

Beregning av helsebelastning som skyldes vegtrafikkstøy i Norge.

Bakgrunn og oppdrag

Folkehelseinstituttet har på oppdrag fra Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) beregnet den helsemessige betydningen av eksponering for støy fra vegtrafikken i Norge. Utgangspunktet for dette oppdraget er WHO's publiserte rapport ”*Burden of disease from environmental noise – Quantification of healthy life years lost in Europe*” (2011), hvor det for første gang er estimert samlet helsebelastning fra de viktigste støykildene for landene i EU, hvor vegtrafikken er den dominerende støykilden.

Det var et ønske å få gjennomført spesifikke analyser for Norge med foreløpige beregninger for vegtrafikkstøy og virkninger på søvn, støyplage og hjerte-karsykdom. Dette notatet er utarbeidet i forståelse med Helsedirektoratet og Helse og omsorgsdepartementet som støtter arbeidet med oppfølging av handlingsplan mot støy.

Det lå ikke innenfor rammen av oppdraget å gjennomføre en systematisk gjennomgang av relevant litteratur av studier av støy og helsevirkninger. Folkehelseinstituttet har i denne omgang basert seg på de studier som er benyttet i WHO-rapporten, som også regnes for å være de mest omfattende studiene som inkluderer eksponerings-responssammenhenger.

Datatilgang og metode

Støyeksponering

Data på eksponering for vegtrafikkstøy er innhentet fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) sin nasjonale støymodell og seneste beregninger for 2007 (Engelien og Steinnes, 2011). For å kunne gjøre de nødvendige beregninger trengs oversikt over hvor mange personer som er utsatt for ulike nivåer av støy fra vegtrafikk i form av vektet ekvivalent støynivå over døgnet, L_{den} , vektet ekvivalent støynivå for dag og kveld (07.00-23.00), $L_{day,16h}$, samt ekvivalent støynivå for nattperioden (23.00-07.00), L_{night} .

L_{den} er et beregnet døgnekvivalent støynivå der støybidragene i kveldsperioden (19.00-23.00) er gitt et tillegg på 5 dB og støybidragene i nattperioden (23.00-07.00) er gitt et tillegg på 10 dB. Disse verdiene er beregnet som frittfeltsverdier, dvs. uten fasaderefleksjon. I utgangspunktet har SSB kun beregninger i form av $L_{A,ekv,24h}$, her inkludert fasaderefleksjon. Som en forenkling kan man anta at $L_{den} \approx L_{Aekv,24h} (+ 3dB \text{ fasaderefleksjon})$.

Beregning av helsebelastning

Den totale belastning på helse er kvantifisert ved å beregne DALYs (*Disability Adjusted Life Years*). Beregninger av DALYs innebærer for det første at man teller opp tapte leveår. For det andre omregner man tap av funksjon og livskvalitet i de år som leves etter inntrådt helseskade, i et ekvivalent antall tapte leveår. Dette gjøres ved hjelp av såkalte ”alvorlighetsvekter” for ulike helseproblemer. Summen av tapte leveår og tapt funksjon/livskvalitet omregnet til tapte leveår blir de tapte DALYs.

Vi har hovedsakelig benyttet samme metode som beskrevet i WHO-rapporten og tilsvarende alvorlighetsvekter (*disability weight*, DW) for helseutfall.

Tidligere rapport fra Folkehelseinstituttet versus nye beregninger

Vi vil også vise til tidligere rapport fra Folkehelseinstituttet (Fleten m.fl. 2009) hvor helsebelastninger fra en rekke miljøfaktorer inkludert støy er gjennomført og hvor usikkerheter i forbindelse med DALY beregninger i større grad er diskutert. Det ble vist et

beregningseksempel av hvor mye unødvendig helsetap i form av DALYs som kan unngås med et tenkt tiltak mot støy, i dette tilfelle et tiltak som kan redusere andelen 25% sterkt plagede og søvnforstyrrede med 10% i forhold til helsebelastning i 2006. DALYs som følge av støyrelatert hjerte-karsykkelighet og død ble ikke inkludert i FHIs tidligere rapport (Fleten m.fl. 2009) på grunn av manglende data på sykkelighet, samt at det faglige grunnlag for å inkludere hjerte-kardødsfall ble vurdert som for dårlig.

Folkehelseinstituttet har i denne omgang besvart oppdraget med de best tilgjengelige data og med samme metodikk og tilnærming som i WHO rapporten for å beregne spesifikke estimater på støyrelatert helsebelastning i Norge. Det som er nytt i vedlagte beregninger i forhold til FHIs rapport fra 2009, er at det er gjort spesifikke beregninger kun for vegtrafikkstøy og DALYs er beregnet med andre alvorlighetsvekter, dvs. de samme som er benyttet i WHO rapporten. Det foreligger også nye oppdaterte støyeksponeringsdata for 2007, samt at det er gjort forenklete tilleggsberegninger av antall utsatte for ulike nivåer av L_{night} og $L_{\text{day,16h}}$. Spesifikke beregninger av støynivå om natten eller for dag og kveld ligger ikke inne i den nasjonale støymodellen til SSB. I forbindelse med dette oppdraget har derfor SSB i samarbeid med Miljøakustikk AS gjort forenklete beregninger av L_{night} og $L_{\text{day,16h}}$, ved å benytte en standard døgnfordeling for trafikken (vedlegg 1).

Støyplage som følge av vegtrafikkstøy – beregning av DALY

Plage er det mest vanlige utfallet som måles i forbindelse med støy, og retningslinjer og anbefalinger knyttet til støy retter seg mot å unngå sterk støyplage og søvnforstyrrelser. På bakgrunn av mange års forskning på støyplage fra de mest vanlig forekommende kilder, er det utarbeidet standard spørsmål på plagethet av støy i spørreskjemaundersøkelser på en lang rekke språk (Fields m.fl., 2001; International Organization for Standardization, 2009). Det spores om grad av opplevd plage som følge av støy fra en spesifikk kilde, for eksempel vegtrafikk, og vedkommende svarer på en gradert skala fra 1 til 5, hvor 1 er ”ikke plaget”, og 5 er ”ekstremt plaget” av støy. Det er store individuelle variasjoner i sensitivitet for støy, men på bakgrunn av en rekke undersøkelser er det utviklet eksponerings-responskurver for sammenhengen mellom støynivå og andel støyplagede som skal være representative for en normalbefolkning (Miedema and Oudshoorn, 2001). Slike kurver viser at andelen støyplagede øker med økende støynivå (se figur, vedlegg 2).

I tabell 1 a-c nedenfor er det vist alternative beregninger av DALYs for ”sterkt støyplaget” som følge av vegtrafikkstøy med bruk av 3 ulike alvorlighetsvekter på samme måte som i rapporten fra WHO. I tabell 1a er det vist beregninger av antall eksponerte personer fra 55 dB og oppover. Det foreligger ikke beregninger av nivåer under 55 dB, og antall utsatte for nivåer under dette mangler. Ved å ikke inkludere noen av disse, gir trolig en underestimering siden det mest sannsynlig vil være en viss andel som er sterkt plaget av vegtrafikkstøy også ved nivåer under 55 dB. I rapporten utarbeidet av WHO er det valgt å sette antall eksponerte $L_{\text{den}} < 55$ dB lik den andelen av befolkningen¹ som ikke er eksponert for nivåer som er høyere enn dette. Andelen med helseutfall, i dette tilfellet andel sterkt støyplaget er satt til 2,77 for alle som er eksponert for $L_{\text{den}} < 55$ dB. Dette tilsvarer beregnet andel sterkt plagede ved $L_{\text{den}} = 48$ dB (vedlegg 2). Dette vil muligens overestimere bidraget til andel sterkt støyplaget, siden det trolig er en viss andel som er utsatt for lavere støynivåer med noe lavere andel sterkt plaget. Siden dette gjelder en stor andel av befolkningen vil valg av estimat for andel sterkt plaget ha relativt stor betydning for beregnede DALYs. I tabell 1b er disse inkludert (rad merket med gult) i de norske beregningene.

