



# **TRAFIKSTØJ**

## **- ET OVERSET SAMFUNDSPROBLEM**

---

En hvidbog om løsninger og udfordringer,  
Maj 2016

Udarbejdet af Gate 21 og Rambøll med bidrag fra DELTA og Kræftens Bekæmpelse, hvor dette er angivet.



PORTEN TIL GRØN VÆKST



Realdania har bidraget til udgivelsen af hvidbogen, men er ikke ansvarlig for indhold og meninger, som kommer til udtryk.



# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. FORORD</b> .....	<b>4</b>
<b>2. FAKTA OM TRAFIKSTØJ</b> .....	<b>5</b>
LYDEN AF TRAFIK.....	5
STØJENS UDBREDELSE I DANMARK .....	7
FREMTIDSUDSIGTERNE FOR TRAFIKSTØJ .....	10
STØJEN FRA BILERNE .....	10
<b>3. HVORFOR ER TRAFIKSTØJ ET PROBLEM?</b> .....	<b>13</b>
<b>4. STØJENS GENEVIRKNING</b> .....	<b>14</b>
STØJGENE.....	14
NYESTE RESULTATER FOR GENER AF VEJSTØJ.....	14
<b>5. TRAFIKSTØJENS SUNDHEDSEFFEKTER</b> .....	<b>17</b>
HVORFOR ER UDSÆTTELSE FOR STØJ FARLIG?.....	17
TRAFIKSTØJ OG RISIKO FOR HJERTEKARSYGDOM .....	17
TRAFIKSTØJ, OVERVÆGT OG RISIKO FOR DIABETES.....	18
TRAFIKSTØJ OG RISIKO FOR KRÆFT .....	18
TRAFIKSTØJ OG BØRNS HELBRED.....	19
<b>6. LOVGIVNINGEN OG DET ADMINISTRATIVE ANSVAR</b> .....	<b>20</b>
GRÆNSEVÆRDIER FOR STØJ .....	20
DE POLITISKE MÅLSÆTNINGER OG INDSATSER .....	21
TRAFIKSTØJ OG EU LOVGIVNING .....	22
<b>7. DE SAMFUNDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER OG UDFORDRINGER</b> .....	<b>24</b>
DANSKE OPGØRELSER AF SAMFUNDSOMKOSTNINGER .....	24
DEN TRANSPORTØKONOMISKE ENHEDSPRIS FOR VEJSTØJ .....	27
<b>8. VEJE TIL MINDRE TRAFIKSTØJ – VIRKEMIDLER OG LØSNINGER</b> .....	<b>28</b>
MULIGHEDER FOR AT PLANLÆGGE FOR MINDRE STØJ .....	28
DÆMPNING AF STØJ VED KILDEN .....	30
STØJBARRIERER SOM PASSIVT VIRKEMIDDEL .....	33
EFFEKTER AF STØJREDUCERENDE TILTAG.....	36
<b>9. ANBEFALINGER TIL POLITISK HANDLING</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERENCER</b> .....	<b>42</b>

<b>Udgivet</b>	Maj 2016
<b>Oplag</b>	300
<b>Udgave</b>	1. oplag
<b>Layout</b>	Kasper Lavlund Bornø Jensen, Gate 21.
<b>Tryk</b>	Rosendahls
<b>Fotos</b>	Kenneth Løvholt / Living Media. Side 9 og 19: Mikkel Østergaard Side 24 (grafik): Indhold er modificeret fra Vecteezy.com Side 33 og 34: Allan Jensen Side 38: Kasper Thye, Copenhagen Media Center Side 39: Christian Alsing, Copenhagen Media Center
<b>Forfattere</b>	Allan Jensen, Afdelingschef, Akustik og Støj, Rambøll Torben Holm Pedersen, Senior Teknologi Specialist, DELTA (kapitel 3 og 4) Mette Sørensen, Seniorforsker, Kræftens Bekæmpelse (kapitel 5) Kirstine Hjorth Lorenzen, Projektleder for Silent City, Gate 21



MIX  
Papir fra  
anværettede skove  
FSC® C009089



541 Tryksag 492



## 1. FORORD

Støj er et af de vigtigste miljømæssige problemer. Alligevel overses det ofte i den politiske debat. Som mennesker forstyrres vi af støj i mange sammenhænge. Det kan være forstyrrende og stressende larm i vores arbejdsliv, støj i klasselokaler, for høj lyd i høretelefoner, nabolarm, larmende bygge- og anlægsarbejde eller trafikstøj, som har invaderet vores bolig og uderum. Støjen påvirker de fleste af os. Den påvirker vores helbred og livskvalitet negativt i et omfang, som vi endnu ikke helt kender. Men nye undersøgelser og forskning peger alle i samme retning – det er noget, vi skal tage alvorligt.

Støj fra trafikken er uden sammenligning den værste støjkilde i vores samfund. Mange steder i Danmark er folks boliger og nære udearealer i høj grad belastet af støj og udledninger fra trafikken. Bare i Danmark er over 720.000 boliger eller 1,4 millioner danskere påvirket af trafikstøj, som ligger over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi. På europæisk plan vurderes det, at 125 millioner europæere er påvirket af trafikstøj, og at over 20 millioner er direkte generet. WHO har derfor udpeget trafikstøj, som det andet største miljøproblem i EU – kun overgået af luftforurening.

På trods af problemets omfang bliver støjforurening kun omtalt og håndteret i begrænset omfang. Det vil vi med denne hvidbog gerne ændre. Vores boliger og byer bør indrettes, så alle har mulighed for at trække sig tilbage fra hverdagens larm. En god uforstyrret nattesøvn og adgang til at kunne bevæge sig rundt i stille grønne omgivelser væk fra hverdagens larm bør være hver mands eje. De samfundsmæssige og menneskelige omkostninger forbundet med kraftig støj er for høje.

Vi ønsker, at udfordringen med støj og akustiske lyd miljøer i højere grad skal imødegås løbende, også når vi i Danmark planlægger og bygger infrastruktur, byer og boliger. Hvidbogen viser, at mulighederne er til stede, men det kræver langsigtede politiske beslutninger og øget opmærksomhed i alle dele af samfundet.

## 2. FAKTA OM TRAFIKSTØJ

### LYDEN AF TRAFIK

Vi har skabt et samfund, hvor vi har mulighed og behov for at kunne transportere os med forskellige køretøjer. Fordelene ved dette er enorme, men der er også ulemper, som i stigende grad kommer til udtryk; en øget CO<sub>2</sub>-udledning, partikelforurening og ikke mindst larmen. En indsats for at få en mere grøn transport bør være helhedsorienteret og prioriteres i forhold til trafikens mange miljømæssige udfordringer. Her burde trafikstøj have en mere central placering i debatten. Heldigvis er det sådan, at de grønne trafikløsninger ofte løser flere problemer samtidig eksempelvis vil en øget offentlig transport reducere både støj, CO<sub>2</sub>-emissioner, kvælstofoxid og partikelforurening.

Trafikken på vejene er ikke det eneste, som larmer – toge og lufthavne påvirker også det samlede støj-billede. Men da denne støj udgør mindre end to procent af den samlede trafikstøj i Danmark, har vi i denne hvidbog valgt at fokusere på støjen fra vores veje og mulighederne for at gøre noget ved dette støjproblem. Når vi efterfølgende bruger termen "trafikstøj" referer vi derfor til den støj, som kommer fra vores veje.

Støjens bevægelser i vores byrum og landskab kan være uforudsigelige. Støjen bevæger sig ubesværet frem, hvis den ikke stoppes af fysiske barrierer som eksempelvis støjskærme. Forskellige overflader vil forstærke eller dæmpe lyden, og over stor afstand vil lyden forsvinde. Vejrforholdene påvirker støjens styrke, når den spredes. Jo større afstand, jo mere betyder vejrforholdene – det gælder især vinden, som i medvind forstærker støjen og i modvind kan bremse den. Hvis man bor nogle hundrede meter fra en befærdet vej, kan man derfor opleve, at støjen nogle gange er kraftig og andre gange svag, selvom trafikken er den samme. Det skyldes vejrforholdene. Tæt på vejen er støjen mere konstant, og der har vejrforholdene mindre betydning.

Motorer og vindmodstand er med til at skabe støj fra køretøjer, men den største del af støjen opstår i kontakten mellem dæk og vejbane. Dækstøjen dominerer for de fleste køretøjer, når hastigheden er over cirka 40 km/t. Derfor har dækkvalitet og vejbanens egenskaber afgørende betydning for trafikstøjens styrke. Motorstøjen har kun betydning ved hastigheder under 30-40 km/t for personbiler og 55-60 km/t for lastvogne.

Støjen fra en vej er ikke konstant, men varierer med trafikken. Langs veje med spredt trafik kan der være meget store udsving fra ingen støj mellem de enkelte

køretøjer til et højt støjniveau, når et køretøj passerer. Langs veje med tæt trafik flyder støjen fra de enkelte køretøjer sammen til en mere konstant støj. Der er også en variation over døgnet, hvor der er mest trafik og støj i myldretiderne og mindst midt om natten. Derudover afhænger støjen af trafikens sammensætning; en lastbil støjer cirka 10 gange så meget som en personbil, så antallet af tunge køretøjer på en vej har stor betydning. Trafikkens hastighed spiller også ind; jo højere hastighed, jo mere støj.

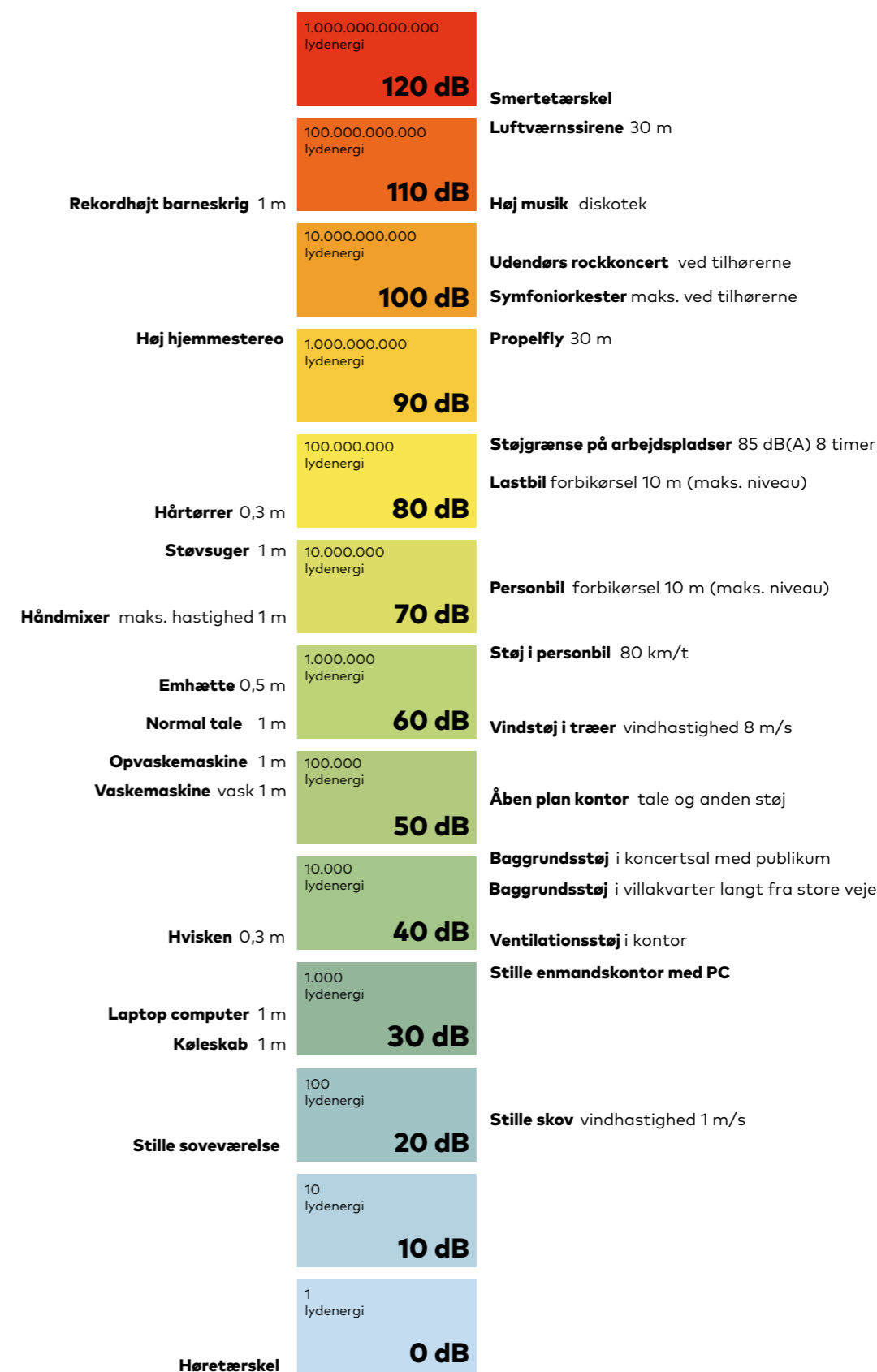
Man måler styrken af støj (støjniveauet) i decibel, der forkortes dB. Selvom støjen fra en vej ikke er konstant, så har det vist sig, at der er god sammenhæng mellem menneskers oplevelse af støjen og støjen angivet som en gennemsnitværdi over et døgn. Man ved imidlertid også, at vejstøj er mere generende for vejens naboer om aftenen og om natten end om dagen. Derfor har man indført en særlig måleenhed L<sub>den</sub> for trafikstøj. Det er en gennemsnitværdi for støjen over et døgn, hvor støjen fra en bil om aftenen tæller tre gange så meget som støjen fra en bil om dagen, og støjen fra en bil om natten tæller 10 gange så meget som en bil, der kører om dagen.

