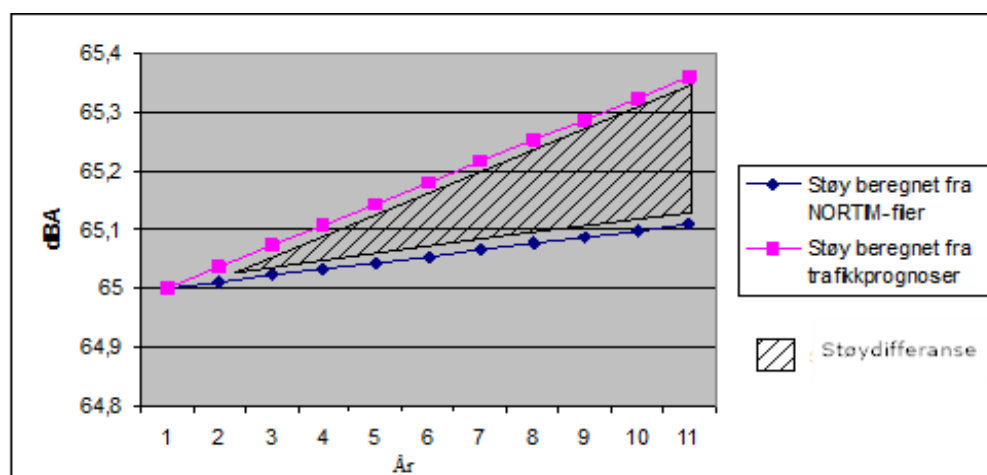
der



$stoy\_rest$  = differanse per år i NORTIM-perioden  
 $L_{ekv\_p\_traf}$  = støynivå i prognoseår basert på trafikkprognoser  
 $L_{ekv\_p\_stoy}$  = støynivå i prognoseår basert på støyprognoser  
 $NT\_aar$  = antall år i NORTIM-perioden

Figur 20 illustrerer de to ulike scenariene for støyutvikling i et NORTIM-punkt. I utgangspunktet er støynivået i punktet 65 dBA. Dersom man bruker trafikk tall som grunnlag for å beregne støyutviklingen, vil støynivået i punktet etter 10 år ha blitt 65,3 dBA. Følger man støyutviklingen fra prognosefilen derimot, er lydnivået etter 10 år 65,1 dBA. Differansen mellom de 2 scenariene er 0,2 dBA over 10 år. Denne differansen kan ikke forklares med endringer i trafikk tall, men må ha andre årsaker, som for eksempel overgang til nye og mer stillegående fly. Når denne støydifferansen blir fordelt i perioden, kommer vi fram til at det i gjennomsnitt skal trekkes fra 0,02 dBA per år for å kompensere for endringer av flyparken i 10-årsperioden.

Figur 20. Teoretisk eksempel på utvikling i støyberegningene i et enkelt støypunkt over tid



### Årlig oppdatering for flyplasser dominert av sivil trafikk

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

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

Deretter beregnes støyresten (avsnitt 5.3.3) som skal legges til i det nye beregningsåret

$$\text{ny\_stoy\_rest} = \text{tilleggsår} \cdot \text{stoy\_rest}$$

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

$$L_{ekv\_n} = (L_{ekv\_n0} + 3\text{dBA}) + 10 \cdot \lg T_n/T_{n0} - \text{ny\_stoy\_rest}$$

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

$\text{ny\_stoy\_rest}$  = desibeltillegg for endringer som ikke skyldes trafikkvekst (avsnitt 5.3.3).

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

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

#### **Metode spesielt for Oslo lufthavn Gardermoen**

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

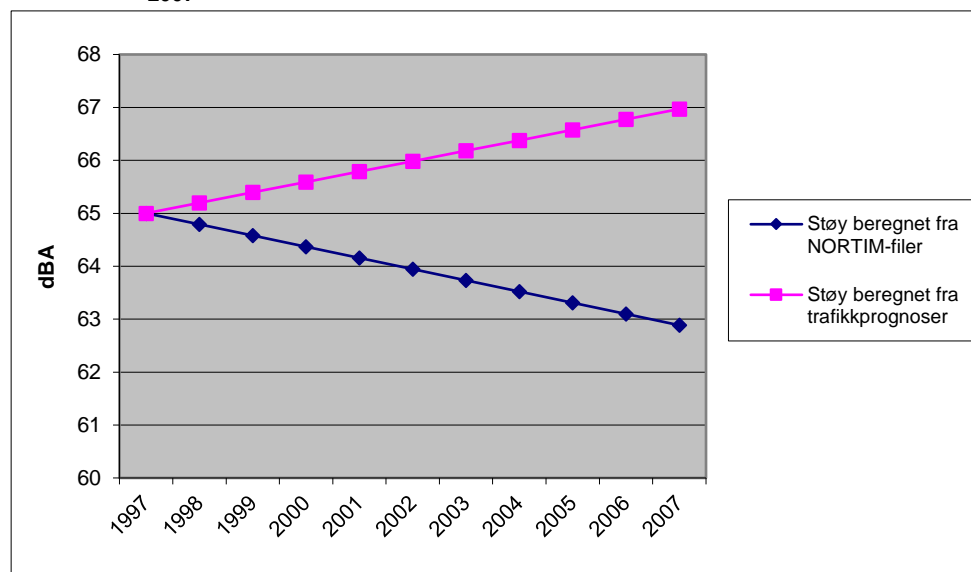
#### **Metode spesielt for Rygge flystasjon**

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

#### **Alternativ metode**

En alternativ metode for å bruke opplysningene i NORTIM-prognosefilene til beregningen er utprøvd, men ikke benyttet. Metoden baserte seg på å først beregne en stigningskurve for prognosert trafikkvekst. For ett nytt beregningsår går man ut fra registrert trafikkmengde, og velger å bruke støysonen for det året som har tilsvarende prognosert trafikkmengde. 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 21). Metoden er derfor ikke tatt i bruk.

**Figur 21. Støyutvikling basert på NORTIM-filer og trafikkprognoser, Værnes flyplass, 1997 - 2007**



### Beregning av antall utsatte og SPI

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

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

der

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

Formelen er korrigert for fasaderefleksjon (SFT 2005)

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

### 5.4. Industri og annen stasjonær 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. Tabell 6 viser en trinnvis oversikt over de viktigste operasjonene og datagrunnlagene som inngår i modelleringen. Resultatet av modelleringen er et datasett for hele landet med adresser med bosatte tilknyttet informasjon om bedrift, avstand og beregnet støy.

**Tabell 6. Industristøy metoden trinn for trinn**

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

### *Trinn 1*

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

### *Trinn 2*

Etter at virksomheter innen industribygninger er valgt ut, tilordner SINTEF utgangsstøy, retning for støy og utslippsvinkel. Virksomheter tildeles utgangsstøy, retning og utslippsvinkel etter bransje (se Tabell 7), men dette justeres i de tilfeller der informasjon er innhentet for den enkelte virksomhet. Utslippsvinkelen er gitt ut fra typisk utforming av støykilder for den enkelte bransje.

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

### *Trinn 3*

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

### *Trinn 4*

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

### *Trinn 5*

Ut fra avstand, virksomhetens utgangsstøy, støyretning, utslippsvinkel og bygningstetthet, beregnes mottatt støy og SPI ved hver adresse. Utslippsvinkelen er et anslag på hvor stor sektor av nabolaget rundt en virksomhet som er støypåvirket. Noen virksomheter vil påvirke alle adresser i nabolaget og ha en utslippsvinkel på 360°. Andre virksomheter vil kun påvirke enkelte sektorer og ha en mindre utslippsvinkel, dette gjelder f.eks. dersom en virksomhet 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 7.