¹ Befolkningen innenfor områder som er inkludert i kartleggingen

Som et alternativ til dette har vi antatt at en viss andel er eksponert for L_{den} mellom 50 og 55. Dette antallet er imidlertid ikke kartlagt, men det er antatt at dette gjelder en relativt stor gruppe (Miljostatus.no). Vi har derfor valgt å legge til grunn et mer konservativt anslag enn WHO og inkluderer 25 % basert på en tilpasset Weibullfordeling av andel eksponerte i ulike støynivåintervaller (vedlegg 3). Resultater for en slik alternativ beregning finnes i Tabell 1c. Andel sterkt plaget i støynivåintervallet 50,0 – 54,9 dB er satt lik gjennomsnittet for dette støynivåintervalletkategorien dvs. 4,93 (vedlegg 2).

Estimatene for andel sterkt plagede er basert på eksponerings-responsammenhenger utviklet fra metaanalyser (Miedema and Oudshoorn, 2001) og er satt lik det som er beregnet for den midtre verdi i hver støynivåkategori (se tabell, vedlegg 2).

Tabell 1a. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori i Norge (SSB, 2007) med tilhørende **andel sterkt støyplaget** av vegtrafikk og DALYs.

L_{den} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt plaget"	Antall "sterkt plaget"	DALY	DALY	DALY
					0,01	0,02	0,12
55,0-59,9	821 200	17,5	8,16	67 010	670	1 340	8 041
60,0-64,9	402 400	8,6	12,96	52 151	522	1 043	6 258
65-69,9	181 100	3,9	20,08	36 365	364	727	4 364
70-74,9	39 100	0,8	30,25	11 828	118	237	1 419
>75	1 900	0,0	30,25	575	6	11	69
SUM	1 445 700	30,9		167 928	1 679	3 359	20 151

Tabell1b. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori i Norge (SSB, 2007) med tilhørende **andel sterkt støyplaget** av vegtrafikk og DALYs beregnet på samme måte som i WHO rapporten (jmf. Tabell 6.1) side 94).

L_{den} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt plaget"	Antall "sterkt plaget"	DALY	DALY	DALY
					0,01	0,02	0,12
<55,0	3 235 434	69,1	2,77	89 622	896	1 792	10 755
55,0-59,9	821 200	17,5	8,16	67 010	670	1 340	8 041
60,0-64,9	402 400	8,6	12,96	52 151	522	1 043	6 258
65,0-69,9	181 100	3,9	20,08	36 365	364	727	4 364
70,0-74,9	39 100	0,8	30,25	11 828	118	237	1 419
>75	1 900	0,0	30,25	575	6	11	69
SUM	4 681 134			257 550	2 575	5 151	30 906

Tabell 1c. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori i Norge (SSB, 2007) med tilhørende **andel sterkt støyplaget** og DALYs *beregnet med en antagelse om at ca. 25 % av befolkningen er eksponert for L_{den} 50,0-54,9 dB.

L_{den} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt plaget"	Antall "sterkt plaget"	DALY	DALY	DALY
					0,01	0,02	0,12
50,0-54,9	1 170 284	25,0*	4,93	57 695	577	1 154	6 923
55,0-59,9	821 200	17,5	8,16	67 010	670	1 340	8 041
60,0-64,9	402 400	8,6	12,96	52 151	522	1 043	6 258
65-69,9	181 100	3,9	20,08	36 365	364	727	4 364
70-74,9	39 100	0,8	30,25	11 828	118	237	1 419
>75	1 900	0,0	30,25	575	6	11	69
SUM	2 615 984	55,9		225 623	2 256	4 512	27 075

Disse beregningene indikerer at antall personer som er sterkt plaget av vegtrafikkstøy i Norge ligger mellom 167 000 og 258 000, dvs. mellom 3,6 og 5,5 % av befolkningen.

Vegtrafikkstøy og selvrapporterte søvnforstyrrelser – beregning av DALY

Beregning av DALYs for støyrelaterte søvnforstyrrelser i WHO-rapporten er basert på selvrapporterte søvnforstyrrelser. På samme måte som man har målt støyplage i større befolkningsundersøkelser har man spurt om grad av opplevde søvnforstyrrelser som følge av støy fra ulike kilder. Det er ofte 5 svaralternativer på en gradert skala fra 1 til 5, hvor 1 er "ikke søvnforstyrret", og 5 er "ekstremt søvnforstyrret" av støy. På bakgrunn av flere slike studier er det utviklet eksponerings-responskurver for sammenhengen mellom støynivå og andel søvnforstyrrede som skal være representative for en normalbefolkning (Miedema and Vos, 2007). Slike kurver viser at andelen som opplever søvnforstyrrelser på grunn av støy øker med økende støynivå (se figur, vedlegg 4).

I tabell 2a - c nedenfor er det vist beregninger av DALYs for "sterkt søvnforstyrret" som følge av vegtrafikkstøy i Norge med bruk av 3 ulike alvorlighetsvekter på samme måte som i rapporten fra WHO. Tabell 2a viser resultatet for det faktiske beregningsgrunnlaget fra SSB, mens i tabell 2b har vi gjort beregningene på samme måte som i WHO rapporten, dvs. vi har gjort samme antagelse at om lag like stor andel av befolkningen er eksponert for støynivåer mellom 45 og 50 dB som mellom 50 og 55 dB. I tabell 2c har vi, etter ønske fra Klif, inkludert estimater på andel eksponerte i kategoriene L_{night} 40-44,9 dB og 45,0-49,9 dB, basert på en tilpasset Weibullfordeling. Siden en slik fordeling virket noe urimelig for L_{night} , er andelen eksponert for lavere støynivåer enn L_{night} 50 dB basert på en kombinasjon av forholdet mellom L_{den} og L_{night} , Weibull-fordeling og fordeling for en Oslo populasjon. Se for øvrig kommentarer til dette i vedlegg 3.

Estimatet for andel sterkt søvnforstyrrede er basert på eksponerings-responssammenhenger utviklet fra en samlet analyse av 24 studier (Miedema and Vos, 2007) og er satt lik det som er beregnet for den midtre verdi i hver støynivåkategori (se tabell, vedlegg 4).

Tabell 2a. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori med tilhørende **andel sterkt søvnforstyrret** på grunn av vegtrafikkstøy i Norge og DALYs

L_{night} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt søvnforstyrret"	Antall "sterkt søvnforstyrret"	DALY 0,04	DALY 0,07	DALY 0,1
50-54,9	656 000	14,01	6,6	43 296	1 732	3 031	4 330
55,0-59,9	275 700	5,89	9,6	26 467	1 059	1 853	2 647
60,0-64,9	89 200	1,91	13,2	11 774	471	824	1 177
65-69,9	8 600	0,18	17,6	1 514	61	106	151
70-74,9	500	0,01	22,8	114	5	8	11
>75	0	0,00	25,6	0	0	0	0
SUM	1 030 000	22,00		83 165	3 327	5 822	8 317

Tabell 2b. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori med tilhørende **andel sterkt søvnforstyrret** på grunn av vegtrafikkstøy i Norge og DALYs *etter samme betraktninger som WHO om at samme andel er eksponert for støy i intervallet 45,0-49,9 dB som i intervallet 50,0-54,9 dB.