Trafikstøjens særlige fluktuerende karakter og døgnvariationerne betyder, at kortlægninger af støjproblemet omfang næsten altid foregår via beregninger, hvor data om blandt andet trafikmængder og bygninger er grundlag for fastlæggelse af støjniveauer. Støjberegninger er baseret på viden om støjen fra danske køretøjer, der er indhentet ved store måleprogrammer.

Der kan være stor forskel på, hvordan støjen fra de forskellige støjkluder opleves af mennesker, også selvom støjniveauet i decibel er det samme. Figur 1 illustrerer, at skalaen, man måler støj efter, er opbygget logaritmisk, hvilket er centralt for forståelsen af støjniveauer og -forskelle. Man kan betragte støj som energi, der overføres gennem luften. Den svageste lyd, som en normalt hørende person kan opfatte, kan sættes til 1. I så fald er lydenergien ved smertegrænsen 1.000.000.000.000 gange højere. En skala med så mange nuller er upraktisk og svarer ikke til den måde, vores hørelse opfatter ændringer i støjniveauer. Det er derfor, vi anvender decibelskalaen (dB), hvor 0 dB svarer til den svageste lyd, en normalt hørende kan opfatte, og 120 dB svarer til smertegrænsen. Hvis man sammenligner de to skalaer, så kan man se, at en ændring på 10 dB svarer til en ændring af lydenergien med en faktor 10. Nogle få dB kan altså være udtryk for en stor ændring af lydenergien.

## Støjbarometer

Lydtrykniveau dB (A)



Figur 1. Støjbarometer der illustrerer styrken af forskellige støjkluder i forhold til hinanden. Kilde: DELTA (Figuren er modificeret til denne hvidbog)

Det er årsagen til, at det kan være ganske svært at dæmpe støj fra for eksempel 70 dB til 50 dB – det betyder nemlig, at lydenergien skal reduceres med en faktor 100. I kapitel 8 er det beskrevet, hvordan man oplever ændringer i støjniveauer.

## STØJENS UDBREDELSE I DANMARK

Ifølge lovgivningen i Danmark er en bolig støjbelastet, hvis udearealet udsættes for vejstøj over den vejledende grænseværdi på  $L_{den}$  58 dB. Hvis støjen er over  $L_{den}$  68 dB, betegnes boligen som stærkt støjbelastet.

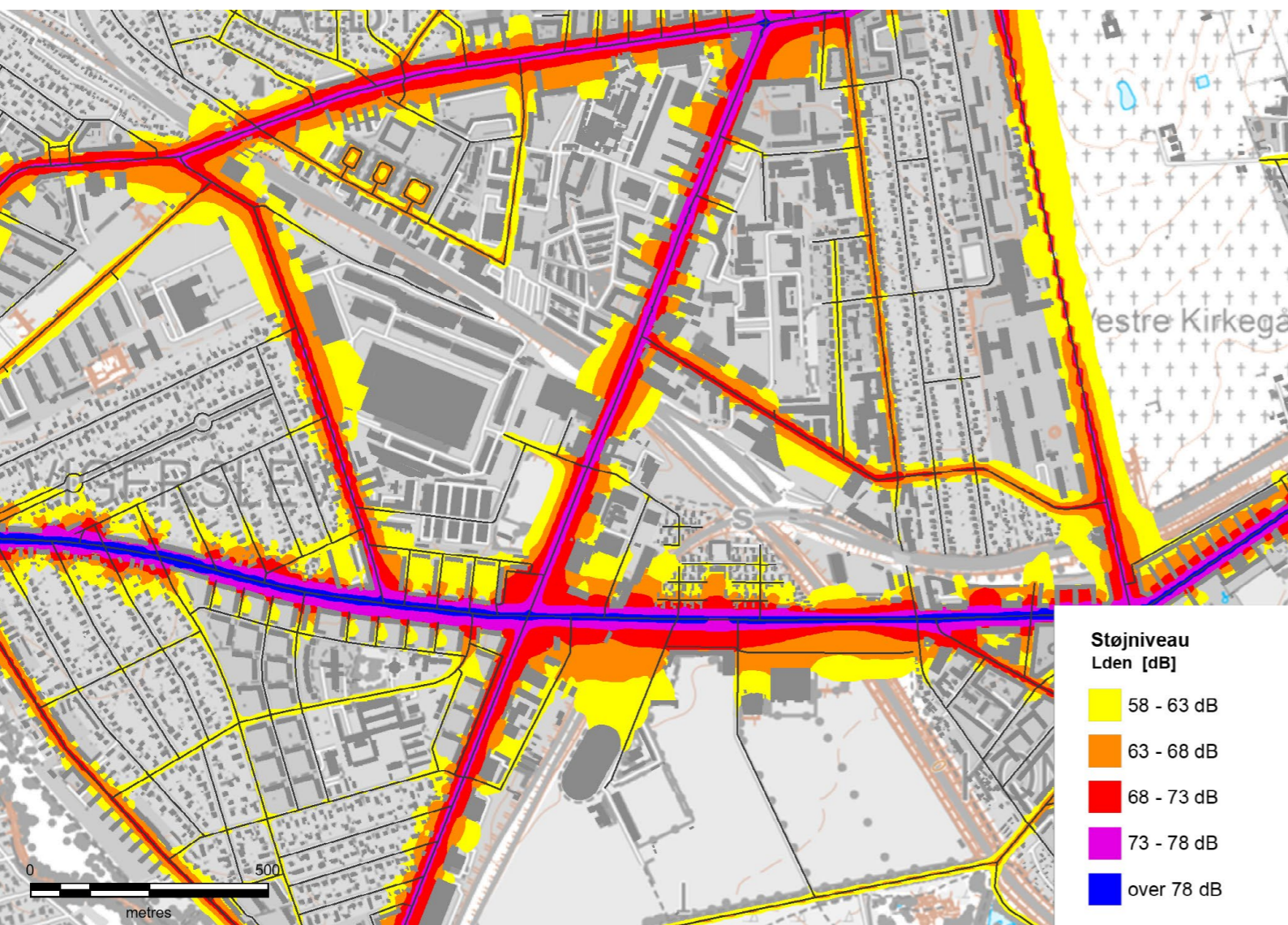
Hvert femte år udarbejder Miljøstyrelsen en opgørelse over antallet af boliger belastet af vejstøj i Danmark. Den seneste opgørelse fra 2012 viser, at:

- 724.000 boliger her i landet er støjbelastede på grund af vejstøj. Det svarer til 28 procent af alle boliger i Danmark<sup>1</sup> og berører cirka 1,36 millioner danskere<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Der er 2,6 millioner beboede boliger i Danmark (1).

<sup>2</sup> Tallet 1,36 millioner danskere er udregnet ud fra, at der i gennemsnit er 1,877 beboere pr. bolig, jævnfør Danmarks Statistik..

Figur 2. Udpluk af støjkort fra Folehaven i Københavns Kommune. Kilde: Rambøll

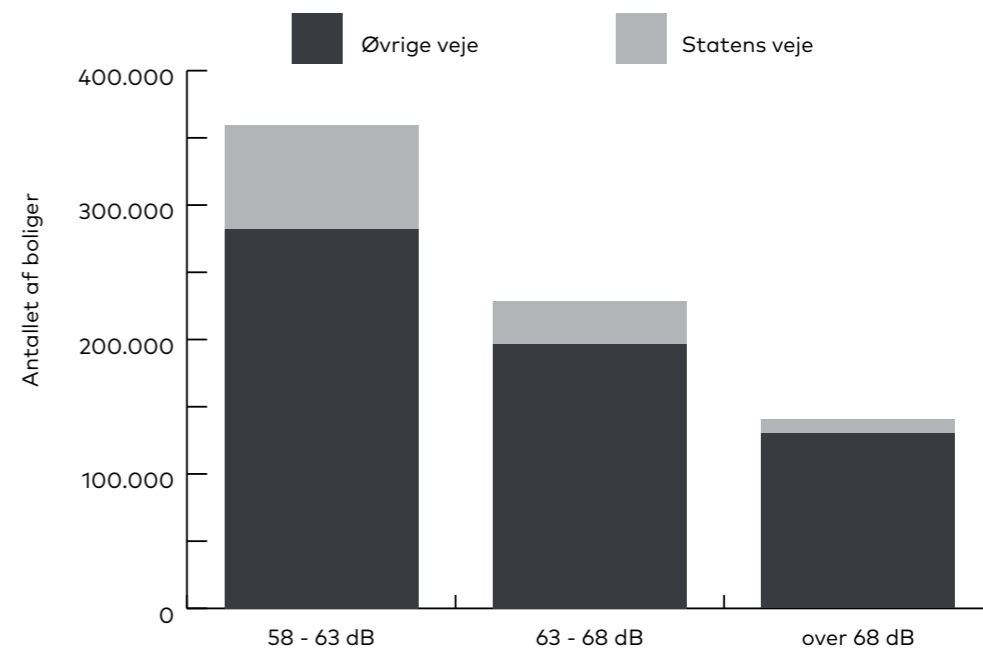


- 141.000 boliger er stærkt støjbelastede, svarende til 19 procent af alle støjbelastede boliger i Danmark.
- 119.000 af de støjbelastede boliger ligger langs statens veje, hvilket svarer til 16 procent af alle støjbelastede boliger. Heraf er 11.000 stærkt støjbelastede.
- 295.000 af de støjbelastede boliger ligger i Hovedstadsområdet<sup>3</sup>, svarende til 41 procent af alle støjbelastede boliger i Danmark. Heraf ligger cirka  $\frac{2}{3}$  i Københavns og Frederiksberg Kommune<sup>4</sup>.
- 84 procent af de støjbelastede boliger ligger ved kommunale veje. Det samme gælder mere end 90 procent af de stærkt støjbelastede boliger.

Til sammenligning er der cirka 7.000 støjbelastede boliger langs Banedanmarks jernbanestrækninger og cirka 1.800 omkring de tre største lufthavne – langt de fleste omkring Københavns Lufthavn (2)(4)(5)(6).

<sup>3</sup> København, Frederiksberg, Albertslund, Ballerup, Brøndby, Gladsaxe, Gentofte, Glostrup, Herlev, Hvidovre, Høje Taastrup, Lyngby-Taarbæk, Rødovre, Tårnby og Vallensbæk samt Egedal, Furesø, Greve, Hørsholm, Ishøj, Rudersdal og Solrød (3).

<sup>4</sup> 189.000 støjbelastede boliger ligger i de to kommuner (3).



Figur 3. Oversigt over støjbelastede boliger i Danmark (3)(40).

Der findes ingen opgørelser over antallet af boliger, der er støjbelastede på grund af virksomhedsstøj, men det skønnes at være nogle få tusinde. Ingen boliger er ifølge officielle opgørelser støjbelastede på grund af støj fra vindmøller. Dette skyldes, at vindmøllerne er underlagt ultimative grænseværdier, der aldrig må overskrides. De øvrige støjgrænseværdier er vejledende og kan, som det fremgår, ofte være overskredet.

Miljøstyrelsens opgørelse over støjbelastet boliger fra 2007 og 2012 viser, at antallet af støjbelastede boliger i Danmark i denne periode er faldet med otte procent (3). Faldet er størst for de stærkt støjbelastede boliger, der er faldet med 26 procent. Miljøstyrelsen vurderer, at årsagen er en mere udbredt brug af støjreducerende vejbelægninger kombineret med lavere hastigheder på vejnettet og et mindre fald i trafikken i perioden. Formentlig spiller det også en rolle, at der er en vis usikkerhed på den landsdækkende opgørelse af støjbelastede boliger, hvilket skyldes en løbende udvikling af de beregningsmetoder, der anvendes. Det betyder, at sammenligning af opgørelserne og efterfølgende konklusioner skal ske med forsigtighed. Endelig viser nyere undersøgelser, at generne fra støj fra motorveje hidtil har været undervurderet, hvilket forklares nærmere i kapitel 5.