#### **1.1.1 Utgangsstøy**

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

**Tabell 7. Industrityper etter SINTEFs bransjekode, SN 2002, SN 2007, utgangsstøy, utslippsvinkel og andel impulsstøy**

SINTEF bransje	SN 2002	SN 2007	Utgangsstøy Lekv 100	Utslipps- vinkel	Andel impulsstøy
		05, 06, 07, 08,			
PUKK/ BERGVERK	10, 11, 12, 13, 14	09	58	180	10
MEK. VERKSTED	29, 28	25, 28	50	120	10
SKRAPHANDLERE	37	38.31, 38.32	55	360	20
GRAFISK INDUSTRI	22	18	41	120	0
SAGBRUK/ HØVLERI	20	16	48	120	10
METALLURGISK	27	24	50	360	0
PAPIR/ CELLULOSE	21	17	46	360	0
PETROKJEMISK	23, 24, 25	19,20,21,22	47	360	0
VASKERI/ RENS.	93.01	96.01	41	120	0
NÆRINGSMIDD.	15, 16	10,11,12	42	120	0
		13,14,15,23,2			
	17, 18, 19, 26, 30, 31, 32,	6,27,29,31,			
	33, 34, 35.2 - 35.4, 36, 40,32,35,36,30,2-				
DIVERSE	41	30.9	41	120	0
SKIPSVERFT	35.1	30.1	54	360	20
BILOPPHUGGERI	51.57	46.77	58	120	20
BILVERKSTED	50.2, 50.403	45.2,45.403	38	120	0
		Bygningstype			
		321			
KJØPESENTER		Matrikkelen	47	180	0

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

### Støyspredning

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

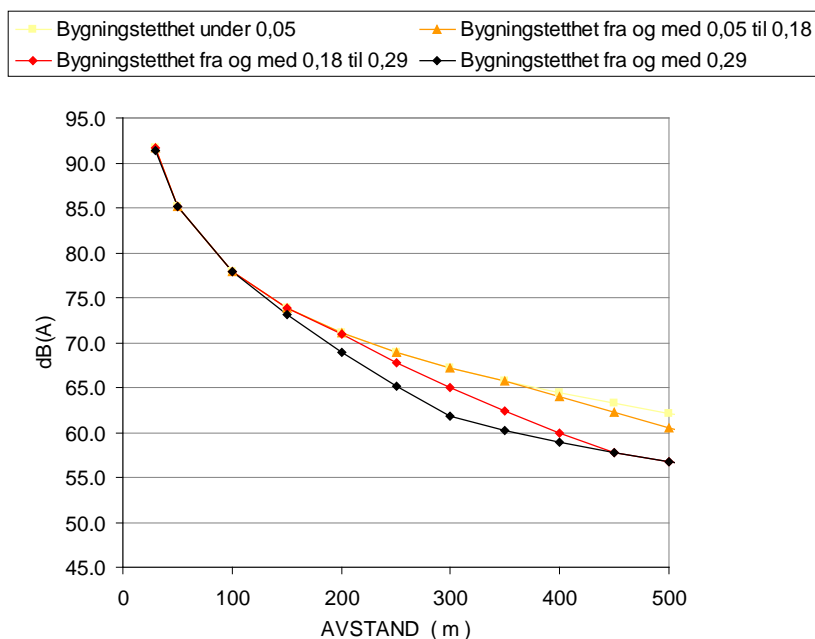
1. Landlig, ikke bygninger av betydning
2. Lav bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,125)
3. Midlere bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,225)
4. Høy bygningstetthet (bygningers grunnflate/ totalt areal 0,35)

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

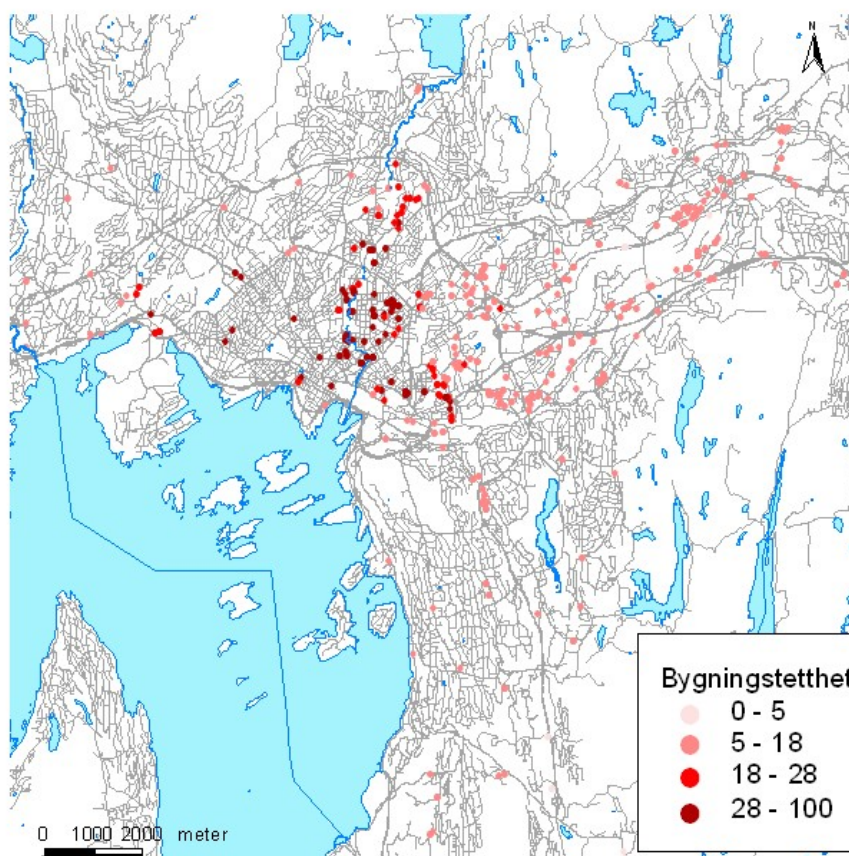
1. Under 0,05 (bygningers grunnflate / totalt areal)
2. Fra og med 0,05 til 0,18 (bygningers grunnflate / totalt areal)
3. Fra og med 0,18 til 0,29 (bygningers grunnflate / totalt areal)
4. Fra og med 0,29 (bygningers grunnflate / totalt areal)

Figur 22 (redigert fra SINTEF 2002b) viser lydutbredelse ved ulik tetthet av bygninger ved utgangsstøy på 78 dB(A) i referanseavstand 100 meter.

**Figur 22. Lydutbredelse ved utgangsstøy på 78 dB(A) 100 m fra virksomheter ved ulike bygningstettheter**



**Figur 23. Bygningstetthet rundt hver bedrift. Eksempelfigur. Oslo. Prosent**



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

### Støyplageindeks

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

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

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

For noen bransjer (se Tabell 7) har SINTEF antatt at det er 10 og 20 prosent impulsstøy. I gjennomsnitt blir flere personer plaget ved et gitt døgnekvivalent støynivå med impulsstøy enn tilsvarende med kun jevn støy. En del av virksomhetene innen disse bransjene skal derfor regnes å bidra til større gjennomsnittlig plagegrad enn de som bare har jevn støy. For å ta hensyn til dette benyttes det for henholdsvis 10 og 20 prosent av personene som har sitt høyeste støybidrag fra disse bransjene, en GP-kurve forskjøvet med henholdsvis 4 og 6 dBA. Dvs. GP settes lik 1,58(L-35,4) og 1,58(L-33,4).

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

### Endringstall

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

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

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

Fra 2011-årgangen er metoden justert slik at det tas hensyn til nye og nedlagte virksomheter i endringstallene, mens produksjonsindeksen ikke lenger benyttes.