L_{night} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt søvnforstyrret"	Antall "sterkt søvnforstyrret"	DALY 0,04	DALY 0,07	DALY 0,1
45,0-49,9*	656 000	14,01	4,5	29 520	1 181	2 066	2 952
50,0-54,9	656 000	14,01	6,6	43 296	1 732	3 031	4 330
55,0-59,9	275 700	5,89	9,6	26 467	1 059	1 853	2 647
60,0-64,9	89 200	1,91	13,2	11 774	471	824	1 177
65-69,9	8 600	0,18	17,6	1 514	61	106	151
70-74,9	500	0,01	22,8	114	5	8	11
>75	0	0,00	25,6	0	0	0	0
SUM	1 686 000	36,02		112 685	4 507	7 888	11 269

Tabell 2c. Beregnet antall eksponerte i hver støynivåkategori med tilhørende **andel sterkt søvnforstyrret** på grunn av vegtrafikkstøy i Norge og DALYs. *Estimert andel i de to laveste støynivåkategoriene (se vedlegg 3).

L _{night} (dB)	Antall eksponerte	Andel eksponerte	Andel "sterkt søvnforstyrret"	Antall "sterkt søvnforstyrret"	DALY 0,04	DALY 0,07	DALY 0,1
40-44,9	702 170	15,00*	3	21 065	843	1 475	2 170
45-49,9	936 227	20,00*	4,5	42 130	1 685	2 949	4 213
50-54,9	656 000	14,01	6,6	43 296	1 732	3 031	4 330
55,0-59,9	275 700	5,89	9,6	26 467	1 059	1 853	2 647
60,0-64,9	89 200	1,91	13,2	11 774	471	824	1 177
65-69,9	8 600	0,18	17,6	1 514	61	106	151
70-74,9	500	0,01	22,8	114	5	8	11
>75	0	0,00	25,6	0	0	0	0
SUM	2 668 397	57,00		146 361	5 854	10 245	14 636

Disse beregningene indikerer at antall personer som er sterkt søvnforstyrret på grunn av vegtrafikkstøy i Norge ligger mellom 80 000 og 150 000, dvs. omlag 2-3 % av befolkningen.

Støy og hjerte-karsykdom – beregning av DALY

Per i dag vet vi ikke eksakt hvor mange som får ikke-dødelige hjerte- og karsykdommer i Norge. Et nasjonalt register over hjerte-karsykdommer er under utvikling, men data på hjerte-karsykdom er foreløpig ikke tilgjengelige. Beregninger tyder på at mellom 12 000 og 15 000 personer får akutt hjerteinfarkt i Norge hvert år (www.fhi.no). Beregninger av DALYs er derfor basert på (et gjennomsnitt av) dette anslaget av nye årlige tilfeller av hjerteinfarkt og må anses å gi et foreløpig og ganske usikkert estimat. Innenfor dette begrensede oppdraget har vi derfor valgt å benytte de beste data som foreligger og gi et foreløpig estimat på DALYs for hjerte-karsykdom og død som kan skyldes vegtrafikkstøy. Vi har gjort disse beregningene etter samme modell som i eksempelet gjort for Tyskland i WHO rapporten side 25.

I tabell 3 gis en oversikt over hvor mange som er utsatt for ulike nivåer av vegtrafikkstøy på dag og kveld (L_{day,16h}) i Norge. Med bakgrunn i WHO's risikoestimer for hjerte-karsykdom (vedlegg 5) er det beregnet vegtrafikkstøyens tilskrivbare andel av befolkningens hjerte-karsykdommer. Estimaten for relativ risiko for sammenhengen mellom vegtrafikkstøy og hjerte-karsykdom er basert på flere befolkningsstudier fra Tyskland (bl.a. Babisch, 2008). Vi har benyttet tilsvarende alvorlighetsvekt på 0,405 for akutt hjerteinfarkt som i WHO-rapporten. Angina pectoris, for eksempel, er tillagt en alvorlighetsvekt på 0,108. Det er ikke fastsatt noen samlet alvorlighetsvekt for iskemisk hjertesykdom. Derfor er det benyttet alvorlighetsvekten for akutt hjerteinfarkt på 0,405 for beregninger av DALYs.

Tabell 3. Antall eksponerte for vegtrafikkstøy (L_{day,16h}) i 2007 og beregnet andel av hjerteinfarkt som kan tilskrives vegtrafikkstøy i Norge.

L _{day,16h} (dB)	Antall eksponert	Andel eksponerte	Relativ risiko	Tilskrivbar andel (AR)
<60	3 922 334	83,79	1,000	0,00
60,0 – 64,9	314 500	6,72	1,031	3,01
65,0 – 69,9	121 000	2,58	1,099	9,01
70,0 – 74,9	15 400	0,33	1,211	17,42
> 75	900	0,02	1,372	27,11
SUM	4 681 134*			

*Totalt befolkningsstall i Norge per 1.1.2007: 4 681 134 (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

Beregning av befolkningens tilskrivbare andel

Befolkningens tilskrivbare andel (*Population attributable fraction, PAF*) er et uttrykk for hvor stor andel av et helseutfall i hele populasjonen som skyldes en gitt eksponering.

Befolkningens andel av hjerte-karsykdommer som kan tilskrives vegtrafikkstøy ble beregnet etter følgende formel:

$$PAF = \{(\sum (P_i \cdot R_{ri}) - 1) / \sum (P_i \cdot R_{ri})\}$$

P_i = andel av populasjonen i eksponeringskategori i

R_{ri} = relativ risiko for utfall i eksponeringskategori i sammenlignet med referanse kategorien

$$PAF = \frac{(0,0672 \times 1,031 + 0,0258 \times 1,099 + 0,0033 \times 1,211 + 0,0002 \times 1,372) - 1}{(0,0672 \times 1,031 + 0,0258 \times 1,099 + 0,0033 \times 1,211 + 0,0002 \times 1,372)} = 0,0056$$

Dette viser at befolkningens andel av hjerte-karsykdommer som kan tilskrives vegtrafikkstøy er i størrelsesorden 0,6 %.

Siden vi nedenfor vil inkludere antall tapte leveår som følge av hjerte-kardødsfall trekkes disse fra antall syke i beregningene av DALYs for sykdom. I følge SSBs statistikk var det til sammen 3775 som døde av hjerteinfarkt i 2007. Som utgangspunkt for beregning av tapte friske leveår på grunn av hjerte-karsykdom benyttes derfor 13 500 syke minus 3775 døde, som til sammen er 9 725 syke som ikke døde. Med forutsetning om en årsaks-virkningssammenheng tilsvarer dette 22 tapte friske leveår per år som kan tilskrives trafikkstøyrelatert hjerte-karsykdom:

DALYs (sykdom) = Total tilskrivbar andel (PAF) x Alvorlighetsvekt (DW) x \sum antall syke x sykdomslengde

$$DALYs (sykdom) = 0,0056 \times 0,405 \times 9\,725 = 22$$

I beregningene er det antatt ett tapt funksjonsfriskt år per antall syke.