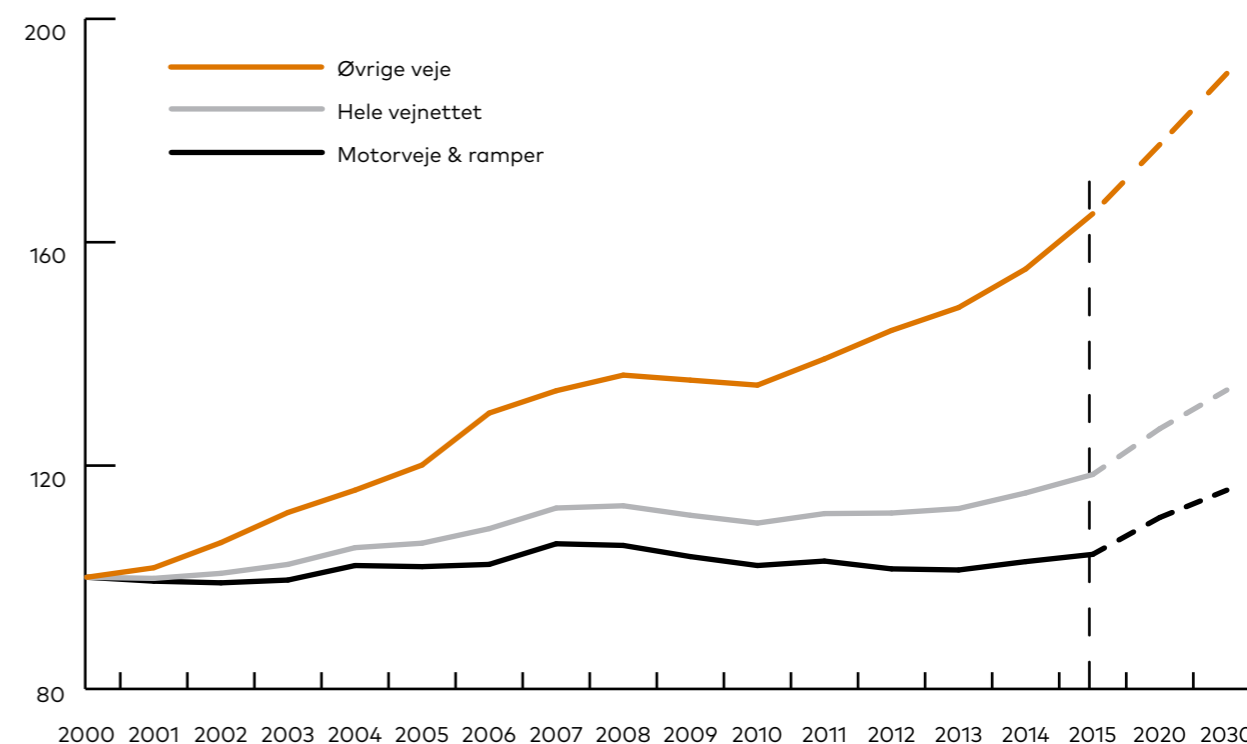
Det er dog stadig store dele af Danmarks boliger og deres omgivelser, der er udsat for støj over den grænseværdi, der anvendes ved planlægning af nye boligområder, nemlig  $L_{den}$  58 dB. Herudover er der, som vi senere vil vise, en stor gruppe af befolkningen, som føler sig generet også ved niveauer under  $L_{den}$  58 dB. Støjen påvirker ikke kun indeklimaet i boligerne, men forstyrrer også i haverne og i de områder, som

mennesker bruger til at gå ture, slappe af og bevæge sig til fods og på cykel.

Trafikstøjproblemet er tilsvarende stort i andre lande og på EU-niveau vurderes det, som nævnt, at 125 millioner europæere, hvilket svarer til cirka hver fjerde, er påvirket af et støjniveau på over 55 dB.

### EN STØJPLAGET BORGER

Mogens Jørgensen og hans kone har boet på Allingvej i Hvidovre de sidste 37 år. Her har de oplevet, hvordan trafikstøjen fra den nærliggende motorvej og de omkringliggende lokalveje har været stigende de sidste mange år. Inden længe vil den nye Ringstedbane også passere tæt på huset og skabe yderligere støj. "Da vi flyttede ind, havde vi rigtig meget glæde af haven og kunne lufte ud i huset, som det passede os. I dag er vores forhåbentlig helt ubrugelig, og flere gange i løbet af døgn er det ikke er rart at opholde sig i baghaven. Larmen i haven er på de tidspunkter øredøvende, og forhindrer os i at snakke sammen. Samtidigt kan vi ikke længere sove med vinduet åbnet. Det samme gælder for mange andre boligejere i vores grundejerforening," udtaler Mogens Jørgensen. Som formand for grundejerforeningen har Mogens gennem mange år været i dialog med flere myndigheder for at få reduceret støjgenerne. "Jeg er ikke imponeret over, hvad der bliver gjort for støjramte borgere. Det er som om, problemet ikke bliver taget alvorligt nok," afslutter Mogens Jørgensen.



Figur 4. Udviklingen i trafikken fra 2000 og fremskrevet til 2030. Trafikken på de tre vejtyper er i 2000 sat til indeks 100 (10).

Det skal også tages i betragtning, at der er andre kritiske støjproblemer i samfundet; for eksempel er mere end 40 procent udsat for forstyrrende støj i mere end ¼ af arbejdstiden. Endnu flere skole- og institutionsbørn, lærere og pædagoger har samme oplevelse (7). Herudover er cirka 33 procent af beboerne i Danmarks en million etageboliger generet af nabostøj (8).

### FREMTIDSUDSIGTERNE FOR TRAFIKSTØJ

Der er en meget nær sammenhæng mellem trafikmængden på en vej og den støj, der spredes i omgivelserne. Hvis vi skal vurdere, hvordan problemet med trafikstøj vil udvikle sig, er det derfor relevant at se på fremskrivninger af trafikudviklingen i Danmark.

Den samlede trafik på de danske veje er stigende og har været det i mange år. Alene i perioden 2000-2015 er den samlede trafik på de danske veje steget med 18 procent (10). Kun i en kort periode fra 2008-2010 faldt den, men derudover har trafikken været stigende. Det er først og fremmest en vækst, der sker på motorvejene. Fra 2014 til 2015 steg trafikken på motorvejene alene med 6,4 procent. Der er i nogen grad tale om overflytning af trafik til nye motorveje, men hovedparten af stigningen stammer fra en vækst i trafikken på de eksisterende motorveje. Samlet set stiger trafikken derfor ikke, eller kun meget lidt, på de øvrige mindre veje.

Som det ses på ovenstående Figur 4 er det forventningen, at behovet for transport fortsat vil vokse i fremtiden. Det gælder ikke mindst i storbyerne og i de omkringliggende kommuner, hvor man forventer en øget befolkning, der vil efterspørge transport (11). Den seneste version af Landstrafikmodellen forudsiger, at trafikken på de danske veje samlet set vil stige med cirka 16 procent i perioden 2014-2030, hvoraf 23 procent vil være på motorvejene og 12 procent på de øvrige veje (12).

Den enkelte nabo til en støjende vej kan have en anden oplevelse af udviklingen. Dette skyldes, at lokale forskydninger i trafikken som følge af trafikoplægninger, nye vejanlæg eller byudvikling kan være langt større. Bor man på landet langt fra nærmeste vej, så vil en ny motorvej i nærheden indebære en markant ændring af støjforholdene og det lokale lydmiljø, mens andre får mindre støj, når trafikken flytter ud på den nye motorvej. Bor man langs en af de større indfaldsveje til en større by, kan udviklingen blot betyde, at et i forvejen højt støjniveau bliver ved med at være højt.

### STØJEN FRA BILERNE

Den fremtidige udvikling i trafikstøjen vil udover trafikmængder og køreruter også afhænge af fordelingen og typer af køretøjer. I langsom bytrafik kan motoren have betydning for den støj, køretøjerne udsender. Det gælder især for lastvogne og busser, men på veje med

højere hastigheder er det støj fra kontakten mellem dæk og vejbane, der er dominerende. Det betyder, at elektriske motorer og andre støjsvage motortyper kan bidrage til en begrænsning af vejstøjen i tætte byområder, på mindre veje i boligområder og andre steder, hvor hastigheden er lav. Men på de større veje med hastigheder over cirka 40 km/t er motorstøjen næsten uden betydning.

El-biler kan således bidrage til mere behagelige og positive lydforhold i bymiljøer, men der vil ingen effekt være for hovedparten af de støjbelastede og stærkt støjbelastede boliger, da de ligger langs de større veje med højere hastigheder. Førerløse biler kommer på lang sigt også til at have en effekt på trafikstøjen, men der er på nuværende tidspunkt ingen viden om den præcise effekt. Umiddelbart kan man dog forestille sig, at

selvkørende biler vil føre til en mere jævn kørsel med en lille reduktion af støjniveauet til følge.



## VÆKST I VEJTRAFIKKEN TRODS FOKUS PÅ OFFENTLIG TRANSPORT

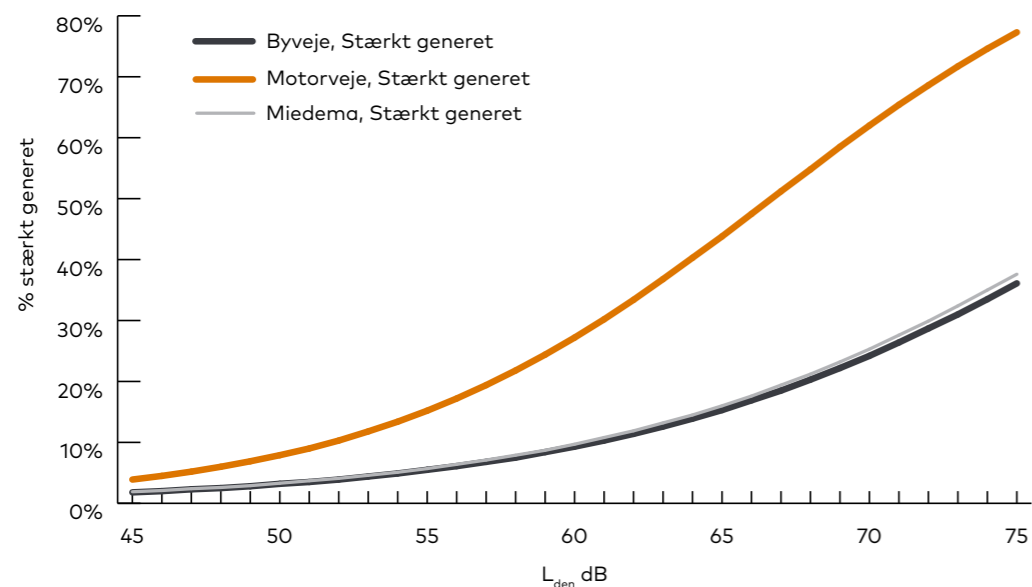
I Københavns Kommune har vejtrafikken vist en faldende tendens i en årrække og kommunen planlægger, at en større del af transporten i stigende grad skal ske ved brug af andre transportformer end privatbilisme (13). Befolkningen i København og andre større byer forventes imidlertid at stige i de kommende år, og det er derfor sandsynligt, at de større byer vil opleve flere biler på vejene, også selvom brugen af andre transportformer er i vækst. En fremskrivning af trafikken i hele hovedstadsområdet forudsiger en vækst i den samlede trafik på syv procent i perioden 2010-2030. Stigningen forventes især, at skyldes en øget fritidstrafik. Transport med tunge køretøjer forventes at falde en smule (14).

## KONKLUSIONER

- Trafikstøjen i Danmark stammer altovervejende fra den støj, der opstår i kontakten mellem dæk og vej.
- Ifølge støjkortlægninger er cirka hver tredje dansker påvirket af trafikstøj over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi. Det er højere end i resten af EU, hvor cirka hver fjerde er påvirket af vejstøj. Hver femte af de støjbelastede danskere er ydermere stærkt støjbelastede.
- Med udsigt til stigende trafikmængder må andelen af trafikstøjsramte danskere forventes at stige i fremtiden, med mindre der gøres en særlig indsats.
- Motorvejene er et særligt problemområde, fordi væksten i trafikken især optræder her. Samtidig er motorvejsstøj særligt generende (se kapitel 3).
- Mere end 80 procent af de støjbelastede boliger ligger langs kommunale veje.
- En stigning i antallet af el-biler kommer ikke til at gøre den store forskel. Kun de steder, hvor hastigheden er lav.