### Tiltak

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

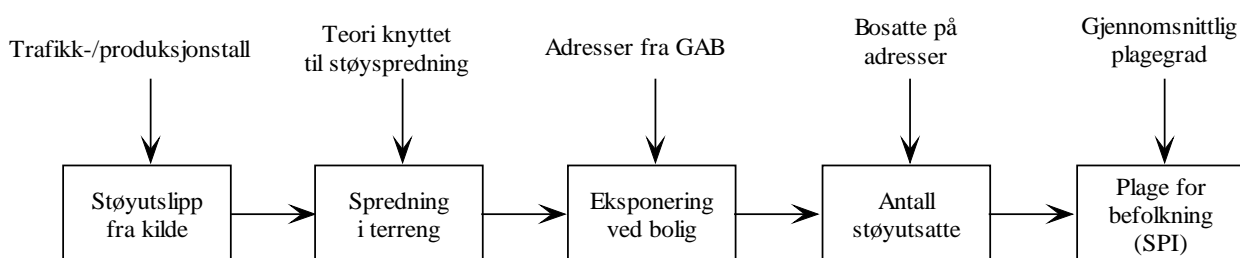
## 6. Svakheter og usikkerheter i datagrunnlag og metode, samt tiltak for å minimere disse

### 6.1. Generelle betraktninger om usikkerhet ved beregning av støyplage

Det blir beregnet en utgangsstøy ved kilden, denne støyen blir lagt inn i en spredningsmodell som beregner støyverdier utover i terrenget (Figur 24). Støyen i terrenget kobles til adresser med bosatte, og det beregnes hvor mange personer som blir utsatt for ulike støynivåer fra støykilden. Sammenhengen mellom eksponering for støy og følelse av plage blir det tatt hensyn til i SPI-beregningene, ved at antall personer utsatt for et støynivå blir multiplisert med gjennomsnittlig plagegrad, dvs. et tall mellom 0 og 100 der 0 angir ikke plaget mens 100 er sterkt plaget.

Summerer man opp verdiene for gjennomsnittlig plagegrad for alle personer for den enkelte kilde, får man SPI for kilden.

Figur 24. Modellkonsept for støymodelleringen.



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

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

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

Generelt kan vi si at for boliger som er utsatt for de høyeste støynivåene og den største plagen, blir støynivå for den aktuelle bolig beregnet ut fra detaljerte støymodeller hos sektormyndighetene. Disse beregningene er gjort på bakgrunn i forskrift til Forurensningsloven blant annet for å vurdere om det skal gjennomføres tiltak for å dempe støybelastningen, og beregningene holder jevnt over høy kvalitet.<sup>7</sup> For de boliger det ikke finnes beregnede støynivåer fra sektormyndighetenes kartleggingsmodeller, gjør SSB egne tilleggsberegninger ut fra forenklet Nordisk beregningsmetode for støy.

<sup>7</sup> I grunnlagsdataene på mikronivå, bl.a. fra Vegdirektoratet, finnes det feil. Dette vil i hovedsak oppdages i kontrollene i SSB, men det vil også være feil som ikke oppdages. Den delen av grunnlagsdataene som er input til SSBs tilleggsberegninger, kan inneholde noen systematiske feil ved at det bare er gitt informasjon om skiltet hastighet på veiene, mens den reelle hastigheten kan være noe høyere.



## 6.2. Datagrunnlaget

### *GAB/ Matrikkelen*

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

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

### *Elveg*

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

### *Bosatte*

De bosatte er stedfestet til adressedelen i GAB. Landet sett under ett har en stedfestingsprosent på 99,6 per januar 2004. I enkeltkommuner kan imidlertid stedfestingen være noe lavere. Det korrigeres for denne stedfestingsprosenten ved å justere bosatte per kommune til offisielle tall over bosatte. Dette gjøres ved å spre den uplasserte restbefolkningen jevnt ut over de bosatte adressene. Dette gjøres ikke lenger fra og med 2014-årgangen siden stedfestingen er god.

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

### *Bedrifts- og foretaksregisteret (Virksomhet- og foretaksregisteret)*

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

## 6.3. Veitrafikk

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

kvaliteten på dataene i nasjonal støymodell dersom det gjennomføres trafikk-tellinger på flere kommunale veier.

Det tas hensyn til bygging av nye støyskjermer for de bygningene som er registrert i VSTØY/ Norstøy. For andre bygninger benyttes data fra Statens kartverks FKB kartdata og skjermdata fra NVDB for beregning av skjermingseffekt. Disse dataene kan imidlertid ha mangler og være ufullstendige. Det vil også kunne være etterslep fra faktisk bygging til dette blir kartlagt og registrert i disse databasene. Fasadetiltak i form av utskifting av vinduer m.m. skal registreres i VSTØY/ Norstøy og dermed fanges dette opp i beregningene i den grad dette er kartlagt.

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

#### *Gjennomgang av kvaliteten i VSTØY for enkelte kommuner*

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

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

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

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

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

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

*Hvordan behandles endringer i den nasjonale modellen?*

I den nasjonale modellen har det fram til nå blitt tatt inn status fra VSTØY for aktuelt år. Veistrekningsdataene (lenkedataene) suppleres med data fra Vegdatabanken for å danne input (trafikldata) til de forenklede tilleggsberegningene. Bygningene (dataenhetene) med støyverdier fra VSTØY kobles sammen med den nasjonale modellens adressepunkter, og VSTØY-verdiene benyttes der disse kobler ved bygningsnummer eller via geografisk søk (høyeste verdi benyttes hvis det er flere enheter i bygningen). En av grunnene til at en har valgt de absolutte støyverdiene ved bygningen (og ikke dempningsverdiene vei – bygning) var at i deler av materialet (hovedsakelig Oslo kommune) foreligger kun støynivået og ikke dempningsverdien.<sup>8</sup>

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

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

*Støyspredning*

For tilleggsberegningene gjøres en forenklet modellering av støydemping som justeres/ estimeres statistisk etter sammenligning med VSTØY/ Norstøy. Dette innfører usikkerhet i tallene, særlig på lavere regionalt nivå og større jo lenger vekk fra veien adressene er.

*Om tall for veitrafikkstøy for den enkelte kommune*

Usikkerheten for støynivåberegningene fra veitrafikk er særlig knyttet til to forhold; 1) forenklet modellering av støydemping som justeres statistisk etter sammenligning med NORSTØY/ VSTØY og 2) manglende trafikk særlig på kommunale veier. Usikkerhetene knyttet til kommunale veier kan igjen deles i tre:

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

Jo mindre område en skal publisere tall for (få veier), desto større blir altså usikkerheten i beregningene fordi: 1) SSBs forenklede tilleggsberegninger benytter en estimering av utbredelsesberegningene og 2) fordi trafikk på kommunale veier er usikkert i tillegg til 3) fordeling mellom lette og tunge kjøretøyer og 4) manglende stigningstall for veiene.

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

<sup>8</sup> En kan imidlertid vurdere å justere modellen på dette punktet og kanskje særlig hvis støydempingverdier kommer på plass for hele landet.

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

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

#### 6.4. Jernbane

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

I veistøyberegningene gjøres en sammenligning mot mer presise beregninger og det er etablert en statistisk korleksjon for å ta hensyn til terrengforhold, markslag med mer i støydemningen fra støykilde til bolig. Ved etableringen av statistikk for jernbanestøy var det få beregninger å sammenligne med slik at det ble satt en fast korleksjon som tar hensyn til disse faktorene ved at støydemningen regnes som 4 dB per dobling av avstand.<sup>9</sup> Dette er en forenkling og gjør tallene usikre særlig på lavere regionalt nivå.