I tabell 4 vises tall fra SSB for dødsfall grunnet akutt hjerteinfarkt (ICD 10: 121-122) i 2007 for aldersgruppene 25 og oppover. Til sammen for kvinner og menn var det 3 775 som døde av akutt hjerteinfarkt i 2007 (tabell 4). For å beregne DALY er det for hvert kjønn og hver aldersgruppe (> 25 år) beregnet antall gjenstående leveår på bakgrunn av gjennomsnittlig forventet levealder (Tabell 4). Forventet levealder i 2007 for menn var 77,8 år og for kvinner 82,7 år (SSB). I beregningene er det ikke tatt hensyn til at forventet levealder stiger med økende alder.

Tabell 4. Antall meldte dødsfall på grunn av akutt hjerteinfarkt (121-122) i 2007 (SSB) og beregnet tapte leveår.

Alder	Menn		Kvinner	
	Dødsfall	Tapte leveår	Dødsfall	Tapte leveår
25-34 år	1	49	0	0
35-44 år	29	1 122	4	173
45-54 år	88	2 526	18	598
55-64 år	237	4 432	67	1 554
65-74 år	320	2 784	137	1 808
75 år og over	1286	4 115	1588	12 228
SUM	1961	15 028	1814	16 361

Tabell 4 viser at det til sammen for kvinner og menn var 31 389 leveår som gikk tapt som følge av hjerte-kardød. De tapte leveårene blir så multiplisert med tilskrivbar andel (0,56 %).

Dersom vi benytter de samme risikoestimatene på dødsfall på grunn av hjerteinfarkt som for sykdomsrisiko får vi 176 tapte leveår som kan tilskrives vegtrafikkstøy:

$$\text{DALYs (død)} = \text{Total tilskrivbar andel (PAF)} \times \Sigma \text{ døde} \times \text{forventet antall gjenstående leveår}$$
$$\text{DALYs (død)} = 0,0056 \times 31\,389 = 176$$

Summen av tapte funksjonsfriske leveår (YLD) og tapte leveår (YLL) som kan tilskrives vegtrafikkstøy blir da:

$$\text{DALY} = \text{YLD} + \text{YLL} = 22 + 176 = 198$$

I tabell 5 vises en oppsummeringstabell med beregnet helsebelastning på grunn av vegtrafikkstøy for støyplage, selvrapporterte søvnforstyrrelser og hjerte-karsykdom/død i Norge, basert på samme metode og alvorlighetsvekter som i rapporten fra WHO. For «sterk støyplage» og «sterkt søvnforstyrret» har vi lagt til grunn beregningene fra hhv. tabell 1c og 2c, hvor vi har gjort en noe mer kvalifisert estimering i lavere støynivåer utover det som det forekommer data for. DALYs for de ulike helseutfall er ikke summert. Grunnet til dette er at blant de som er sterkt støyplaget vil det være en stor andel som også opplever søvnforstyrrelser. Hvor stor denne andelen er, er usikker da det er lite publiserte data på dette. I Folkehelseinstituttets studie *Transportstøy og søvnforstyrrelser* (Aasvang, 2010) rapporterte om lag 44 % av de som var mye og ekstremt støyplaget at de også opplevde varierende grad av søvnforstyrrelser på grunn av vegtrafikk. Det er ikke usannsynlig at den mulige økte risiko for hjerte-karsykdommer som følge av trafikkstøy går via opplevd stress som følge av støyplage og redusert søvnkvalitet. År med støyplager og søvnforstyrrelser kommer i så fall forut for, og i tillegg til år med hjertesykdom.

Tabell 5. Helsebelastning som følge av vegtrafikkstøy i Norge. Estimaten på støyplage og søvnforstyrrelser må ikke summeres, da disse helsevirkningene ikke er uavhengige av hverandre.

Utfall	DALY
Sterkt støyplaget på grunn av vegtrafikkstøy	4 512
Sterkt søvnforstyrret på grunn av vegtrafikkstøy	10 245
Hjerte-karsykdom/død som følge av vegtrafikkstøy	198

Usikkerheter og diskusjon

Estimatene for DALY er beheftet med usikkerhet. I WHO-rapporten er ikke konfidensintervall for estimatene inkludert, noe vi mener burde vært tatt med, spesielt for estimatene for helsebelastning knyttet til hjerte-karsykdom og dødelighet. Med hensyn til støyplage og selvrapporterte søvnforstyrrelser vil de største usikkerhetene ligge i estimert andel som er eksponert for ulike støynivåer fra vegtrafikk og spesielt ved lavere nivåer. SSB har ved hjelp av nasjonal støymodell beregnet støy ned $L_{\text{den}} = 55$ dB og $L_{\text{night}} = 50$ dB. Hvordan andelen eksponerte fordeler seg ved lavere støynivåer enn dette er svært usikkert. Vi har vist resultater for et estimat på $L_{\text{night}} 45-50$ dB på 14% med samme antagelse som i WHO rapporten. Vi har også forsøkt oss med en forsiktig tilnærming ved hjelp av Weibullfordeling som kan tyde på en større andel, og velger å legge dette til grunn for beregning av DALY for sterk støyplage og sterk søvnforstyrrelse.

Beregningene gjennomført for søvnforstyrrelser er basert på publiserte eksponerings-responssammenhenger mellom L_{night} ved mest eksponerte fasade og andel som oppgir sterk grad av søvnforstyrrelser som følge av vegtrafikkstøy. Slike sammenhenger er ikke publisert

for L_{night} utenfor soveromsfasade som ville vært mer korrekt, men informasjon om soveromsplassering i forhold til trafikkert veg er sjelden tilgjengelig. For at beregningene for andel søvnforstyrrelser som skyldes vegtrafikkstøy i Norge skal være rimelige, er det derfor en forutsetning at andelen med soverom bort fra mest støyeksponerte fasade er noenlunde lik som for den populasjonen eksponerings-responsammenhengene er basert på. Støyberegningene som er lagt til grunn i denne rapporten er gjort for mest eksponerte fasade, men det vil trolig være en stor andel som har soverommet mot en mer stille side og derfor ha betydelig lavere støynivå utenfor soverom. Se forøvrig vedlegg 4 hvor eksponerings-responsammenhenger for selvrapporterte søvnforstyrrelser fra FHIs studie i 2000 sammenlignes med Miedema og Vos, 2007.

Videre er det usikkerhet i forhold til alvorlighetsvektene som er benyttet for plage og søvnforstyrrelser. For at DALY-beregningene skal gi noe i tillegg til den konvensjonelle beregningen av antall personer sterkt plaget eller sterk søvnforstyrret, må vektene være meningsfulle. Alvorlighetsvektene som er benyttet av WHO er 0,02 og 0,07 for hhv. sterk støyplage og sterkt søvnforstyrret på grunn av støy. Andre plager og lidelser som er gitt tilsvarende alvorlighetsvekter (Lopez m.fl., 2006) kan nevnes for sammenlignings skyld: for eksempel kan vi nevne at episoder med mellomørebetennelse er gitt alvorlighetsvekt 0,023 og øvre luftveisinfeksjon – pharyngitt (halsbetennelse) er gitt en alvorlighetsvekt på 0,07. Videre er episoder med korsryggssmerter som gir funksjonsbegrensninger gitt alvorlighetsvekten 0,061.

Det er uvisst i hvor stor grad støyplage kan bidra til redusert helse i form av redusert fysisk eller mental helsetilstand. Derfor er det viktig å presisere at DALYs for støyplage foreløpig må betraktes som tap av trivsel og livskvalitet mer enn tapte år på grunn av helseskade. Utilstrekkelig søvn er forbundet med en rekke helseproblemer, som angst, depresjon, økt risiko for overvekt, diabetes og hjerte-karsykdom (WHO, 2009). I hvor stor grad støyrelaterte søvnforstyrrelser kan bidra til slike helseutfall er ennå høyst usikkert og uavklart, men Folkehelseinstituttet har pågående forskningsprosjekter for å få mer kunnskap om mulige konsekvenser på helsen som følge av nattestøy.