Figur 7. Dosis-respons kurven viser sammenhængen mellem støjens styrke, angivet som støjniveau i  $L_{den}$ , og den gennemsnitlige procentdel af stærkt generede. Miedema kurven refererer til den sammenhæng, som EU regner med, der er mellem støjens styrke og procentdel af stærkt generede (17)(18).

Denne forudsætning holder således ikke for motorveje. Det medfører behov for en politisk overvejelse om, hvordan denne viden skal håndteres.

Man kunne sætte de vejledende grænser ned, så det får indflydelse på den kommende planlægning, men det vil ikke ændre på støjgenerne for de, der allerede er udsat for støjen. Man bør som konsekvens af den nye viden iværksætte flere støjreducerende tiltag. Du kan læse mere i kapitel 8.

En del af forklaringen på den større gene ved motorvejene er, at andelen af en-families huse langs disse veje er større. Alt tyder på, at trafikstøjen opleves mere generende, når man bor i hus og har en have. (18) Det skyldes blandt andet, at støjgenen er større udendørs end indendørs, og at udendørsområder i villakvarterer er mindre beskyttede mod trafikstøj end tilsvarende baggårde i byen. Derfor er der i Miljøstyrelsens vejledning om ekstern støj fra virksomheder forskellige støjgrænser for, hvor meget støj der må komme fra virksomheder i etageboligområder og i områder med åben og lav boligbebyggelse (20). Denne opdeling bruges ikke for vejtrafikstøj.

Endelig skal det nævnes, at støjfølsomme personer og personer, der føler utryghed ved trafikken, oplever større støjgener. Hvis man ved, at man hører til disse grupper, kan man med fordel undersøge støjforholdene grundigt, før man vælger bolig.

Støjgenekortlægninger bliver brugt i forskellige sammenhænge, eksempelvis når Vejdirektoratet undersøger effekten af deres indsats, eller, som beskrevet ovenfor, når motorvejenes særlige

støjene undersøges. Herudover kortlægges støjens omfang hvert femte år via befolkningsundersøgelser. Undersøgelserne har vist, at en stadig større del af befolkningen er generet af trafikstøj i deres bolig. I 2000 var det 6,3 procent af den voksne danske befolkning, der svarede, at de inden for de sidste 14 dage havde været generet af trafikstøj. Denne andel var i 2010 steget til 9,6 procent med 13,1 procent i Region Hovedstaden som den højeste andel og 6,6 procent i Region Nordjylland som den laveste. Til sammenligning oplyste 15,6 procent, at de er generet af støj fra naboer (21).

## KONKLUSIONER

- En lang række psykologiske og kontekstafhængige faktorer betyder, at mennesker oplever støjgenen forskelligt, og den er således afhængig af andre forhold end det objektive støjniveau.
- Kortlægninger af støjgener supplerer beregninger af støjniveauer, og er en god målestok for i hvor høj grad, befolkningen er plaget af trafikstøj.
- Trafikstøj fra motorveje opleves som væsentligt mere generende end samme niveauer af trafikstøj fra byveje. Forudsætningerne for den vejledende grænseværdi for trafikstøj holder derfor ikke i områder, hvor trafikstøj fra motorveje er dominerende.



## 5. TRAFIKSTØJENS SUNDHEDSEFFEKTER

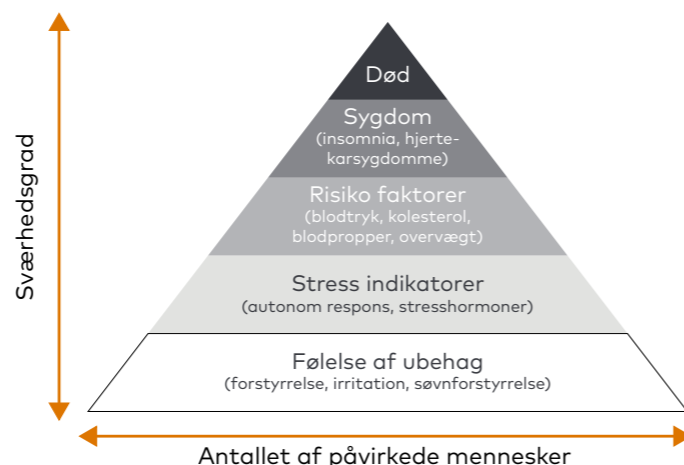
Af Mette Sørensen, Seniorforsker, Kræftens Bekæmpelse

### HVORFOR ER UDSÆTTELSE FOR STØJ FARLIG?

Menneskers hørelse er afgørende for vores overlevelse og kommunikation. Og da vi ikke er i stand til at slukke for hørelsen, kan støj have en række uønskede virkninger. Forskning har vist, at trafikstøj øger risikoen for hjertekarsygdom og muligvis også andre folkesygdomme. Miljøstyrelsen vurderede i 2003, at mellem 200-500 mennesker alene i Danmark dør for tidligt på grund af støjgener (45). Siden har forskningsresultater, som beskrevet nedenfor, påvist sandsynlige sammenhænge til endnu flere sygdomme. Det årlige dødstal må derfor forventes at ligge højere. Til sammenligning var der 167 trafikdræbte i 2015.

En af de formodede sundhedsskadelige mekanismer er, at støj stresser os. Akut udsættelse for støj kan udløse en stressreaktion, som aktiverer nervesystemet og forhøjer niveauet af stresshormoner. Reaktionen er en del af et naturligt alarmsystem, hvor kroppen mobiliserer ressourcer til enten at kæmpe eller flygte fra en situation, som opfattes som farlig ved blandt andet at øge pulsen, hjerterytmen og energiforsyningen. Systemet er normalt selvbegrænsende, og når "truslen" er væk, vender stress- og hormonniveauer tilbage til normal. Når en stress-faktor er konstant til stede, forbliver stress-responset dog tændt, hvilket kan være skadelig for helbredet.

En anden formodet mekanisme er forstyrrelse af nattesøvnen. Udsættelse for støj om natten kan give problemer med at falde i søvn, eller at man vågner tidligt eller midt om natten. Derudover har forskning vist, at nattestøj kan føre til, at man tilbringer mindre tid i den dybe søvn, hvor kroppen restituerer. Forstyrrelse af søvn kan resultere i en række fysiologiske ændringer i kroppen; stigning i blodsukkeret, et svækket immunforsvar og forhøjet blodtryk. Der forekommer også ændringer i niveauer af forskellige hormoner, som er ansvarlige for at opretholde kroppens balance – blandt andet de hormoner, der kontrollerer appetitten og døgnrytmen. Disse fysiologiske ændringer kan påvirke helbredet, og forstyrrelse af nattesøvn har konsekvent vist sig at være en risikofaktor for hjertekarsygdom og diabetes. Figur 8 viser, hvordan trafikstøj forventes at påvirke befolkningen helbred.



Figur 8. Effektpyramiden for støj (22).

### TRAFIKSTØJ OG RISIKO FOR HJERTEKARSYGDOM

Forskning i sundhedsmæssige effekter af trafikstøj har de sidste årtier fokuseret på at undersøge sammenhængen mellem trafikstøj og risiko for hjertekarsygdom.

Denne forskning har konsekvent vist, at trafikstøj øger risikoen for blodpropper i hjertet. Nye studier, der har samlet al forskning på området, viser, at hvis udsættelsen for trafikstøj ved hjemmet stiger med 10 dB, så medfører det, at risikoen for at få en blodprop i hjertet stiger med 6-8 procent (23)(24).

En række studier har også undersøgt sammenhængen mellem trafikstøj og forhøjet blodtryk. Selvom resultaterne ikke er så entydige som for blodprop i hjertet, så peger de på, at en stigning på 5 dB i udsættelse for trafikstøj ved hjemmet medfører tre procent højere risiko for forhøjet blodtryk (25). Derudover har enkelte nye, store studier fra Danmark og England (26)(27) undersøgt sammenhængen mellem trafikstøj og risiko for at få et slagtilfælde, det vil sige en blodprop eller blødning i hjernen. Disse studier finder, at trafikstøj ved hjemmet øger risikoen for at få et slagtilfælde.

Baseret på danske studier af trafikstøj og risiko for hjertekarsygdom samt Miljøstyrelsens information om, hvor meget vejstøj danske boliger er udsat for, vurderes det, at i Danmark kan omkring 330 nye tilfælde af blodprop i hjertet og 600 nye slagtilfælde årligt tilskrives vejtrafikken (45).

### TRAFIKSTØJ, OVERVÆGT OG RISIKO FOR DIABETES

Ny forskning viser, at trafikstøj muligvis kan påvirke vores vægt og fedtfordeling samt risiko for diabetes.

Fire nordiske studier (28)(29)(30)(31) har undersøgt sammenhængen mellem trafikstøj og BMI samt livvidde. Fire af disse studier viser, at trafikstøj hænger sammen med især større livvidde, hvilket fortæller noget om, hvor meget usundt fedt du har på kroppen.

Et stort dansk studie har fundet frem til, at en stigning på 10 dB i udsættelse for trafikstøj ved hjemmet øger risikoen for at få diabetes med 11 procent (32). Det svarer til, at omkring 1.400 nye tilfælde af diabetes om året i Danmark kan tilskrives støj fra vejtrafikken. Ét studie er dog ikke nok til at påvise en sammenhæng mellem støj og diabetes. Der er derfor brug for mere forskning på dette område.

### TRAFIKSTØJ OG RISIKO FOR KRÆFT

Tre danske studier har undersøgt sammenhængen mellem trafikstøj og henholdsvis brystkræft, lymfekræft og prostatakræft (33)(34)(35). For brystkræft fandt man, at både vejtrafikstøj og togstøj ved ens bolig øgede risikoen for at få "ikke-østrogen-følsom brystkræft", som udgør omkring 20 procent af alle brystkræfttilfælde. For den mere almindelige type "østrogen-følsom brystkræft" var der ingen sammenhæng med trafikstøj. Man fandt ingen sammenhæng med prostatakræft. For lymfekræft (non-Hodgkin's lymfom) fandt man, at høje niveauer af vejtrafikstøj øgede risikoen. Sammenfattende er det dog stadig usikkert, om trafikstøj er årsag til kræft, da der stadig kun er lavet meget få studier på området.



## TRAFIKSTØJ OG BØRNS HELBRED

Børn anses som en gruppe, der er særlig sårbar over for trafikstøj, da de er under både fysisk og kognitiv udvikling. Der er lavet en række studier, der har undersøgt om trafikstøj på skoler påvirker børns kognitive færdigheder. Generelt finder disse studier, at trafikstøjen fører til dårligere læseforståelse og hukommelse. Derudover peger nyere studier på en sammenhæng mellem trafikstøj (ved skolen og/eller hjemmet) og hyperaktivitets symptomer hos børn.

Ligesom for voksne mistænkes trafikstøj for at påvirke børns blodtryk. En gennemgang af forskningen på området antydede at udsættelse for trafikstøj fører til en lille stigning i børns blodtryk, men konkluderede samtidig at der er brug for nye, solide studier på området, da tidligere gennemførte studier har været af meget svingende kvalitet.

Enkelte studier har undersøgt om udsættelse for trafikstøj under graviditeten påvirker børns fødselsvægt. Det største, mest grundige af disse studier er canadisk og finder at vejtrafikstøj ved boligen er associeret med lavere fødselsvægt (36). Tidligere mindre studier har også indikeret en sammenhæng, dog ikke konsekvent, hvilket tydeliggør nødvendigheden af mere forskning på området.

### KONKLUSIONER

- Trafikstøj øger risikoen for blodprop i hjertet og sandsynligvis også forhøjet blodtryk og risiko for slagtilfælde og afsted kommer årligt cirka 330 nye tilfælde af blodprop i hjertet og 600 slagtilfælde.
- Trafikstøj ved skoler fører til dårligere læseforståelse og hukommelse blandt børn.
- Støjen påvirker muligvis risikoen for andre folkesygdomme som diabetes og visse kræftformer
- Det blev i 2003 vurderet, at cirka 200-500 mennesker dør hvert år, som følge af trafikstøj. Flere forskningsresultater er kommet til siden, og tages disse i betragtning er dødstallet sandsynligvis højere.



## 6. LOVGIVNINGEN OG DET ADMINISTRATIVE ANSVAR

### GRÆNSEVÆRDIER FOR STØJ

I Danmark er der ingen lovgivning, som sætter grænser for, hvor meget trafikstøj, der må komme fra veje, der er bygget og taget i brug. De gældende regler og lovgivning regulerer kun trafikstøjen ved planlægning af nye veje eller nyt byggeri. Til det brug har Miljøstyrelsen udarbejdet et sæt vejledende grænseværdier, som kommunerne og staten tager udgangspunkt i.

Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier indarbejdes i kommunerens kommuneplaner, og skal ifølge planloven overholdes ved nyt boligbyggeri. Kommunerne og staten tilstræber også at overholde grænseværdierne ved eksisterende boliger, når de anlægger nye veje. Det er almindelig praksis ved planlægning af nyt byggeri eller nye veje at fremskrive trafikken 10 år, så byggeriet i nogen grad fremtidssikres for stigende trafik. I tilfælde hvor det vil medføre meget betydelige omkostninger for et nyt vejanlæg at overholde grænseværdierne, er det almindelig praksis at acceptere højere støjniveauer ved boliger og andre støjfølsomme områder. Det kan i nogle tilfælde medføre erstatning eller andre afhjælpende tilbud til de berørte beboere, som eksempelvis tilskud til støjisolering af boligen.

En række vejprojekter har demonstreret, at staten via Vejdirektoratet som hovedregel altid benytter lejligheden til at begrænse vejstøjen, når statens veje ombygges eller udvides. Eksempelvis medførte

udvidelsen af Motorring 3 i København, at antallet af støjbelastede boliger blev reduceret, selvom vejen blev udvidet betydeligt. Det er også almindelig praksis, at Vejdirektoratet anvender støjreducerende vejbelægninger ved vedligeholdelse af eksisterende veje, der går igennem boligområder.

Kommunernes forpligtelser til at begrænse trafikstøjen kommer især til udtryk ved planlægning af ny bebyggelse i områder, der er udsat for støj fra eksisterende eller planlagte veje. Det er fastlagt i planloven, at kommunerne ikke må udarbejde planer om brug af støjbelastede områder til boliger eller andre støjfølsomme formål, med mindre der gennemføres foranstaltninger, som sikrer mod støjgener<sup>6</sup>. Det betyder i de fleste tilfælde, at Miljøstyrelsens grænseværdier for udendørs støj og indendørs støjniveau ved let åbne vinduer overholdes. Planloven er derfor et redskab, som på lang sigt kan bidrage til, at antallet af støjbelastede boliger i hvert fald ikke stiger.

Bygningsreglementet indeholder lovpligtige grænseværdier for trafikstøj indendørs. Grænserne er fastsat som et niveau, der skal være overholdt i nyt byggeri, når vinduerne er lukkede.

For de eksisterende støjproblemer, det vil sige de eksisterende støjbelastede boliger, som ligger ved eksisterende veje, er der ingen lovgivning, som kræver, at

Tabel 1. Grænseværdier for vejstøj ved nybyggeri.

Områdetype	Vejledende grænseværdi Udendørs støjniveau, $L_{den}^*$
Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser og lignende.	53 dB
Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler og lignende. Kolonihaver, udendørs opholdsarealer og parker.	58 dB
Hoteller, kontorer med videre.	63 dB
Vejledende grænseværdi Indendørs støjniveau, $L_{den}^*$	
Indendørs i boliger og lignende med delvist åbne vinduer.	46 dB
Lovpligtig grænseværdi Indendørs støjniveau, $L_{den}^{**}$	
Indendørs i boliger og lignende med lukkede vinduer.	33 dB

\*Miljøstyrelsens vejledning 4/2007, Støj fra veje.

\*\* Bygningsreglementet 2010.

<sup>6</sup> I henhold til planlovens § 15a må "en lokalplan kun udlægge støjbelastede arealer til støjfølsom anvendelse, hvis planen med bestemmelser om etablering af afskærmningsforanstaltninger m.v. kan sikre den fremtidige anvendelse mod støjgener."

myndigheder eller boligejere gør noget for at begrænse støjen. Der findes heller ingen støjkraft til de vejbelægnings, som kan anvendes af henholdsvis kommuner og staten i områder belastet af trafikstøj.

### SCHWEIZ: STØJBKÆMPELSE - EN GRUNDLOVSSIKRET RET

I modsætning til Danmark, hvor grænseværdier for støj kun er vejledende, er grænseværdierne i Schweiz forpligtende. Dette udspringer af den Schweiziske grundlov, som kræver, at alle landets borgere skal beskyttes mod skadelige effekter eller gener. Det har medført en særdeles kraftig håndhævelse af lovene omkring støj, som samtidig giver borgerne muligheden for at klage. I en kanton som Geneva har de skærpet deres indsats i kampen mod støj fra trafikken, og de udskriver bøder på op til 1000 franc for støjovertrædelse. Også bilejere i Schweiz bør være opmærksomme, da en bilist med en defekt dæmper på udstødningsrøret, kan se frem til en bøde på 500 franc.

## DE POLITISKE MÅLSÆTNINGER OG INDSATSER

Trafikstøj spiller på nuværende tidspunkt ikke nogen stor selvstændig rolle i den danske lovgivning, og forurening med trafikstøj bliver også kun behandlet perifært i andre relevante politikområder. Det betyder, at stort set ikke findes prioriteter eller referencer til trafikstøj i centrale politikker for bæredygtig udvikling og transport.

I 1993 formulerede den daværende regering en transporthandlingsplan, Trafik 2005, der havde en målsætning om, at antallet af boliger belastet med støj over 65 dB skulle reduceres fra 150.000 boliger til 50.000 inden 2010. Den strategi blev dog senere opgivet, da man vedtog en ny statslig strategi for begrænsning af vejtrafikstøj i 2003 (37). Årsagen var, at målsætningen i Trafik 2005 blev vurderet til at være for ambitiøs i forhold til de afsatte midler. Samtidig blev der peget på, at en indsats over en længere årrække ville være mere økonomisk. Vejstøjstrategien fra 2003 indeholder derfor ingen tidsplan, men en række langsigtede, statslige initiativer og er fortsat gældende efter en revision i 2010 (38). Strategien omfatter initiativer relateret til statens anlæg af nye veje, udvikling og brug af støjreducerende vejbelægnings samt en styrket dansk indsats i EU for skærpede krav til køretøjer og dæk. Strategien indeholder derudover en række initiativer, som har til hensigt at understøtte kommunerne med metoder og redskaber til begrænsning af støj fra de kommunale veje.

I forlængelse af vejstøjstrategien afsatte Transportministeriet i 2004 ekstra 100 millioner kroner til støjbeskyttelse langs statsvejene. Derudover blev der i en politisk aftale fra 2009 om grøn transport, afsat yderligere 400 millioner kroner til støjbeskyttelse langs statens veje og jernbaner i perioden frem til 2014. Det indebar en intensiveret indsats og har betydet, at Vejdirektoratet samlet set mellem 1992 og 2013 har sænket støjen for cirka 6.500 støjbelastede boliger (39) (40). De statslige puljer udløb i 2014, og på nuværende tidspunkt findes der ingen øremærkede midler til støjindsatsen langs de eksisterende statslige veje.

Kommunernes indsats i samme periode blev undersøgt i en evaluering af vejstøjstrategien i 2010 (41). Her skønnes det, at kommunernes investeringer i bekæmpelse af eksisterende vejstøj i perioden 2003-2008 i alt har ligget under 50 millioner. En forsigtig vurdering er, at niveauet for kommunernes indsats over for eksisterende støjproblemer fortsat er på dette niveau, hvilket vil sige under 10 millioner om året. Det skal dog tilføjes, at mange kommuner i dag bruger støjreducerende vejbelægnings som en del af den almindelige vejvedligeholdelse, hvilket medfører en ekstra omkostning. Nedsættelse af den tilladte hastighed på mindre kommunale veje er også et hyppigt anvendt redskab, som øger trafiksikkerheden og begrænser støjen. Enkelte kommuner har oprettet puljer med tilskud til støjisolering af støjbelastede boliger (blandt andet Lyngby-Taarbæk, Hvidovre, Furesø og Gladsaxe Kommune). Som hovedregel anvender kommunerne ikke støjskærme til begrænsning af støj fra eksisterende veje. Der findes dog kommuner, som eksempelvis Køge Kommune, der har sat større budgetter af til støjskærme.

Alligevel må det som hovedregel konstateres, at kommunerne ikke har prioriteret en større indsats. En af årsagerne er naturligvis pressede kommunale budgetter. Men det skal også bemærkes, at vejstøjsforureningen har en særlig karakter. Problemet er så at sige flydende. Trafikken på statslige veje både kommer fra og ender på kommunale veje og megen af den trafik som findes i eksempelvis Storkøbenhavn kommer slet ikke fra biler, der 'bor' i området. Desuden er trafikens omfang også på de kommunale veje påvirket af statens transportpolitik. Derfor kan man godt argumentere for at den del af støjproblemet, som findes på de kommunale veje, cirka 80 procent, ikke alene skal lægges over på de kommuner, som er så uheldige at lægge veje til gennemgående og stigende transport til og fra landets knudepunkter.

Kommunernes politiske målsætninger for støj kommer primært til udtryk i de støjhandlingsplaner, som kun de kommuner, der indgår i de største byområder, er forpligtigede til at udarbejde. Kommunernes

støjkortlægningsforpligtigelser er beskrevet i det følgende.

## TRAFIKSTØJ OG EU LOVGIVNING

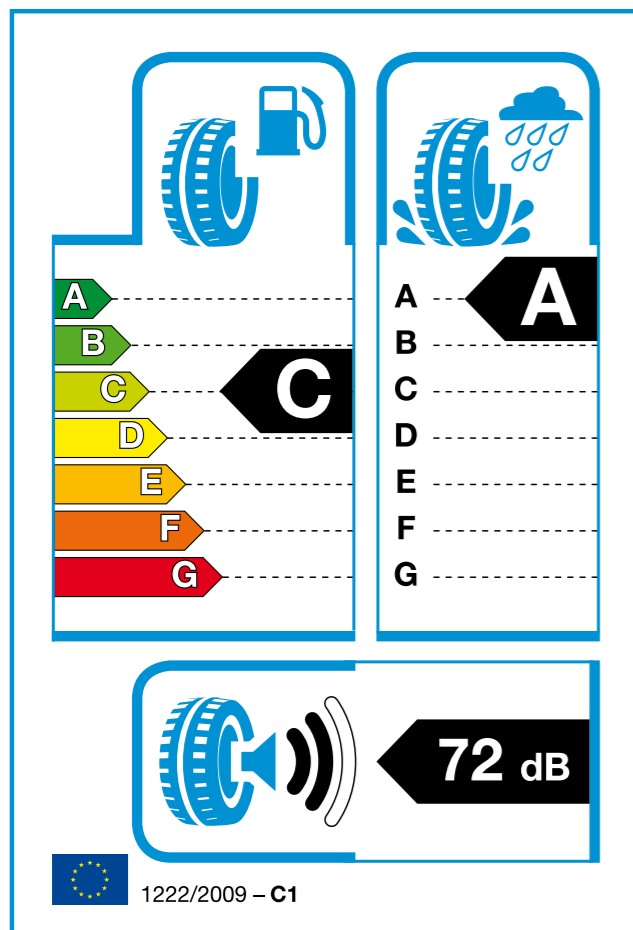
EU's direktiv for støj forpligtiger alle medlemslande til at gennemføre kortlægninger af støj i alle større byområder og langs alle større veje hvert femte år. Kortlægningen skal også omfatte støj fra større jernbaner, lufthavne og enkelte virksomheder, men vejstøjen er langt den vigtigste støjkilde. I Danmark omfatter kortlægningen alle statens veje, 14 kommuner i hovedstadsområdet og byområderne Odense, Aarhus og Aalborg. Der er enkelte andre kommuner, som udfører en støjkortlægning, selvom de ikke er forpligtet af direktivet – det er blandt andet Køge, Furesø, Kolding, Esbjerg og Horsens Kommune. Kortlægningen er gennemført to gange og skal gennemføres igen i 2017. Resultaterne fra de tidligere kortlægninger kan blandt andet ses på Miljøstyrelsens hjemmeside. Når støjkortlægningerne er udført, skal der udarbejdes støjhandlingsplaner for de kortlagte områder. Der er ikke noget krav om, at handlingsplanerne skal indeholde forpligtende handlinger. Handlingsplanerne kan dog bruges som redskab til at sætte vejstøjen på den politiske dagsorden med oplysninger om problemets omfang, udviklingen og muligheder for at begrænse støjen. Mange kommuner samler alle de initiativer, der bidrager til at reducere støjen i støjhandlingsplanen. Samlet tegner der sig det billede, at støjhandlingsplanerne generelt ikke er særligt forpligtigende, og at

hensynet til trafikstøj primært indarbejdes i planlægningen af nyt byggeri, mens der er meget begrænsede ressourcer til at mindske eksisterende støjproblemer (3)

EU har indført et krav om, at alle dæk skal forsynes med et mærke, der blandt andet fortæller, hvor meget støj dækket udsender i omgivelserne. Der er fastsat nye krav til, hvor meget støj forskellige dæktyper må udsende til omgivelserne, som er fuldt gældende fra november 2016. Kravene er 3-4 dB skarpere end de krav, der var fastsat tidligere, og med mærkningen har forbrugeren samtidig fået mulighed for at vælge mindre støjende dæk. Informationsniveauet blandt bilejere om disse muligheder er dog relativt lavt, og få bilejere træffer et informeret valg. Da dækkene er afgørende for trafikstøjens styrke, må det antages, at der ligger en uudnyttet mulighed for bedre at oplyse forbrugeren om denne mærkning. er det ærgerligt, at denne mulighed for at påvirke forbrugeren ikke udnyttes bedre.