Det benyttes hastigheter og trafikkmengder mottatt fra Bane NOR (tidligere Jernbaneverket) som datagrunnlag. For 1999 er det ikke mottatt hastighetsinformasjon, så hastighetene for 2002 er derfor benyttet også her. Dette fører til at endringene som kommer fram i forhold til 1999 kun stammer fra endringer i togtyper, trafikkmengder, jernbanetraseer, bosetning og skinnesliping.

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

I beregning av skjermingseffekt (siktinkel) tas det, som for veitrafikk, kun hensyn til bygninger. Bygningene er, i datagrunnlaget, kun representert ved senterpunkt, og bygningene betraktes derfor som sirkulære ut fra angitt grunnflate. Bygninger mellom jernbanelinja og hver enkelt adresse blir regnet å bidra til skjermings-effekten i det vinkelen som skjerner jernbanen (dvs. skjerner deler av en teoretisk 180 graders halvsirkel som tangerer jernbanelinja) summeres. Bygninger som ligger utenfor denne halvsirkelen og som i virkeligheten skjerner for deler av jernbanelinja, vil ikke bli regnet med, og skjermingseffekten undervurderes, se Figur 14. Hvis jernbanelinja går i sving, vil skjermingseffekten kunne bli overvurdert eller undervurdert, avhengig av hvilken side adressen er lokalisert på i forhold til kurven.

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

<sup>9</sup> Det vurderes nå å utnytte informasjon fra strategisk støykartlegging til en slik statistisk korleksjon. Det finnes også data om støyskjermer ved jernbanelinjene som skal tas hensyn til i beregningene.

## 6.5. Luftfart

NORTIM-beregningene anses å være gode, usikkerheten er  $\pm 1$  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 1999 og 2014. Beregning av støyverdier for 1999 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.

Det vil for enkelte flyplasser være en usikkerheter vedrørende endringer i modelleringsmetodikken som eksempelvis fra T-1277 til T-1442. Det betyr at den første er basert på tre travle sommer måneder, mens T-1442 er for et helt års gjennomsnitt. I tillegg vil startpunkt for avgang og innflyving kunne være noe flyttet ved enkelte flyplasser, dette vil føre til forskyvninger/endringer i støynivået.

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

Beregninger for Gardermoen er basert på en NORTIM-beregning for 2004 og trafikk tall for 2014, men uten NORTIM-prognoseberegninger. For Gardermoen er det bare en NORTIM-prognoseberegning for 2030 tilgjengelig, som gir urealistiske resultater for 2014 fordi det forventes en ganske betydelig forbedring i flyparken i slutten av 2020-tallet (Granøien 2016). For Gardermoen flyplass er det ingen prognosefil tilgjengelig 1999-tallene er basert på en tilbakeskrivning utført av SSB, der det bare er tatt hensyn til forskjellen i antall flybevegelser.

For de minste flyplassene er det ikke gjort detaljerte støyberegninger med NORTIM-modellen. For disse brukes støysoner fra en kjent flyplass med tilsvarende aktivitetsnivå. Beregningene for luftfart anses alt i alt likevel å være gode i forhold til de andre støykildene.

## 6.6. Industri og annen stasjonær næringsvirksomhet

Metoden er en statistisk modell som ikke gir reelle verdier for enkeltvirksomheter, eller små geografiske områder, men hvor målet er å gi nasjonale tall og følge disse

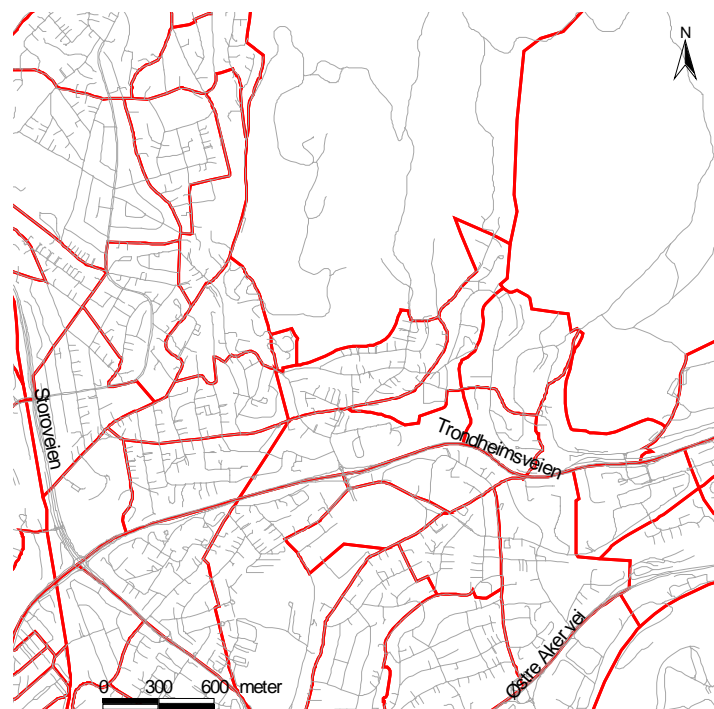
over tid. Metoden er lagt opp slik at en får oversikt over endringer ved tilbakeregning etter produksjonsindeksen for perioden 1999 til 2005. Dette er en forenkling som er gjort for å unngå at endringstallene skal påvirkes for sterkt av endringer i stedfestingen av bedriftene. Metoden ble senere utviklet slik at en tar hensyn til den reelle sammensetningen av bedriftene i hvert av beregningsårene etterpå (fra 2011-tallene).

Datagrunnlaget som er mest kritisk i denne sammenhengen er Virksomhets- og Foretaksregisteret og særlig stedfestingen av dette. Som nevnt var om lag 39 prosent av virksomhetene ikke stedfestet til adresse, men spredd ut på industribygninger innen grunnkrets. Figur 25 viser grunnkretsinndelingen for et utsnitt av Oslo.

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

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

**Figur 25. Eksempel på grunnkretser i del av Oslo**



Utgangsstøy er basert på empiriske data undersøkt av SINTEF (1999, 2004) og gitt for bransjer. I hvert enkelt tilfelle kan disse verdiene avvike fra virkeligheten. En forbedring vil være om en kan få reelle måledata for enkeltbedrifter (og følge disse over tid). SINTEF har på oppdrag fra Miljødirektoratet (tidligere SFT) arbeidet med etablering av en database over bedrifter med informasjon om ekstern støy. Etableringen baserte seg på en kombinasjon av egne målinger, innrapporterte data fra hver bedrift (via internett) og samordning/ standardisering av eksisterende

måledata. Resultater fra den internetbaserte spørreundersøkelsen er tatt med i den felles kildefila som ligger til grunn for vårt arbeid.

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

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

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

## 7. Om beregningsmetodene

### 7.1. Populasjonen

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

Beregningene etter det nasjonale målet (Figur 27) holder populasjonen (bygningene/adressene) fast, slik at vekst i befolkningen og endringer i bosetningsmønster ikke påvirker målingen av utviklingen i støyplage. Beregningene tar her utgangspunkt i de støyutsatte i 1999, og følger utviklingen for disse uavhengig av om de i seinere år blir utsatt for støy over eller under nedre grense. Dette betyr at en adresse ved en jernbanelinje utsatt for 52 dBA i 1999 og 48 dBA i 2007, vil inngå i SPI for 2007 selv om 48 dBA er under nedre grense. Denne metodikken gjør det lettere å beregne effekten av tiltak og forutsi prosentvise endringer i støyplagen. En unngår også effekten av at bosatte går fra ingen plage til ganske høy plagegrad når de passerer over nedre støygrense.