Med hensyn til DALY beregningene for hjerte-karsykdom vil vi presisere at dette er svært usikre estimater. Selv om det etter hvert er flere studier som viser en sammenheng mellom vegtrafikkstøy og økt risiko for hjerte-karsykdom er det flere forhold som ikke er avklart, blant annet hvordan også luftforurensning fra vegtrafikken spiller inn. Videre vil vi presisere at risikoestimatene for sammenhengen mellom trafikkstøy og hjerteinfarkt er signifikant kun for populasjoner som har bodd flere år (mer enn 5-10 år) på samme bosted, dvs. vært utsatt for høye støynivåer over lengre tid. Konsistente funn på økt sykdomsrisiko er hovedsakelig funnet hos menn. En kvantitativ vurdering av helsebelastning som skyldes vegtrafikkstøy i Sverige har vurdert en usikkerhet i estimatene på $\pm 50\%$ som sannsynlig (Vägverket, 2009).

Vi har kun inkludert hjerteinfarkt i beregningene, men noen spesifikk årsaks mekanisme som skiller risiko for hjerteinfarkt fra annen iskemisk hjertesykdom er oss bekjent ikke påvist. I de senere år er det også studier som har funnet signifikante sammenhenger mellom vegtrafikkstøy og forhøyet blodtrykk, og senest i januar 2011 ble det publisert en stor dansk studie som viste en signifikant sammenheng mellom støy fra vegtrafikk og økt risiko for slag hos menn over 64 år (Sørensen m.fl., 2011). Vi har likevel valgt kun å inkludere hjerteinfarkt (sykdom og død) i våre beregninger slik som i WHO rapporten. Det foreligger ikke gode nasjonale data på hjerte-karsykkelighet. Det er da heller ikke tatt hensyn til varighet på sykdom, og vi vet heller ikke alder og kjønnsfordelingen i forekomst av hjerte-karsykdom.

Når det nye nasjonale registeret for hjerte- og karsykdom ved Folkehelseinstituttet blir satt i drift, trolig fra høsten 2012, vil vi få bedre datagrunnlag for å si mer om hva som bidrar til sykkelighet og dødelighet av hjerte- og karsykdom.

Det er videre ikke uproblematisk å bruke de samme risikoestimer for hjerte-kardødsfall som for hjerte-karsykdom. Det foreligger ingen god vitenskapelig dokumentasjon for at trafikkstøy bidrar til for tidlig dødsfall. I en nyere studie fra Nederland (Beelen m.fl., 2009) ble det konkludert med at trafikkrelatert luftforurensning viser en sammenheng med økt risiko for hjerte-karrelatert død, mens det uavhengige bidraget fra trafikkstøy var uavklart. Folkehelseinstituttet har et pågående prosjekt for å studere sammenheng mellom trafikkstøy og hjerte-kardødelighet, hvor vi også ser på andre risikofaktorer bl.a. luftforurensning. Vi vil også poengtere at det ikke finnes noen norske studier som viser sammenheng mellom trafikkstøy og risiko for hjerte-karsykkelighet, men at Folkehelseinstituttet har pågående studier og foreløpige resultater tyder på en svak sammenheng mellom støy fra vegtrafikk og risiko for forhøyet blodtrykk, også etter at NO₂ nivåer og andre risikofaktorer er kontrollert for.

Folkehelseinstituttet ønsker gjerne å gjøre nye beregninger på helsebelastning på grunn av trafikkstøy når vi har et bedre grunnlag, både med hensyn til bedre data på sykdomsforekomst og et bedre grunnlag for å vurdere inklusjon av dødelighet i beregningene. Videre er det behov for forbedringer i støyeksponeringskarakterisering, spesielt for nattestøy. Bidraget til DALY fra trafikkstøyrelatert hjerte-karsykdom og død er trolig uansett relativt lite sammenlignet med helse-/trivselstap som følge av støyplage og søvnforstyrrelser på grunn av trafikkstøy.

Referanser

Aasvang G.M. (2010). Effects of transportation noise on sleep – Assessment of nighttime noise exposure from railway and road traffic and effects on self-reported sleep and sleep assessed by polysomnography. Ph.D. thesis, Faculty of Medicine, UiO, Norway.

Babisch W. (2000). Traffic Noise and Cardiovascular Disease: Epidemiological Review and Synthesis. *Noise & Health*, 2000;2:9-32.

Babisch W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise & Health*, 10(38):27-33.

Babisch W., Beule B., Schust M., Kersten N., Ising H. (2005). Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology* 2005;16:33-40.

Beelen R., Hoek, G., Houthuijs D., van den Brandt P.A., Goldbohm R.A., Fischer P., Schouten L.J., Armstrong B. and Bruunekreef B. (2009). The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occup Environ. Med.* 66:243-50.

Engelien E., og Steinnes M. (2011). Støyplage i Norge. Dokumentasjon av metode. Statistisk sentralbyrå, Notater 33/2011.

Fields JM, de Jong RG, Gjestland T. et al. (2001). Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation. *J Sound and Vibration* 2001;242(4):641-79.

Fleten, C, Nafstad, P, Stigum, H, Brunbor, G, Schwarze, P, Aasvang, GM, Nord, E, Nystad, W. (2009) *Miljørettet helsevern: kjemiske, fysiske og biologiske miljøforholds betydning for helse i vårt land og fordelingen av disse.* Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt; rapport nr.: 2009:7.

International Organization for Standardization (2009). ISO/TS 15666:2003, Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. 2009.

Lopez AD., Mathers CD., Ezzati M., Jamison DT. and Murray CJL. eds. (2006). Global Burden of Disease and Risk Factors. New York: Oxford University Press.

Miedema H.M.E. and Vos H. (2007). Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behav. Sleep Med.* 5(1):1-20.

Miedema H.M.E. and Oudshoorn C.G.M. (2001). Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics L_{dn} and L_{den} and their confidence intervals. *Env. Health Perspect.* 109:409-16.

Sørensen M., Hvidberg M., Andersen Z.J., Nordsborg R.B., Lillelund K.G., Jakobsen J., Tjønneland A., Overvad K., Raaschou-Nielsen O. (2011). Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J.*, 32 (6): 737-744.

Vägverket (2009). Den svenska vägtransportsektorens folkhälsoeffekter og -kostnader (Publikation 2009:3). Borlänge: Vägverket.

WHO and European Commission (2011). Burden of disease from environmental noise – Quantification of healthy life years lost in Europe.

WHO (2009). Night Noise Guidelines for Europe.

Vedlegg 1

Standard døgnfordeling av trafikken (Oslo kommune) som er lagt til grunn for nye beregninger:

Type veg	Andel av trafikken (%)		
	dag (07.00-19.00)	kveld (19.00-23.00)	natt (23.00-07.00)
Kommunal veg	65	20	15
Riksveg	75	15	10

Formler for beregning av $L_{\text{day},16\text{h}}$ og L_{night} på grunnlag av $L_{\text{eq},24\text{h}}$ og døgnfordeling av trafikken.