Mærkningen af dæk omfatter ikke kun støj, men også vejgreb i vådt føre og dækkets betydning for køretøjets energiforbrug. Det viser sig, at der er dæk på markedet, som har de bedste egenskaber på alle tre parametre, og der er ingen tendens til, at disse dæk er dyrere end dæk med ringere egenskaber (42)(43). Trafikstyrelsen har udviklet en hjemmeside, [www.daeklabel.dk](http://www.daeklabel.dk), hvor man kan indtaste registreringsnummeret på sin bil og se, hvilke dæk der er på markedet. Det viser sig, at der er mange dæk, som er brændstofbesparende, har godt vejgreb og som samtidig er mindre støjende.





Figur 9. Dette mærke findes i dag på alle nye dæk. Det nederste felt indeholder et tal for, hvor meget dækket støjer og en indikation af, hvordan det opfylder EU-kravene:

- 3 sorte bølger: Mere støjende dæk. Dækket er lovligt i dag, men opfylder ikke fremtidens krav.
- 2 sorte bølger: Gennemsnitligt dæk, der opfylder fremtiden krav, evt. lidt bedre end fremtidens krav.
- 1 sort bølge: Mindre støjende dæk, der støjer mindst 3 dB mindre end fremtidens krav.

Forskellen i støjudsendelsen fra de støjmæssigt bedste og ringeste dæk er op til 6 dB. Det er så meget, at det tydeligt kan høres, og det er på niveau med den støjdæmpende virkning af en støjskærm. Vælger man et mindre støjende dæk, vil man i øvrigt også opleve mindre støj i bilen, når man selv kører. Fordelen ved selvstændige krav til dækkene er, at dæk udskiftes oftere end køretøjerne. Effekten af mindre støjende dæk vil derfor slå igennem meget hurtigere end krav til det samlede køretøj.

Det skal dog nævnes, at der mangler en grundig gennemgang af, om EU's mærkningsordning for dækstøj er helt retvisende for alle dæktyper. Der er imidlertid ingen tvivl om, at der er betydelig forskel på den støj, der udsendes fra de mest støjende og de mindst støjende dæk.

EU-kravene til dæk omfatter nye dæk til personbiler og tunge køretøjer, men ikke re-gummierede dæk, der er genbrugsdæk med ny slidbane. Denne dæktype anvendes i vid udstrækning på lastvogne.

På EU-niveau er der desuden fastsat et krav om, hvor meget nye bilmodeller må støje. Kravene, der blev revideret i 2014 efter at have været uændrede i 20 år, omfatter den samlede støj fra selve bilen, herunder også støjen fra dækkene. De nye krav kritiseres for at være lempelige og uden udsigt til, at borgerne reelt vil opleve mindre støj fra bilparken før om 30 år. Det lange tidsperspektiv er en kombination af lange tidsfrister til bilindustrien, og at de nye, skærpede krav først gælder fuldt ud fra 2026 – det tager cirka 15 år før den europæiske bilpark er udskiftet. I forhold til de biler, der kører på vejene i dag, kan EU-kravene medføre, at støjen fra køretøjerne reduceres med 2-4 dB i 2030. Dæmpningen er størst for personbiler og mindst for lastvogne (44).

## KONKLUSIONER

- Trods problemets omfang har forureningen med trafikstøj ikke en særlig fremtrædende placering på den politiske dagsorden. Den eksisterende vejstøjstrategi blev vedtaget helt tilbage i 2003 (om end revideret i 2010), og der refereres ikke til støjforureningsproblemet i andre relevante politikområder.
- Den gældende lovgivning i både EU og Danmark er præget af vejledende eller mindre ambitiøse grænseværdier og krav, som i stort omfang overser støjproblemet ved eksisterende boliger.
- Statslige puljer til reduktion af det eksisterende trafikstøjsproblem er på nuværende tidspunkt ikke-eksisterende.
- Særligt de danske kommuner har haft svært ved at løfte udfordringen med at reducere vejstøjen. Problemet størrelse og særlige karakter taler for, at der skal iværksættes flere statslige tiltag, som kan understøtte den kommunale indsats.
- EU-kravene til støj fra køretøjer og dæk er ikke særligt restriktive, og vil i bedste fald have effekt på meget lang sigt. Dæk er i dag mærkede, så forbrugere har mulighed for at vælge mindre støjende dæk, men mærkningsordningen er ikke særlig velkendt.

## 7. DE SAMFUNDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER OG UDFORDRINGER

Det er veldokumenteret, at vejstøj har betydelige samfundsmæssige omkostninger, men det er usikkert, hvor store de er. Trafikstøjens direkte omkostninger betales af boligejere, som oplever et værditab af deres boliger. Kommuner og regioner betaler for behandling af det forøgede antal sygdomstilfælde. Og hele samfundet mister arbejdsindtægter på grund af sygdomstilfældene og ikke mindst antallet af for tidlige dødsfald.

### DANSKE OPGØRELSE AF SAMFUNDSOMKOSTNINGER

Den første gennemarbejdede analyse af omkostningerne ved trafikstøj i Danmark blev udført af Vejstøjgruppen i 2003 (37). Gruppen blev nedsat af den daværende regering med det formål at udarbejde et forslag til en ny statslig vejstøjstrategi.

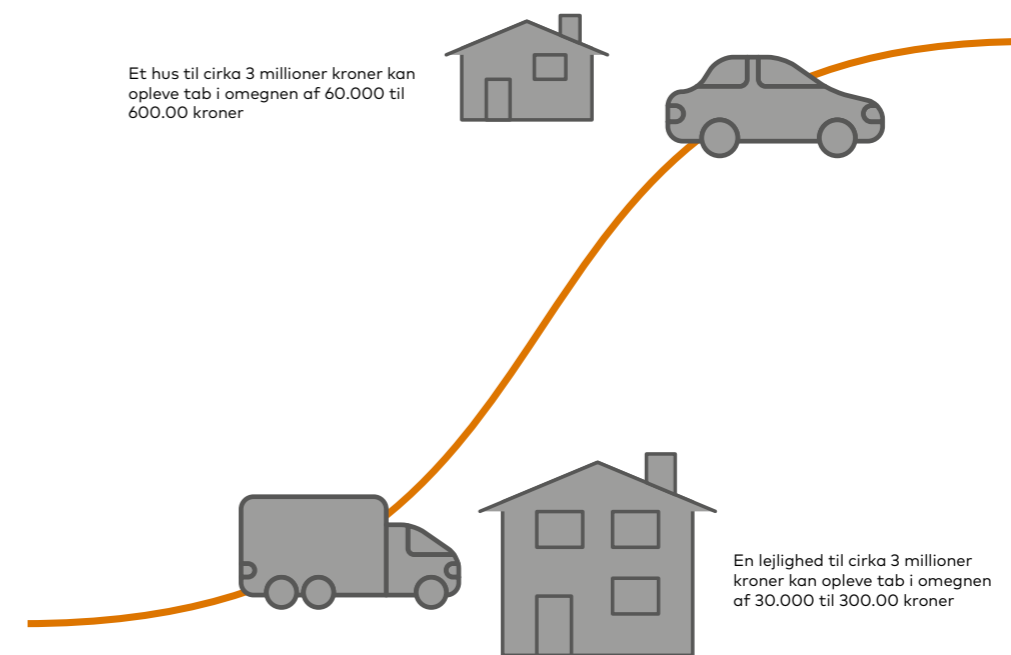
Vejstøjgruppen kom frem til, at der er en forhøjet risiko for hjertekarsygdomme og forhøjet blodtryk ved udsættelse for høje niveauer af vejstøj, og at det fører til, at 800-2.200 personer hvert år indlægges. Vejstøjgruppen anslog derudover, at 200-500 personer hvert år dør tidligere end forventet på grund af vejstøjsrelateret hjertekarsygdomme eller forhøjet blodtryk. De samfundsmæssige omkostninger blev

opgjort til 3,4 milliarder kroner om året baseret på en opgørelse, som benyttede sig af omkostninger relateret til betalingsvillighed og produktionstab ved tabt liv, som de vigtigste omkostninger (45).

Siden Vejstøjsgruppens første analyse, er der blevet foretaget flere analyser af vejstøjs samfundsmæssige omkostninger og konsekvenser. Analyserne fokuserer på sundheds- og dødelighedsforhold eller boligpriser. Analyserne er foretaget af Miljøstyrelsen i 2010 (41), Transportministeriet i 2010 (47) og Det Økonomiske Råd i 2011 (48). Beregningerne svinger i omegnen mellem 1,5 milliarder kroner om året og op til 13,6 milliarder kroner om året.

Der hersker med andre ord en stor usikkerhed omkring de totale omkostninger ved vejstøjen i den samfundsmæssige litteratur. Fælles for analyserne er, at de estimerer, at der er tale om forholdsvis store samfundsmæssige omkostninger. Det er ikke en ubetydelig andel af vores samfund, som er påvirket af støj fra trafikken, og der går mange gode leveår år tabt på grund af vedvarende vejstøj.

Et af de bedst dokumenterede parametre af de økonomiske konsekvenser ved trafikstøj er effekten af støjen



Figur 10. Effekten af vejstøj på boligpriser.

på boligpriser. Miljøstyrelsen gennemførte i 2003, som en del af grundlaget for regeringens vejstøjstrategi, en undersøgelse af vejstøjens indflydelse på huspriserne. Dette bruges som metode til at værdisætte støjgener. Undersøgelsen konkluderede, at priserne for huse ved almindelige veje falder med 1,18 procent per dB over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi og huse ved motorveje falder med 1,64 procent per dB over grænseværdien. Det blev anslået, at det tilsvarende værditab for lejligheder er en procent per dB<sup>7</sup>.

Denne analyse blev i 2013 bekræftet af en analyse foretaget af blandt andet Københavns Universitet og Naturstyrelsen. Her fandt man, at "støj kan reducere en boligs værdi med op til 2 % ved et niveau på omkring 60 dB til op mod 10 % ved 70 dB. I nogle tilfælde kan effekten være over 20 % ved niveauer over 75 dB" (49).

### **Estimer af samfundsmæssige omkostninger af støj fra andre lande**

På europæisk plan vurderes det, at støj i miljøet, med vejstøj som den vigtigste støjkilde, er årsag til op mod 1,6 millioner tabte sunde leveår om året<sup>8</sup>. Af de tabte sunde leveår er 900.000 af dem knyttet til søvnforstyrrelser og næsten 600.000 til de gener, som støjen medfører. De samlede samfundsmæssige omkostninger i Europa er opgjort til 36 milliarder euro om året på grund af vejstøj alene, hvilket svarer til op mod 0,4 procent af det samlede bruttonationalprodukt i EU (50).

I Sverige blev det i 2014 vurderet, at vejstøjen koster det svenske samfund 16 milliarder svenske kroner om året, hvilket svarer til cirka 0,4 procent af landets bruttonationalprodukt. En tilsvarende vurdering af omkostningerne i Storbritannien i 2008 viste, at støjen koster 0,3-0,5 procent af bruttonationalproduktet (51).

Til sammenligning udgør Det Økonomiske Råds opgørelse af de danske omkostninger, som ligger på 2,1 milliarder kroner i 2010, cirka 0,1 procent af det danske bruttonationalprodukt, mens Vejstøjgruppens opgørelse fremskrevet til 2010 svarer til cirka 0,5 procent af bruttonationalproduktet.

### **Behov for ny opgørelse af vejstøjens omkostninger**

Blandt vejstøjens konsekvenser er det kun gene-effekter ved boliger og visse helbredseffekter, der er blevet værdisat i de hidtidige opgørelser af de

<sup>7</sup> Senere i 2003 gennemførte det daværende Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut en undersøgelse, der konkluderede, at værditabet for lejligheder er 0,5 procent per dB over 55 dB (38).