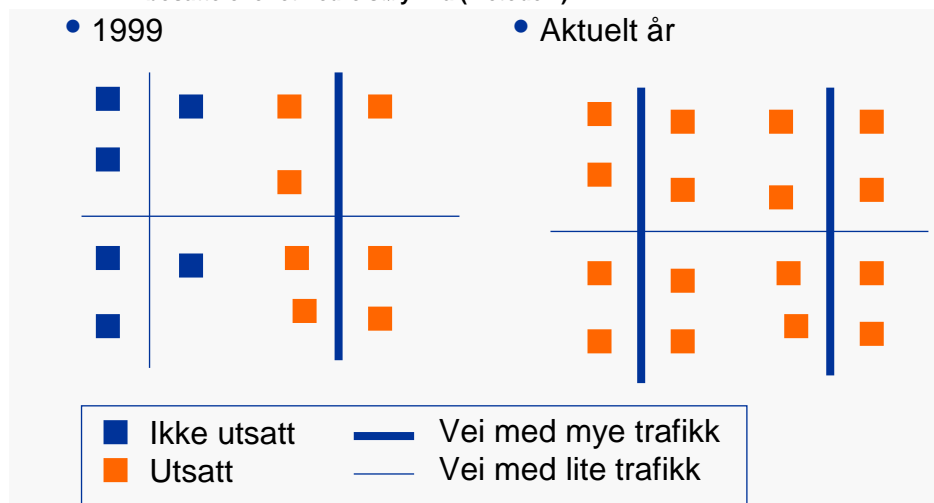
Samtidig er det noen åpenbare svakheter som det er viktig å være klar over. Som nevnt over: befolkningsvekst og tilflytting til støyutsatte områder blir ikke tatt hensyn til i beregningene. Ved endringer som for eksempel nye veier i områder som ikke tidligere har vært støyutsatt eller ved omlegging av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

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

Figur 26 og Figur 27 illustrerer hvordan de utsatte blir statistikkført ved de to metodene. Tynn strek er lite trafikk og tykk sterk er mye trafikk (så mye at nedre grense for støyberegningene overskrides). Firkantene representerer bygninger med bosatte. Det er noen flere bygninger i aktuelt år på grunn av nybygging.

Når en følger reell befolkningsutvikling over et visst støynivå (Figur 26) fanger en opp nye støyutsatte hvis trafikken øker tilstrekkelig på andre veier. I figuren er dette illustrert ved at en annen vei har fått så mye trafikk at støyen overstiger den nedre grensa for støyovervåking. Dermed kommer også disse bygningene (med bosatte) med i statistikken i aktuelt år. De går fra å være ikke-plaget til å ha en viss plagegrad.

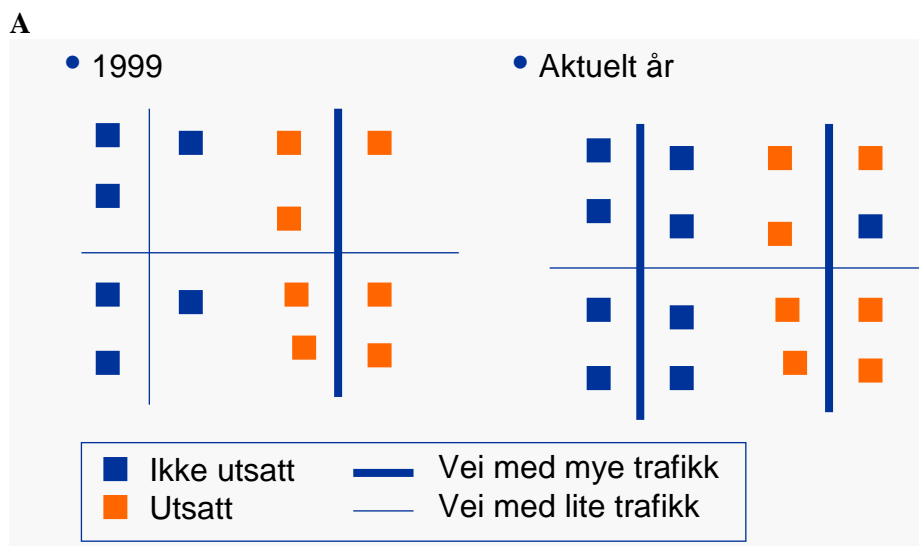
Figur 26. Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger alle bosatte over et nedre støynivå (metode 1)



Hvis en kun følger de støyutsatte i 1999 (Figur 27) gjenspeiles ikke økt trafikk på andre veier i antall utsatte eller SPI. I Figur 27 A vises akkurat samme situasjon som i Figur 26, men etter det reviderte målet. Her blir ikke nye bygninger ved eksisterende støyende veier regnet med, heller ikke eksisterende bygninger ved veier som har fått trafikkøkning siden 1999.

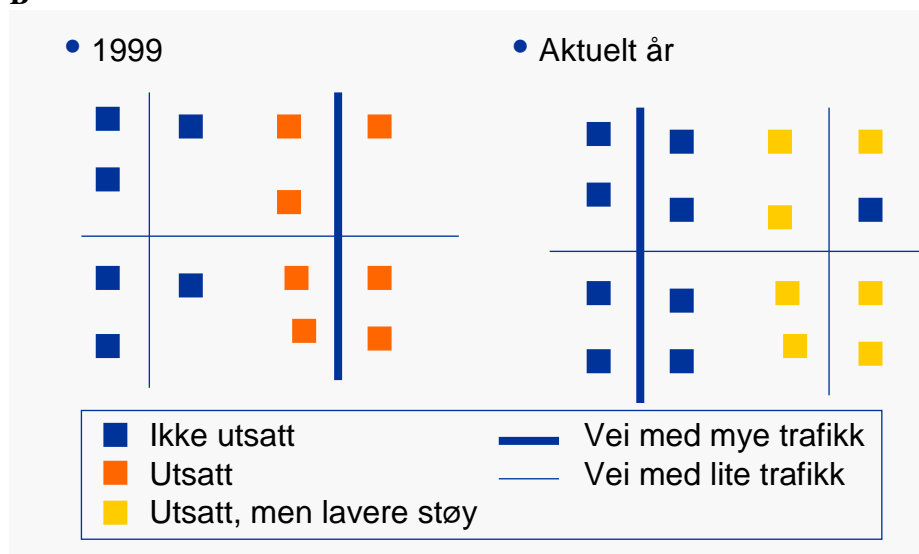
På den andre siden blir støyutsatte som går fra å være støyutsatt over nedre grense til under nedre grense, fortsatt regnet med men med lavere plagegrad (Figur 27 B).

Figur 27. Støyutsatte og ikke støyutsatte bygninger ved to tidspunkter når en følger kun de støyutsatte i 1999 (metode 2)