Antar:

de% = andelen av årsdøgntrafikken på dag og kveld, dvs. 16 t, i prosent

n% = andelen av årsdøgntrafikken på natt, dvs. 8 t, i prosent

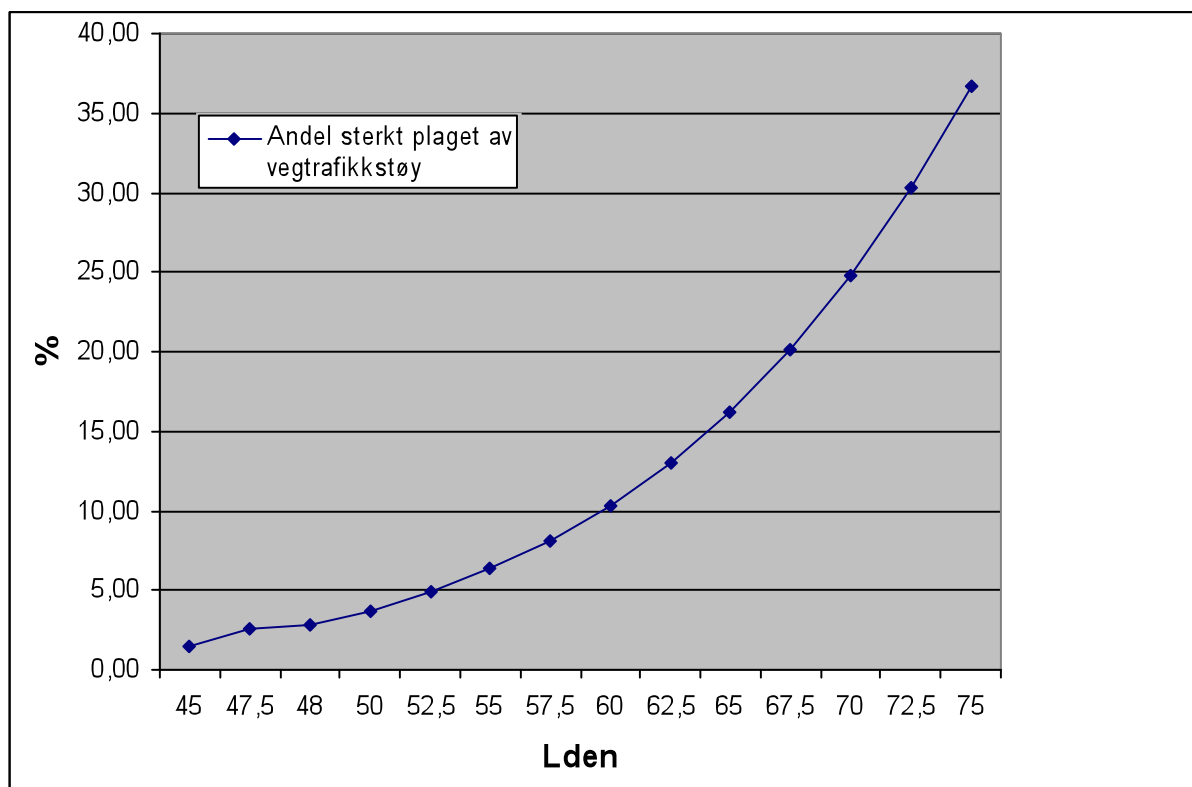
$$L_{\text{day},16\text{h}} = L_{\text{eq},24\text{h}} + 10\log((24/16)*(de\%/100))$$

$$L_{\text{night}} = L_{\text{eq},24\text{h}} + 10\log((24/8)*(n\%/100))$$

Vedlegg 2

Grunnlaget for beregninger av antall sterkt plaget på grunn av vegtrafikkstøy etter Miedema and Oudshoorn, 2001.

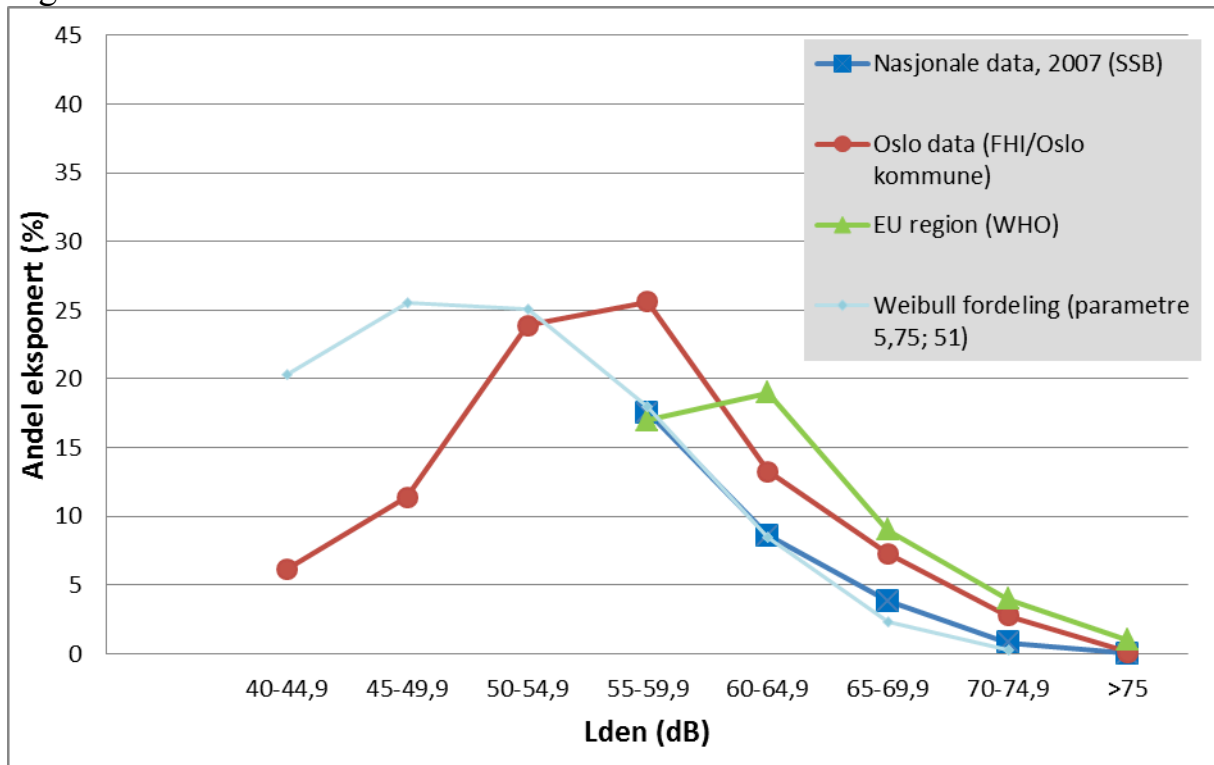
L _{den} (dB)	L _{den} (dB) kategori	% Highly annoyed (road traffic noise)
45		1,43
47,5		2,54
48	45,0 -49,9	2,77
50		3,68
52,5	50,0-54,9	4,93
55		6,39
57,5	55,0-59,9	8,16
60		10,31
62,5	60,0-64,9	12,96
65		16,18
67,5	65,0-69,9	20,08
70		24,73
72,5	70,0-74,9	30,25
75		36,71