<sup>8</sup> Beregningen er baseret på en opgørelse af antallet af tabte leveår på grund af for tidlig død kombineret med tab af sunde leveår (Disability-Adjusted Life Year kaldet DALY).



samfundsmæssige omkostninger. Det betyder, at omkostningerne med stor sandsynlighed er undervurderede. Der er et samlet behov for at inddrage ny viden i en revideret opgørelse af vejstøjens omkostninger for samfundet. Det gælder både direkte omkostninger knyttet til gener og helbredseffekter, men også omkostninger der knytter sig til et generelt tab af velfærd. En del af grundlaget for en ny opgørelse kan være en kommende rapport fra WHO, der samler den nyeste viden om vejstøjens helbredseffekter. Den forventes at blive udgivet i løbet af 2016.

De følgende punkter er en oversigt over aspekter, der taler for en ny opgørelse af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger:

#### ◆ *Prisen for et statistisk liv*

Det Økonomiske Råd har i begyndelsen af marts 2016 udsendt en rapport, der anbefaler, at prisen for et statistisk liv øges fra de nuværende 18 millioner kroner til 31 millioner kroner (52). Værdien af et statistisk liv anvendes i samfundsmæssige beregninger. En øget værdi betyder derfor, at projekter, der begrænser støj, bedre kan betale sig. Det Økonomiske Råds analyse af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger i 2010 anvendte den daværende værdi på 15 millioner kroner for et statistisk liv. Da værdien af tabte leveår er den vigtigste post i værdisætning af vejstøjens helbredseffekter, har den foreslåede ændring stor betydning for opgørelsen af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger.

#### ◆ *Boligers værditab*

De gener, som vejstøjen fører til, har stor vægt i de hidtidige opgørelser af støjens omkostninger. I Danmark er generne vurderet ved analyser af vejstøjens påvirkning på huspriserne. Det er boligejerne, der betaler prisen gennem boligernes værditab, der kan være op til 20 procent. Det betyder også, at kommunerne mister indtægter på grund af lavere ejendomsskatter. Analyserne har vist, at værditabene er langt større for huse end for lejligheder. Forskellen forklares ofte med, at de udendørs arealer har større værdi for beboere i huse end for beboere i lejligheder (18).

#### ◆ *Nedsat kvalitet af bymiljøer, hvor mennesker færdes og opholder sig*

Gener fra trafikstøj er også knyttet til den støj, man udsættes for, når man forlader sin bolig og bevæger sig rundt i nabolaget til fods eller på cykel. Men den støj er ikke værdisat. Undersøgelser har også vist, at større, relativt stille områder i nabolaget, for eksempel bydelsparker eller pladser uden trafikstøj, har stor rekreativ værdi for beboere, som her kan opsøge fred og ro. Trafikstøjens negative påvirkning af disse kvaliteter er heller ikke værdisat. Det burde undersøges, om der her er en usynlig samfundsmæssig omkostning, som svarer til det værditab af udendørs opholdsarealer ved støjbelastede huse, der er omtalt ovenfor.

#### ◆ *Tab af stille områder med mulighed for rekreation, fritidsaktiviteter og naturoplevelser*

Rekreative områder, som mennesker opsøger blandt andet for at opleve fred og ro, er et unikt gode med stor samfundsmæssig værdi (53). Det fremgår blandt andet af en rapport fra Det Økonomiske Råd i 2014 (54). Denne erkendelse har eksempelvis ført til, at Vejdirektoratet er begyndt at inddrage støjbelastningen af disse områder ved miljøvurdering af nye vejanlæg (55). Værdien af tab af rekreative kvaliteter, når disse områder udsættes for vejstøj, indgår heller ikke i opgørelser af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger.

#### ◆ *Helbredseffekter, tabt livskvalitet og produktivitetstab*

Omkostninger, der skyldes øget risiko for forhøjet blodtryk og hjertekarsygdomme, indgår i de hidtidige opgørelser af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger. Nye undersøgelser har imidlertid vist, at trafikstøjen har flere helbredsskadelige effekter, som ikke er medregnet blandt andet øget risiko for slagtilfælde, diabetes, kræft og børns helbred (læs mere i kapitel 5). Tabt livskvalitet som følge af disse helbredseffekter indgår heller ikke. Det samme gælder produktivitetstab på grund af øget sygefravær (48).

## Søvnforstyrrelser

Det vurderes, som nævnt, at søvnforstyrrelser på grund af trafikstøj i sig selv er ansvarlig for op mod 900.000 tabte sunde leveår i EU – udover de tabte leveår, der skyldes andre helbredsskadelige effekter (56). Det betyder, at søvnforstyrrelser er den største samfundsmæssige omkostning udløst af trafikstøj i EU. Men disse parametre indgår imidlertid ikke i de hidtidige danske opgørelser.

## Støj fra motorveje

Vejdirektoratet har i foråret 2016 udsendt en rapport, der dokumenterer, at støj fra motorveje er signifikant mere generende end støj fra andre veje (se kapitel 4). Det er i overensstemmelse med husprisundersøgelsen fra 2003, der viste, at boliger ved motorveje taber mere i værdi på grund af støj end boliger ved andre veje. Denne nye dokumentation er således en yderligere grund til en revision af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger, hvor der kan tages hensyn til de særlige gener, der er knyttet til støj fra motorveje.

## Social slagside

Der er undersøgelser, som peger på, at trafikstøj har en tendens til særligt at ramme mennesker med lave indkomster, fordi de alt andet lige bor i de billigste boliger, der ofte ligger ved støjende veje (57). Det er dog ikke undersøgt i Danmark bortset fra de indikationer, der ligger i husprisundersøgelserne. Øget viden på dette punkt kunne bidrage til de principper, der anvendes ved prioritering af indsatsen for at begrænse trafikstøj i eksisterende boligområder.

## DEN TRANSPORTØKONOMISKE ENHEDSPRIS FOR VEJSTØJ

Når de støjmæssige konsekvenser ved anlæg eller ombygning af veje skal vurderes og når indsatser til at sænke trafikstøj skal prioriteres anvendes det såkaldte støjbelastningstal, der er en indikator for de samlede gener fra trafikstøj i et område. Det beregnes ved at fastlægge det individuelle støjniveau ved hver bolig i området og kombinere det med en genefaktor, der er et tal for den oplevede støjgen ved et bestemt støjniveau. Summen af genefaktorerne for alle boliger i et område kaldes støjbelastningstallet, SBT. Det er et praktisk redskab, der i ét tal udtrykker den samlede støjgen, og det letter sammenligningen af støjforhold i forskellige situationer – eksempelvis to alternative linjeføringer af en ny vej eller en situation med eller uden en støjskærm.

Støjbelastningstal anvendes også, når der planlægges nye veje til at beregne de transportøkonomiske

omkostninger, der skyldes de gener og helbredsskadelige konsekvenser, der vil følge med støjen fra de nye vejanlæg. Baseret på de analyser af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger, der er omtalt tidligere, er der beregnet en transportøkonomisk enhedspris for trafikstøj som antal kroner per SBT/år. Tidligere var den baseret på Vejstøjgruppens arbejde i 2003 og udgjorde 71.463 kroner per SBT/år (2009 priser). I 2010 blev den imidlertid nedsat til 21.762 kroner per SBT/år (2009 priser) (47). Baggrunden for denne reduktion af prisen for vejstøj med 70 procent var de nye analyser af de samfundsmæssige omkostninger, der blev udført af Transportministeriet i 2010.

Der findes en lang række andre enhedspriser, som anvendes ved planlægning og prioritering af nye vejanlæg, for eksempel priser for uheld, luftforurening og klimaeffekt, kørselsomkostninger og ændring i rejsetider. Når hensynet til vejstøj skal indgå i en samlet prioritering af nye infrastrukturløsninger har det derfor stor betydning, at vejstøjens enhedspris afspejler støjens reelle samfundsmæssige omkostninger. I modsat fald kan hensynet til eksempelvis sparet rejsetid få uforholdsmæssig stor vægt sammenlignet med støjhensynet. Tilsvarende kan den samfundsmæssige gevinst ved bekæmpelse af vejstøj blive undervurderet og i værste fald medføre, at hensigtsmæssige foranstaltninger fejlagtigt bliver nedprioriteret.

Disse forhold taler sammen med den nye viden om gener fra motorvejstøj (der er omtalt i kapitel 4), for en ny analyse af trafikstøjens samlede samfundsmæssige omkostninger, der kan føre til en opdatering af den transportøkonomiske enhedspris for trafikstøj.

## KONKLUSIONER

- Trafikstøjen koster samfundet store beløb gennem helbredsomkostninger og nedsat livskvalitet, men vi ved ikke helt hvor store. De danske skøn af vejstøjens samfundsmæssige omkostninger er lave sammenlignet med andre lande i EU. Alt tyder på, at omkostningerne er undervurderet i de tidligere beregninger. Derfor bør der gennemføres en ny vurdering.
- Den transportøkonomiske enhedspris for trafikstøj undervurderer de samfundsmæssige gevinster ved bekæmpelse af trafikstøj, og den bør derfor revideres.

# 8. VEJE TIL MINDRE TRAFIKSTØJ – VIRKEMIDLER OG LØSNINGER

I det følgende vil mulighederne for at reducere trafikstøj på vejene blive præsenteret. Kapitlet vil både berøre den planlægning, som forebygger støj, hvor mennesker bor og opholder sig, løsninger som reducerer støjen ved kilden samt løsninger, der forhindrer støjens udbredelse. Det er i den forbindelse vigtigt at bemærke, at skalaen for støj er logaritmisk. Man kan derfor ikke uden videre lægge støjniveauer sammen eller trække dem fra hinanden. Hvis man for eksempel lægger støjen fra to lige kraftige støjkilder sammen, bliver støjniveauet altid 3 dB højere. Og omvendt bliver støjniveauet 3 dB lavere, hvis man fjerner den ene af to ens støjkilder. Det betyder også, at en halvering eller fordobling af trafikken på en vej medfører en ændring i støjniveauet på 3 dB. En ændring på 3 dB lyder dog kun som en lille ændring af det hørbare støjniveau. En støjdæmpning på 10 dB lyder som en halvering af støjens styrke, men svarer til, at 90 procent af trafikken på en vej forsvinder. Men taler man om effekten af tiltag til reduktion af støjen, så kan man lægge dem sammen. Hvis for eksempel en støjskærm dæmper støjen med 6 dB og en støjreducerende vejbelægning med 2 dB, så er den samlede dæmpning 8 dB.

Oplevelsen af ændringer i støjen kan være vanskelig at beskrive med ord, men med efterfølgende tabel gøres et forsøg.

Tabel 2. Oplevelse af ændringer i støjniveauer.

Ændring i Støjniveau	Oplevet ændring
1 dB	En meget lille ændring.
3 dB	En hørbar, men lille ændring.
5 dB	En væsentlig og tydelig ændring.
10 dB	En stor ændring. Lyder som en halvering/fordobling.
20 dB	En meget stor ændring.

Det er en afgørende erfaring fra de sidste mange års arbejde med trafikstøj, at der ikke findes én enkelt løsning, som kan fjerne problemet. Hvis udviklingen skal drejes i retning af færre gener og færre negative helbredseffekter fra støj fra trafikken, skal der sættes ind på mange fronter og benyttes en lang række redskaber.

## MULIGHEDER FOR AT PLANLÆGGE FOR MINDRE STØJ

### Byplanlægning og byudvikling

Trafikstøj findes næsten overalt, fordi vi har skabt et samfund, hvor biler og andre motoriserede køretøjer er blevet en nødvendighed. Løsninger, som påvirker behovet for transport eller de transportmidler, vi benytter, kan derfor have en effekt på trafikstøjen. Et samfund hvor by og landområder udvikles, så vi alle bor og arbejder i samme område og derfor har brug for mindre transport, kan forekomme at være en smule urealistisk som samfundsvision. Men overvejelser i den retning kunne godt tænkes ind i de langsigtede visioner for samfundsudviklingen. Hensynet og ønsket om mindre pendling til og fra arbejde hænger godt sammen med, at der ønskes mere liv i yderområderne og en mere klimavenlig transportsektor. Herudover ligger der muligheder i at få reduceret privatbilismen og den tunge transport på vejene gennem øget brug af offentlige transportmidler og bedre udnyttelse af private biler. Det er muligheder, som matcher godt med diverse klima- og transportpolitikker som; bedre og mere fleksibel offentlig transport, samkørsel og øget cyklisme. Effekten af sådanne løsninger på trafikstøjens omfang kan ikke umiddelbart kvantificeres. Det må vurderes i hvert enkelt tilfælde. Desværre gælder også det forhold, at der skal en meget stor ændring i den samlede trafikmængde til for at sænke støjniveauet bare en smule, når den samlede trafikmængde i forvejen er stor. Det er illustreret længere fremme i Tabel 4.