B



## 7.2. Konsistente tidsserier

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

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

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

## Referanser

- Asplan Viak (1993): Konsekvensvurdering av forurensningsloven. Støy og luftforurensning fra vegtrafikk. Fase 2: Nasjonal status vegtrafikkstøy 1991, Tønsberg: Asplan Viak.
- Bratheim, G. (2001): *Korrigering av støyplageindeksen SPI for fasadetiltak: Hva betyr støynivået innendørs for totalplagen?* Notat til Prosjektgruppa for nasjonal støymodell. Oslo: Statens forurensningstilsyn
- Bratheim, G. (2002): Pers.med. mai 2002, Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- Engelien, E., M. Steinnes og G. Haakonsen (2004): Støyplage i Norge. Resultater fra førstegenerasjonsmodell for beregning av støyutsatte og SPI. Notater 2004/ 43. Statistisk sentralbyrå.
- EU-kommisjonen (2007): European commission working group assessment of exposure to noise (WG-AEN). Position paper. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. Version 2. European commission. Environment DG. Brussels.
- Folkehelseinstituttet (2008): Helse og miljø – en forskningsbasert kunnskapsbase i e-bokversjon. Nasjonalt folkehelseinstitutt 19. mai 2008. [www.fhi.no](http://www.fhi.no).
- Granøien, I. (2016): Pers. medd. «Utendørs flystøy resultater». E-post. 24.02.2016.
- Haakonsen, G., K. Rypdal, P. Schøning og S. E. Stave (2001): *Towards a National Indicator for Noise Exposure and Annoyance. Part 1: Building a Model for Traffic Noise Emission and Exposure*, Documents 2001/3, Oslo/Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- Heinz, S. (2005): TraNEcAM. Traffic noise emission calculation modell. Documentation and users manual. Pers. medd. Steven Heinz 2005.
- Johansen (2005): Pers. medd. E-post med vedlagt notat med tall for trafikkarbeid fordelt etter fylke og informasjon om at andelen for kommunale veier var estimert til 16 prosent. E-post. 02.05. 2005.
- Klæbo, R. og J. Usterud Hanssen (2002): *Nasjonal kartlegging av støy og støyplage. Kan vegetatens og bykommunenes støyregistre nyttiggjøres?* TØIrapport 556/2002, Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Liasjø, K. (2002): Pers.medd. E-post 10.05.2002.
- Liasjø, K. (2003): Pers. medd. «Estimering av utendørsflystøybelastning». Vedlegg til e-post. 30.09.2003.
- Liasjø, K. (2004): Pers.medd. «Fornyelse av den sivile flåte transportfly». E-post 26.01.2004
- Løchstøer, W. (1976): Lyd eller ulyd, elementær lydlære, grunnlag for støybekjempelse. Tapir, Trondheim. 86 s. (Publikasjon nr. 10 fra NTNUs utvalg for støyforskning).
- MD (2007): Handlingsplan mot støy 2007 - 2011. Miljøverndepartementet 2007. [www.regjeringen.no](http://www.regjeringen.no)
- Milford, I. (2009): Emisjonsutvikling fra kjøretøy. Brev 23.03.2009.
- Negård, A. (2000): Vegtrafikkstøy som tema i AREALIS. Prosjektoppgave knyttet til spesialutdanningen "Veg, trafikk og miljø" høsten 1999/2000. NTNU. Institutt for veg- og jernbanebygging.
- Nordbeck, O. og Ø. Langsrud (2015): Modellering av trafikk på kommunale veier. Beskrivelse av metode. Notater 2015/46. Statistisk sentralbyrå.

- Nordisk Ministerråd (1996): Railway Traffic Noise- Nordic Prediction Method. Nordisk Ministerråd, TemaNord Environment, 1996:5224
- Oslo kommune (2007a): Strategisk støykartlegging etter forurensningsforskriftens kapittel 5 om støy. Støysituasjon for 2006. Rapport. Oslo kommune 2007.
- Oslo kommune (2007b): Oppsummeringsrapport. Etablering av ÅDT data for kommunale veier i Oslo. Oslo kommune, samferdselsetaten. November 2007.
- Osmundsen, E. (2003): "Togtyper-SSB med a- og b-verdier1.xls". Vedlegg til e-post. 25.08.2003
- Osmundsen, E. (2003): "Forslag til beregning av bygningers skjermvirkning 140803". Vedlegg til e-post. 14.08.2003
- Rideng, A. (2002): «Innenlands trafikkarbeid». Tabellvedlegg i epost.??03.2002. Oslo: TØI
- SFT (2000): *Mulige tiltak for å redusere støy*, Rapport 1714/2000. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- SFT (2001): *Støyhåndboka- en veileder for støyarbeidet*. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- SFT (2005): Pers. Medd. Tore Kleffegård, SFT. E-post 15.08.2005.
- SINTEF (1999): Nasjonale mål for støy: Ekstern industristøy. SINTEF rapport STF40 A99041.
- SINTEF (2001): Kartlegging av flystøy rundt Sandnessjøen lufthavn - Stokka. SINTEF rapport STF40 A01022.
- SINTEF (2002a): Dose-respons-sammenhenger i støyregelverket. SINTEF Rapport STF40 A02052.
- SINTEF (2002b): Enkel utbredelsesmodell for kartlegging av ekstern industristøy. SINTEF Notat.
- SINTEF (2002c): Nasjonale mål for industristøy i Norge - nye beregninger av SPI. SINTEF rapport STF40 A02009.
- SINTEF (2003): Nasjonale mål for industristøy - beregninger av SPI basert på nye bransjeregistre. SINTEF rapport STF40 A03022.
- SINTEF (2004): Nasjonale mål for industristøy – nye beregninger av SPI og måledata for industri. SINTEF rapport STF90 A04028.
- SINTEF (2006): Testberegninger med Tranecam. SINTEF Notat.
- SINTEF (2015): Verktøy for vegtrafikkstøy for SSB. Tilpasning av Norstøy for nasjonal støymodell. Prosjektnotat SINTEF 2. februar 2015. Pers. Medd. Herold Olsen 2. februar 2015.
- SSB (1994): Standard for næringsgruppering. NOS C182. Statistisk sentralbyrå 1994.
- St. meld. nr. 25 (2002-2003) *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*. Miljøverndepartementet
- Statens vegvesen (2015): Dataleveranse til Norstøy. Del 1 databeskrivelse. Versjon 3.0. Ajour per 12. februar 2015. Knut Jetund Statens vegvesen - Region øst. Pers. Medd. Helena Gabriella Axelsson 12. februar 2015.
- Stensland (2007): Pers. medd.

- Tøndel, Kristin (2016): Pers. medd. oktober 2016. Internt notat (i stor grad gjengitt i avsnittet der referansen er hentet).
- Vegdirektoratet (2007): Kartlegging av utendørs støy langs høyt trafikkerte riksveger i henhold til kapittel 5 i forurensningsforskriften. Vegdirektoratet. Miljøseksjonen Rapport 2007/18.
- Vegdirektoratet (2000): *Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, Revidert 1996. 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.
- WHO (2011): *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. WHO Regional Office for Europe 2011.
- WHO (2009): *Night noise guidelines for Europe*. WHO Regional Office for Europe 2009.

## Vedlegg A: Dataformater til SSB\_Calc

Det skal tilrettelegges følgende data som legges i enten kommunemapper eller mappe med annen inndeling (10 (beregningpunkt) og 12 km ruter skal benyttes):

Datasett	Forklaring
Matrikkel.txt	Liste over bygninger med bygningsnummer og posisjon. Dette brukes som beregningpunkter.
Skjerm.shp	Støyskjermer med høydeinfo
Nyveg.shp	Veg-geometri med høydeinfo. Tilhørende dbf-fil skal inneholde trafikkdata.
Arealressurs.shp	Marksलगpolygoner. Kun vann-flater brukes
Byggflate.shp	Bygningsomriss i form av lukkede flater. Må inneholde bygningsnummer for kobling til listen over

I tillegg er det landsdekkende datasett over terreng fra Kartverket (10 m høydegrid).

Teksten i vedlegg A er i stor grad hentet fra SINTEF (2015).

### ***\*matrikkel\*.txt***

Tekst-filer hvor navnet inneholder ordet *matrikkel* skal inneholde en liste over bygninger med unike bygningsnummer og posisjon. Dette brukes som beregningpunkter. Støynivået vil bli beregnet i koordinatene for de angitte punktene. Et punkt for hver bygning.

Første linje skal inneholde kolonneoverskrifter. Programmet leser kun data fra kolonnene *BYGNINGSNR*, *KOORDINATSYSTEMKODE*, *NORD* og *OST*. Alle øvrige kolonner blir ignorert. Kolonnene skal være separert med tabulator. Desimalindikator følger lokal setting i operativsystemet.

I det følgende betyr \* at teksten mellom stjerner må finnes et eller annet sted i filnavnene.