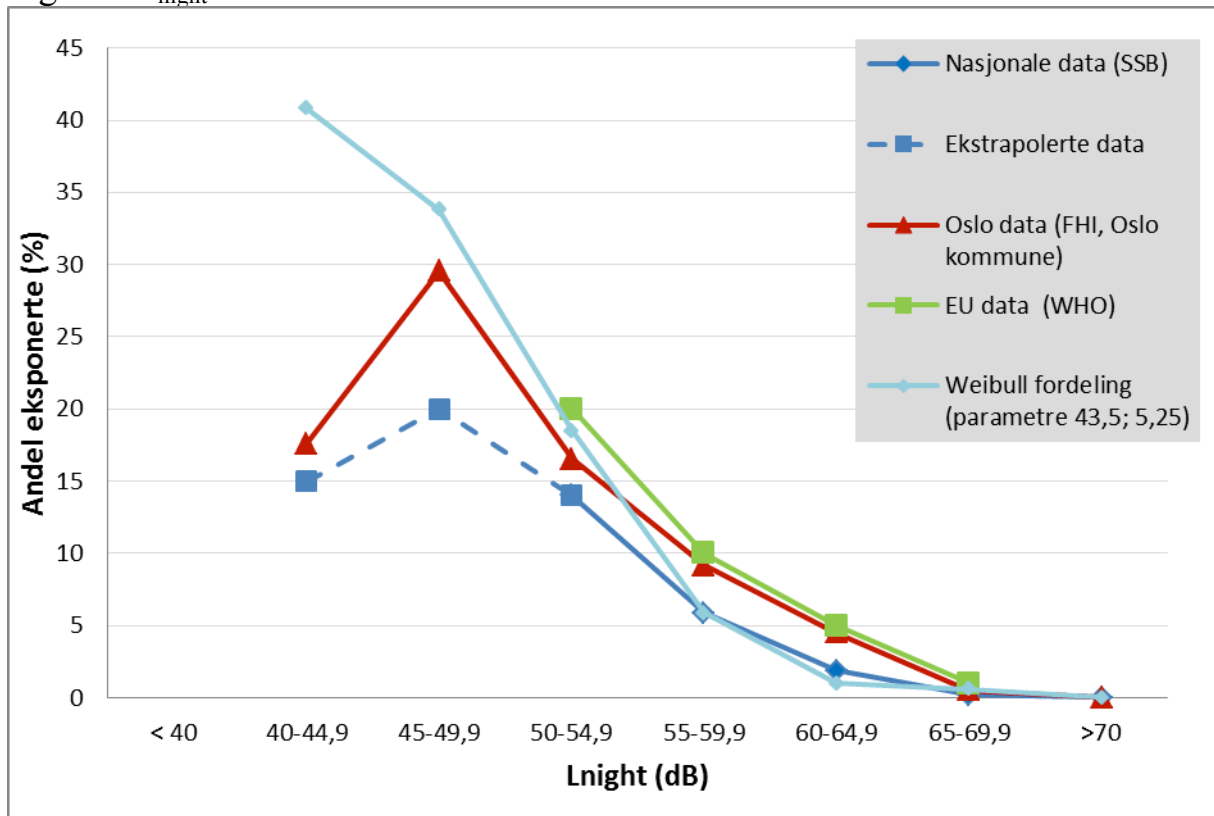
Eksponerings-responsammenheng for sterk støyplage. Konfidensintervallet er ikke inkludert her.