### ***\*skjerm\*.shp***

Shape-filer hvor navnet inneholder ordet *skjerm* skal inneholde data for støyskjermer (og evt. støyvoller) i beregningsområdet. Shape-formatet fordeler informasjonen på flere filtyper. Koordinater og høyde på skjermtoppen skal ligge i filtypen *shp*, der høyden skal være kodet inn i z-parameteren. I tilhørende filtype *dbf* skal det finnes kolonneoverskriftene *ID* (transID) og *HBASE* (indikator for om skjermhøyde er over terreng eller havnivå). Øvrige Shape-filtyper som tas hensyn til om de finnes, er *shx* og *prj*.

### ***\*nyveg\*.shp***

Shape-filer hvor navnet inneholder ordet *nyveg* skal inneholde data for vegger i beregningsområdet. Dette vil definere støykildene i beregningen. Shape-formatet fordeler informasjonen på flere filtyper. Koordinater og høyde på vegens senterlinje skal ligge i filtypen *shp*, der høyden på senterlinjen skal være kodet inn i z-parameteren som høyde over midlere havnivå. I tilhørende filtype *dbf* skal det finnes kolonneoverskrifter for *unikid*, *VEGBREDDE*, evt. *TUNNELLOP* eller *BRU*, *ADT* (midlere trafikkmengde), *V* (trafikkens hastighet) samt prosentvise trafikkfordelinger over kolonnene *ld*, *md*, *td*, *le*, *me*, *te*, *ln*, *ml*, *tn* som angir kjøretøyklassene *lett*, *middels* og *tung* kombinert med periodene *day*, *evening* og *night*. Vær oppmerksom på at alle tallene som er angitt i *dbf*-fila er konstant over hele den tilsvarende polylinjen i *shp*-fila. Dersom noen trafikk tall varierer over et veg-segment, må dette angis ved å dele segmentet inn i to eller flere deler med hver sin unike identitet (*unikid*).

***\*arealressurs\*flate\*.shp***

Shape-filer hvor navnet inneholder begge ordene *arealressurs* og *flate* skal inneholde data for markslag i beregningsområdet. Selv om beregningsmotoren kan utnytte mye detaljert informasjon fra slike filer, er programmet begrenset til kun å utnytte informasjon om vannoverflater. Shape-formatet fordeler informasjonen på flere filtyper. Koordinater for polygoner som omslutter lukkede flater skal ligge i filtypen *shp*. I tilhørende filtype *dbf* skal det finnes kolonneoverskriften *ARTYPE*. Programmet vil tolke alle flater i beregningsområdet som akustisk hard dersom koden *ARTYPE* er 80 (vann). Alle andre deler av beregningsområdet antas å være akustisk myk. Øvrige Shape-filtyper som tas hensyn til om de finnes, er *shx* og *prj*.

***\*bygg\*flate\*.shp***

Shape-filer hvor navnet inneholder begge ordene *bygg* og *flate* skal inneholde data for bygninger i beregningsområdet. Shape-formatet fordeler informasjonen på flere filtyper. Koordinater for polygoner som omslutter lukkede flater skal ligge i filtypen *shp*. Høyden for bygningen kan være kodet inn i z-parameteren, slik at punktene i polygonet i realiteten følger toppen av bygningsfasaden rundt hele bygningen. Dette gir beregningsmotoren nok informasjon til å modellere et 3D objekt av bygningen over bakkenivå. I tilhørende filtype *dbf* skal det finnes kolonneoverskriftene *BLDID* (ekstern identitet, gjerne matrikelnummeret), *BNR* (unikt nummer for bygningen som skal være identisk med evt. *BYGNINGSNR* i matrikkelfilen; se over), *BYGGTYP* (koding jfr. matrikkelen) og *HBASE* (indikator for om skjermhøyde er over terreng eller havnivå). Dersom z-parameteren i *shp*-filen ikke er brukt kan filen også ha kolonneoverskriften *HEIGHT* (høyden for et tenkt horisontalt tak). Mangler den får bygningen tildelt standardhøyde ut fra *BYGGTYP*-koden.

## Vedlegg B: Tabeller over standardverdier for trafikk

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

**Tabell B.1. Benyttede imputeringsverdier for ÅDT og tungtrafikkandel. 2014**

Fylke	ÅDT EV	ÅDT RV	ÅDT FV	Ta EV	Ta RV	Ta FV
Østfold	14 121	5 091	892	16	13	10
Akershus	38 352	6 226	2 521	14	11	12
Oslo	46 559	28 449	0	13	9	0
Hedmark	14 102	2 089	573	20	17	13
Oppland	4 346	2 356	516	16	11	9
Buskerud	13 257	3 996	1 139	12	12	6
Vestfold	13 415	4 921	1 725	13	10	8
Telemark	3 943	2 104	651	11	8	6
Aust-Agder	9 386	1 713	545	14	10	10
Vest-Agder	9 335	1 739	552	15	10	13
Rogaland	11 095	5 184	1 280	12	9	7
Hordaland	7 038	3 419	968	15	11	9
Sogn og Fjordane	2 456	1 045	332	15	11	7
Møre og Romsdal	4 141	1 779	584	15	11	11
Sør-Trøndelag	9 085	1 620	892	13	10	10
Nord-Trøndelag	4 498	1 188	352	18	11	9
Nordland	1 794	1 258	281	18	15	11
Troms Romsa	1 988	1 251	300	16	10	11
Finmark Finmárku	995	511	291	13	12	8

**Tabell B.2. Benyttede imputeringsverdier for ÅDT og tungtrafikkandel. 1999**

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

## Vedlegg C: LUFTFART: Tabeller og figurer

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

Flyplassnr	Flyplass	Trafikk		1999		2006		2007		2011		2014						
		1999	2014	Startår	Prognoseår	Status	Startår	Prognoseår	Status	Startår	Prognoseår	Status	Startår	Prognoseår	Status			
0101	Rygge*	0	17920	2003	-	NORTIM	2003	-	NORTIM	2003	-	NORTIM	2006	2022	NORTIM	2013	2023	NORTIM
0201	Gardermoen	211170	248550	2002	-	NORTIM	2004	-	NORTIM	2004	-	NORTIM	2004	-	NORTIM	2004	2030**	NORTIM
0401	Rena*	#/T	#/T	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM
0501	Fagernes	1332	2059	1999	2010	Stokka	2004	2015	NORTIM	2004	2015	NORTIM	2004	2015	NORTIM	2009	2019	NORTIM
0701	Torp	20472	38406	1998	2007	NORTIM	1998	2007	NORTIM	2007	2018	NORTIM	2007	2018	NORTIM	2007	2018	NORTIM
1001	Kjevik	20323	20126	1998	2010	NORTIM	1998	2010	NORTIM	1998	2010	NORTIM	1998	2010	NORTIM	2013	2025	NORTIM
1101	Sola	58090	90862	2000	2010	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2011	2020	NORTIM	2014	2025	NORTIM
1102	Haugesund	13852	10331	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM
1201	Flesland	75670	103767	1997	2007	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2011	2020	NORTIM	2012	2022	NORTIM
1202	Voss*	#/T	#/T	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM
1203	Stord	2746	3557	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM
1401	Florø	8762	11836	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	2007	2017	NORTIM	2010	2020	NORTIM	2013	2025	NORTIM
1402	Førde	5483	8183	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1403	Sandane	3124	3020	1999	2010	Stokka	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	???	NORTIM
1404	Sogndal	5079	5800	1999	2010	Stokka	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	??	NORTIM
1501	Volda/Ørsta	2437	6361	2004	2014	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2009	2019	NORTIM
1502	Vigra	14915	16978	2000	2010	NORTIM	2005	2016	NORTIM	2005	2016	NORTIM	2005	2016	NORTIM	2013	2025	NORTIM
1503	Molde	8167	9556	2000	2010	NORTIM	2000	2011	NORTIM	2007	2017	NORTIM	2011	2022	NORTIM	2011	2022	NORTIM
1504	Kristiansund	8642	13882	2000	2010	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2008	2018	NORTIM
1601	Ørlandet*	65	1491	1993	2013	NORTIM	1993	2013	NORTIM	1993	2013	NORTIM	1993	2013	NORTIM	2012	-	NORTIM
1602	Røros	737	2787	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1701	Rørvik	2303	3265	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2008	2018	NORTIM
1702	Namsos	2966	3416	2002	2012	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2009	2019	NORTIM
1703	Værnes	51459	61474	1997	2008	NORTIM	1997	2008	NORTIM	1997	2008	NORTIM	2010	2020	NORTIM	2010	2020	NORTIM
1801	Andøya*	3168	3233	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010?	NORTIM
1802	Bodø*	40662	43392	1999	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2006	2016?	NORTIM
1803	Brønnøysund	7734	10637	1999	2009	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2013	2023	NORTIM
1804	Leknes	4228	5946	2004	2015	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1805	Mo i Rana	7439	7430	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2008	2018	NORTIM
1806	Mosjøen	5707	6108	2004	2014	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1807	Narvik	2520	2658	2005	2015	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
1808	Røst	1210	1353	1999	2010	Stokka	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1809	Stokka	6016	6699	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	1999	2010	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1810	Stokmarknes	5555	6177	2003	2013	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2012	2022	NORTIM
1811	Svolvær	4426	4356	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2008	2018	NORTIM
1812	Evenes	11756	10735	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2002	2012	NORTIM	2007	2017	NORTIM
1813	Værøy	1054	1252	-	-	-	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM	2005	2015	NORTIM
1901	Bardufoss*	4508	5920	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2011	2022	NORTIM	2011	2022?	NORTIM
1902	Tromsø	28428	43723	2000	2010	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2014	2025	NORTIM
1903	Sørkjosen	1791	2390	2003	2013	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	2015?	NORTIM
2001	Alta	5198	11786	1999	2010	NORTIM	2006	2015	NORTIM	2006	2015	NORTIM	2006	2015	NORTIM	2014	2025	NORTIM
2002	Banak	2870	3422	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2000	2010	NORTIM	2008	2018	NORTIM
2003	Båtsfjord	2294	2524	2003	2013	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM
2004	Berlevåg	2266	1822	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2007	2017	NORTIM
2005	Hammerfest	6903	14013	2004	2020	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2013	2025	NORTIM
2006	Hasvik	1106	1278	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2007	2017	NORTIM
2007	Honningsvåg	2358	2303	2005	2020	NORTIM	2005	2020	NORTIM	2007	2017	NORTIM	2007	2017	NORTIM	2007	2017?	NORTIM
2008	Mehamn	2308	2803	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2007	2017	NORTIM
2009	Vadsø	6176	7045	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2004	2014	NORTIM	2008	2018	NORTIM
2010	Vardø	2310	2544	1999	2010	Stokka	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	-	NORTIM	2005	2015?	NORTIM
2011	Kirkenes	5924	8389	-	-	-	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM	2006	2016	NORTIM

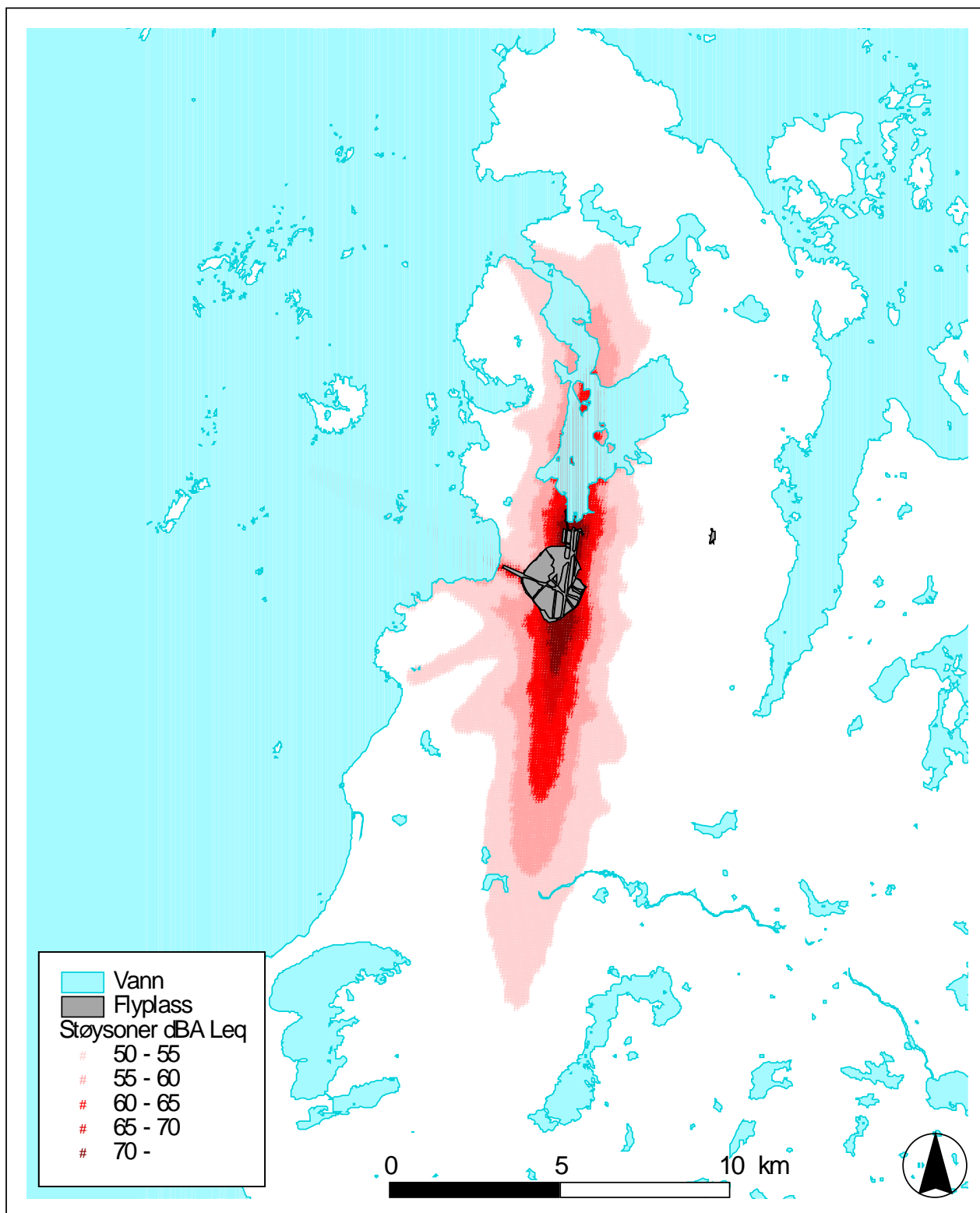
\* Militære flyplasser

\*\* Ikke brukt i 2014 beregninger. Prognosen er urealistisk for 2014

\*\*\*



Figur C.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

## Statistisk sentralbyrå

Postadresse:  
Postboks 8131 Dep  
NO-0033 Oslo

Besøksadresse:  
Akersveien 26, Oslo  
Oterveien 23, Kongsvinger

E-post: [ssb@ssb.no](mailto:ssb@ssb.no)  
Internett: [www.ssb.no](http://www.ssb.no)  
Telefon: 62 88 50 00

ISBN 978-82-537-9717-5 (elektronisk)



**Statistisk sentralbyrå**  
Statistics Norway