Vedlegg 3

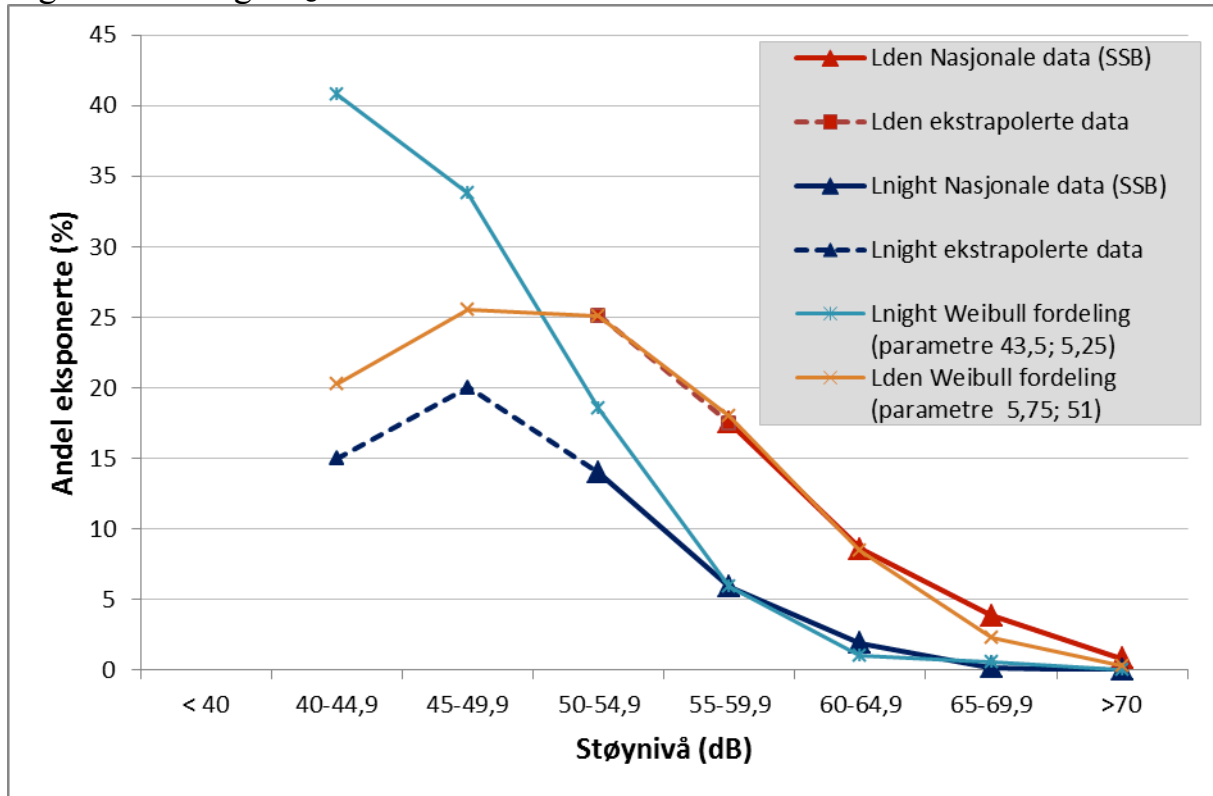
Figur 1. L_{den}



Figur 2. L_{night}



Figur 3. L_{den} og L_{night}

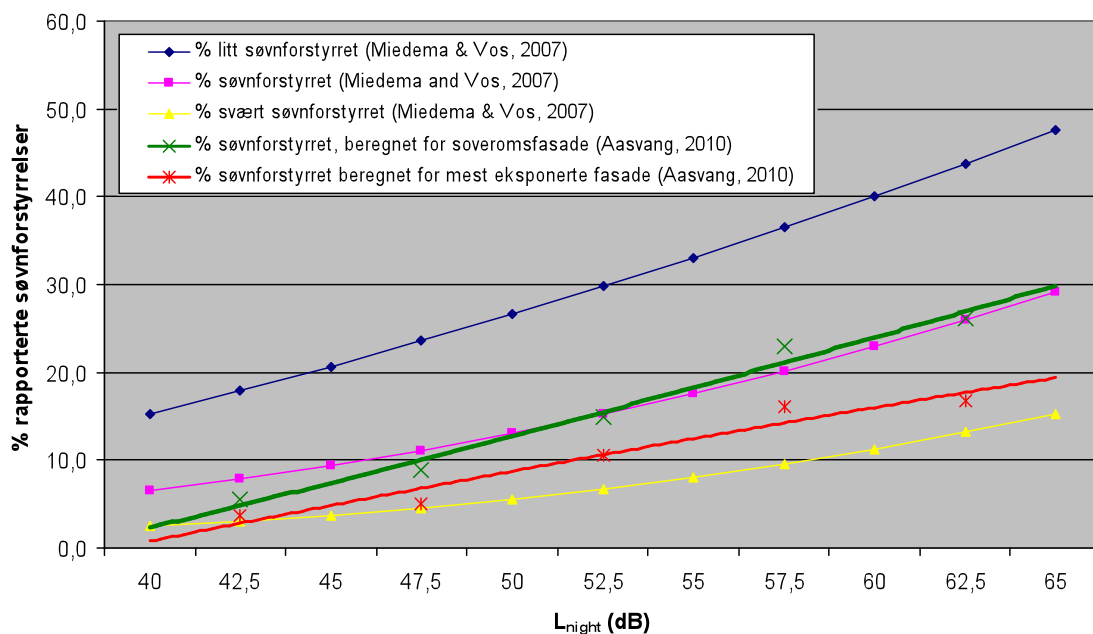


Figur 1-3: Vurderingene av andel eksponert for lavere støynivåer (ekstrapolerte data) enn beregnet av SSB, er basert på en kombinasjon av forholdet mellom L_{den} og L_{night} , forsøk med tilpasset Weibullfordeling og fordeling for en Oslo populasjon (ca. 11 000) beregnet av Oslo Kommune for deltagere i FHIs forskningsprosjekt på støy og risiko for hjerte-karsykdom. Det er rimelig å anta at nivåene ligger høyere for Oslo populasjonen (se figur 1 og 2). Siden ekstrapoleringen for L_{den} ned til 50 dB ut fra en Weibullfordeling virker rimelig kan vi ta utgangspunkt i dette for å ekstrapolere L_{night} nivåene. Antar derfor at den totale andelen eksponert for L_{den} fra 50 dB og oppover er noenlunde lik den andelen som er eksponert fra L_{night} fra 40 dB, siden med en trafikkfordeling på 65 – 20 – 15 (dag-kveld-natt) vil vi ha en differanse $L_{den} - L_{night} = 7.9$ dB, og tilsvarende for hovedvei: 75 – 15 – 10 gir en differanse = 8.7 dB. Med den valgte fordelingen er totalt beregnet andel $L_{den} > 50$ (inkludert ekstrapolering) på 56% av totalpopulasjon og totalt beregnet andel $L_{night} > 40$ (inkludert ekstrapolering) er 57% av totalpopulasjon.

Vedlegg 4

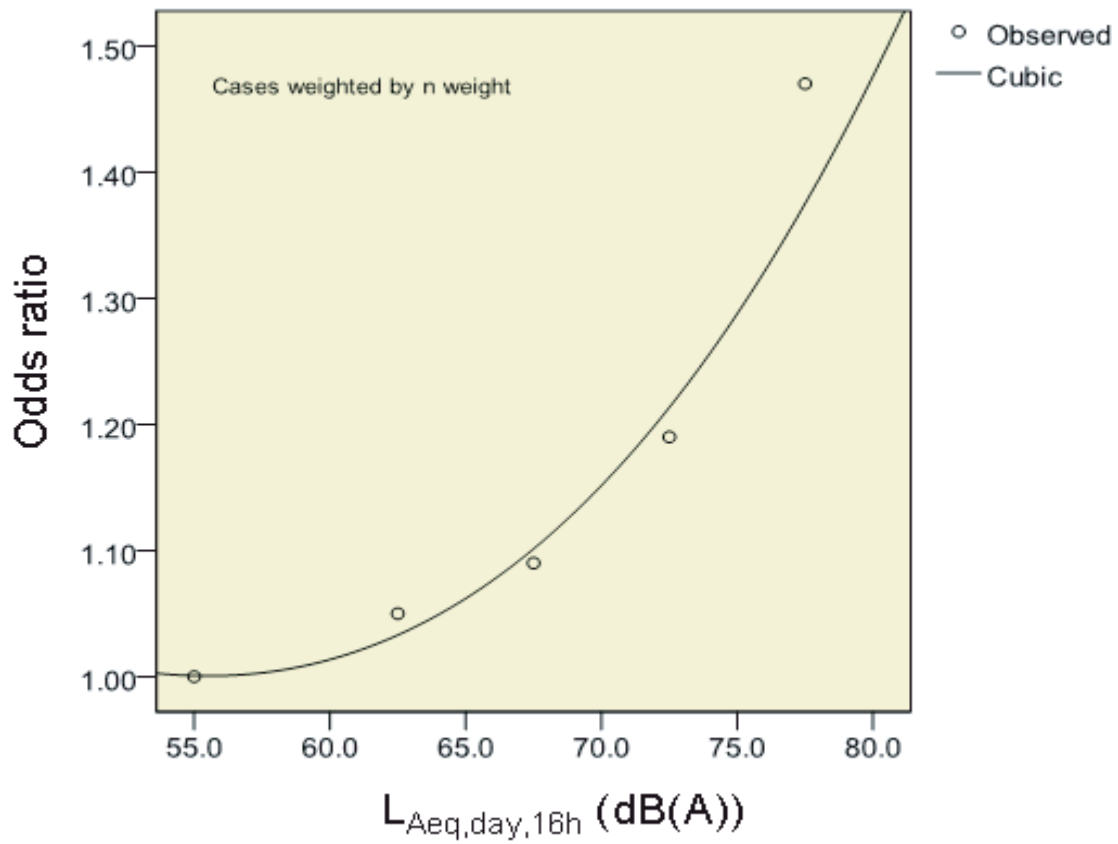
Grunnlag for beregninger av antall sterkt søvnforstyrrede på grunn av vegtrafikkstøy etter Miedema og Vos, 2007. Her er også vist andel noe søvnforstyrret og andel søvnforstyrret. De skraverne rutene er utenfor det området man har observert sammenhenger eller sammenhengene er vurdert som usikre. I disse støyintervallkategoriene er det derfor benyttet ekstrapolerte estimater på andel søvnforstyrrede.

L_{night} (dB)	L_{night} (dB) kategori	%Little Sleep disturbed (Road traffic noise)	%Sleep disturbed (Road traffic noise)	%Highly sleep disturbed Road traffic noise)
40		15,3	6,5	2,6
42,5		17,9	7,8	3,0
45		20,7	9,4	3,6
47,5	45,0-49,9	23,6	11,1	4,5
50		26,6	13,1	5,5
52,5	50,0-54,9	29,8	15,2	6,6
55		33,1	17,6	8,0
57,5	55,0-59,9	36,5	20,1	9,6
60		40,1	22,9	11,3
62,5	60,0-64,9	43,8	25,9	13,2
65		47,7	29,11	15,3
67,5		51,7	32,51	17,6
70		55,8	36,13	20,1
72,5		60,0	39,95	22,8
75		64,4	43,99	25,6



Eksponeerings-responssammenhenger for vegtrafikkstøy og andel sterkt søvnforstyrrede basert på Miedema og Vos sine resultater fra 2007, samt sammenhenger for Oslo basert på resultater fra FHIs trafikkstøy og søvnforstyrrelsstudie i 2000 (Aasvang, 2010), hvor eksponeerings-responssammenhenger er utviklet for L_{night} for soverom og for mest eksponerte fasade. Konfidensintervaller er ikke inkludert her.

Vedlegg 5



Polynom tilpasning av eksponerings-responssammenheng for trafikkstøy og odds ratio for hjerteinfarkt basert på sammenslåtte data fra 5 kasus-kontroll og kohortstudier (Babisch, 2008).