Blandt de løsninger, som er med til at mindske trafikstøjen, hører også bedre planlægning af vejinfrastrukturen. Det betyder, at vejstøjen og de naboer der er støjfølsomme, som boliger, skoler og institutioner, adskilles med passende afstande. Man kan eksempelvis regne med, at støjen dæmpes 3 dB, hver gang afstanden til vejen øges til det dobbelte. Det er effektivt, men samtidig også en løsning, der kræver god plads.

Til mere lokale planløsninger hører placering af byggeri til mindre støjfølsomme erhverv, placeres på de arealer, der ligger nærmest vejene. Det giver afstand mellem vejen og boligerne bagved, samtidig med at erhvervsbebyggelsen kan fungere som en støjskærm. I den forbindelse kan erhvervsbebyggelsen udformes som en tæt, høj bebyggelse, der dæmper støjen betragteligt. Det er også en mulighed, at stærkt støjbelastede boliger omdannes til erhvervsformål.



Egentlige støjskærme omtales senere i dette kapitel, men ved planlægning af nye byområder med god plads nær befærdede veje er det også en mulighed at udforme landskabselementer som eksempelvis små bakkelandskaber, der kan fungere som en støj-afskærmning uden at ligne en vold. Sådanne løsninger kan også bruges til at øge biodiversiteten og have en rekreativ værdi. Effekten er den samme som en zone med erhvervsbebyggelse mellem vejen og de støjfølsomme områder, men den kræver plads.

### Stilleområder

I byplanlægningen kan man også med fordel tage højde for, at mennesker er mindre generede af trafikstøj ved boligen, hvis der er adgang til en stille side, eksempelvis et attraktivt, lukket gårdmiljø, der er effektivt afskærmet fra støjen (18). Forskning har vist, at trafikstøjen opleves som mindre generede, hvis der er adgang til grønne områder eller parker med lavt støjniveau tæt på boligen (59). Det viser sig også at have betydning, hvor meget støj man udsættes for, når man færdes til og fra boligen til fods eller på cykel (60). Hvis man har mulighed for at færdes på veje og stier uden kraftig vejstøj, så er man alt andet lige mindre generet af støjen fra trafikken ved boligen. Aktiv brug af denne viden kan bidrage til at indrette bymiljøer, der reducerer støjgenerne, selvom støjen fra trafikken som sådan ikke bliver lavere. Senere i dette kapitel forklares, hvordan denne byplanlægning kan kombineres med indretning af boligen. Sådanne tiltag bør tænkes sammen med blandt andet behovet for grønne områder til klimatilpasning og sundhedsfremmende tiltag.

### Bygninger til støjreduktion

I den løbende byudvikling kan det være en god idé at være opmærksom på huller i bebyggelser ud mod trafikerede veje. Hvis hullerne lukkes med en bygning eller en støjafskærmning, kan det skabe nogle støjbeskyttede udendørs opholdsarealer, der kan være til gavn for hele bebyggelsen. Når kommuner behandler

byggesager om forandring af eksisterede bygninger, der er støjbelastede, har kommunen mulighed for at anvende sin støjkortlægning (hvis kommunen har sådan en), som grundlag for at rådgive ejendommens ejer om muligheder for at begrænse trafikstøjen. Det kan være anbefalinger om placering af boligens støjfølsomme rum, brug af støjisolerende vinduer, placering af lokale støjskærme eller placering af tilbygninger, så de skærmer for støjen.

### Trafikregulering

Hvis man flytter trafik og dermed støj fra én vej til en anden, er resultatet umiddelbart, at man blot flytter problemet. Der er imidlertid situationer, hvor det kan være velbegrunder:

- Hvis trafikken samles på færre veje er der alt andet lige færre vejstrækninger, der har brug for støjreducerende foranstaltninger.
- Hvis flytningen af trafikken er en fordel for mange boliger og en ulempe for få boliger, kan man tilbyde disse støjisolering.

Hvis man flytter en stor andel af trafikken eller blot den tunge trafik fra en mindre vej, kan det medføre en mærkbar reduktion af støjen langs vejen. Hvis denne trafik flyttes til en vej, der i forvejen har meget trafik, så vil det kun medføre en lille forøgelse af støjen langs

Hvis 1.500 biler flyttes fra en vej med i alt 3.000 biler, vil det dæmpe støjen langs denne vej med 3 dB. Hvis de 1.500 biler i stedet kommer til at køre på en vej med 15.000 biler vil det øge støjen langs denne vej med 0,5 dB.

denne større vej. Der er en meget nær sammenhæng mellem trafikmængden på en vej og den støj, der spredes i omgivelserne. Det er derfor ikke ligegyldigt, hvordan trafikken fordeler sig på vejnettet. Ofte er det en støjmæssig fordel at samle trafikken på de større veje, især motorvejene, som til gengæld kan indrettes så støjbelastningen af omgivelserne begrænses.

En bedre styring af trafikken kan også være med til at sænke støjen. Eksempelvis kan såkaldte grønne bølger eller andre tiltag, som reducerer omfanget af tomgang, opbremsninger og acceleration, begrænse støjen, særligt på mindre veje og i områder, der ligger tæt ved vejkryds.

### Døgnfordeling

Støj fra trafikken om aftenen er mere genererende end støj fra trafikken om dagen, og tæller derfor ekstra, når støjen fra en vej skal gøres op. Det har således værdi, hvis man kan flytte trafik fra aften- og natperioderne til dagperioden eller begrænse trafikken eller hastigheden om natten. Effekten kan være 1-1,5 dB i forhold til den samlede støj, hvis halvdelen af trafikken om aftenen og natten kan flyttes til dagperioden.

### Særligt larmende trafik

Tung trafik er en hyppig kilde til støjgener. Det kan derfor være nyttigt at overveje, hvordan denne trafik bedst kan afvikles og ledes udenom boligområder. En lastvogn i bytrafik støjer typisk 7-8 dB mere end en personbil eller varevogn. Den samlede støj er derfor påvirket af andelen af tung trafik. Nogle veje, ofte veje i boligområder, har ingen eller meget få tunge køretøjer, mens de fleste større veje som regel vil have 5-15 procent tunge køretøjer. Hvis denne andel ændres med fem procentpoint (eksempelvis fra 10 til fem procent), vil det ændre støjen med cirka 1 dB fra bytrafik og 0,5-1 dB fra landevejstrafik.

Tabel 3 Virkningen af ændring i hastigheden

Ændring i hastighed	Ændring i støjniveau**	Ændring i hastighed	Ændring i støjniveau**
Fra 130 til 120 km/t	0,9 dB	Fra 80 til 70 km/t	1,4 dB
Fra 120 til 110 km/t	0,9 dB	Fra 70 til 60 km/t	1,4 dB
Fra 110 til 100 km/t	0,9 dB	Fra 60 til 50 km/t	1,5 dB
Fra 100 til 90 km/t	0,9 dB	Fra 50 til 40 km/t	1,2 dB*
Fra 90 til 80 km/t	1,3 dB	Fra 40 til 30 km/t	0,7 dB*

\* Ved hastighedsnedsættelse til under 50 km/t kan der opnås 0,5 -1 dB yderligere, hvis der er ingen eller meget få tunge køretøjer, hvilket ofte er tilfældet på de mindre veje.

\*\* Der er forudsat 10 procent tunge køretøjer og en typisk fordeling af trafikken over døgnet. Den støjdæmpende effekt kan lægges sammen, så en nedsættelse af hastigheden fra for eksempel 80 km/t til 60 km/t nedsætter støjen med 2,8 dB (62).

I en støjmæssig sammenhæng er det især relevant at se på følgende muligheder:

- At undgå tung trafik gennem boligområder – særligt om natten og tidlig morgen samt i weekender.
- At fremme brug af mindre varevogne fremfor lastvogne.
- At bruge af el- eller hybridkøretøjer til særlige opgaver (for eksempel kommunale).
- At iværksætte initiativer der begrænser lastvognes tomgang.
- At lave aftaler med større virksomheder om bedre afvikling af deres varetransport og medarbejderpendling.

Disse muligheder er beskrevet mere detaljeret i et idékatalog, som Vejdirektoratet har udgivet (63).

## DÆMPNING AF STØJ VED KILDEN

### Hastighedsregulering som støjbegrænsning

En ændring af gennemsnitshastigheden på 10 km/t påvirker støjniveauet langs vejen med 1-1,5 dB. På motorveje er ændringen mindst, fordi regulering af hastigheden normalt ikke påvirker lastvogne, der alligevel ikke må køre mere end 80 km/t. Hvis man skal opnå en ændring af hastigheden, er det ikke altid nok at ændre skiltningen. Det er som regel også nødvendigt, at vejen er indrettet til den nye hastighed. Reduceret hastighed betyder mindre støj, men også øget trafikikkerhed og reducerede CO<sub>2</sub>-emissioner. Hastighedsreduktion bliver i dag anvendt i flere kommuner – dog først og fremmest for at øge trafikikkerheden, men støjen dæmpes også. I andre lande bruges hastighedsnedsættelse aktivt til at reducere trafikstøjen. Variable hastighedsbegrænsninger som



for eksempel sænket hastighed om natten, hvor folk er mest støjfølsomme, er også en mulighed. Dette virkemiddel bruges endnu ikke i Danmark.

#### **BERLIN: TEMPO 30 - HASTIGHEDSNEDSÆTTELSE I KAMPEN MOD STØJ**

I Berlin bruger de nedsatte hastigheder til at sænke støj fra trafikken. De arbejder med det såkaldte Tempo 30-koncept, der dækker over en hastighedsbegrænsning på 30 km/t, som er indført af hensyn til både trafikikkerheden og bymiljøet. I Berlin er 72 procent af de mindre veje omfattet af Tempo 30. Men også på de større gennemgående veje er hele 164 kilometer i dag blevet omfattet af en natlig hastighedsbegrænsning på 30 km/t med det ene formål at begrænse trafikstøjen. Tempo 30 er først og fremmest gennemført, fordi borgere lagde et vedvarende pres på senatet i Berlin. Senatet har siden valgt at benytte sig meget aktivt af borgerinddragelse i kampen mod støj og har skabt en online platform, hvor borgerne kan komme med forslag til støjbekæmpelsestiltag. Platformen har indtil videre genereret over 3.000 forslag, hvor de bedste udvælges og videreudvikles af senatet. Andre lande som Frankrig, England og Sverige har også indført tilsvarende lave Tempo 30-fartgrænser i store områder af deres byer.

#### **Vejbelægning**

Når hastigheden for personbiler er over 35 km/t og over 60 km/t for tunge køretøjer er kontakten mellem dæk og vejbane den dominerende støjkilde. Vejbelægningens egenskaber har derfor stor betydning for støjen.

Faktorer, der giver mindre støj, er en asfaltbelægning med små kornstørrelser og en overflade, der er jævn, men samtidig åben og porøs. Støjreducerende vejbelægninger har i større eller mindre grad disse egenskaber. Der findes tre hovedtyper (65):

- Støjreducerende slidlag også kaldet tyndtlagsbelægninger, der er den øverste del af vejbelægningen, kan dæmpe støjen med op til 3 dB i forhold til en traditionel ny belægning. I Danmark forventes effekten normalt at være i gennemsnit 1,5–2 dB i belægningens levetid.
- Et- eller tolags drænasfalt, som er en tykkere og særligt porøs belægning. Den type kan dæmpe støjen med 2–4 dB eller mere i forhold til en ny traditionel belægning.

- Poroelastiske belægninger, hvor en del af stenmaterialet erstattes med gummigranulat. Den type er kun testet som forsøg, hvor det har vist sig at støjen dæmpes med 5–8 dB i forhold til en ny traditionel belægning.

I en konkret situation, hvor en støjmæssigt særlig dårlig eksisterende belægning udskiftes, kan der være en større effekt end angivet.

I Danmark bruges typisk støjreducerende slidlag, selvom drænasfalt dæmper støjen mere. Dette skyldes primært, at drænasfalt er dyrere og mere kompliceret i opbygning og vedligeholdelse. Drænasfalt har dog på det seneste tiltrukket sig øget interesse, da den porøse vejbelægning kan opsamle vand fra kraftige regnskyl. Dermed kan risikoen for oversvømmede veje begrænses, samtidig med at vejstøjen kan begrænses. De såkaldte "klimaveje" er anlagt i blandt andet Rødovre, Odense, Frederiksberg og Aalborg. Endelig er det også vist, at der gode muligheder for at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet ved at rulle en glattere belægning ud over vejene (64). En sådan belægning reducerer også trafikstøjen en smule, men kan optimeres yderligere med støjreduktion som formål.

Den støjdæmpende effekt af de støjreducerende vejbelægninger er et gennemsnit over belægningens levetid og den er langt større, når den støjreducerende belægning er helt ny. Effekten aftager jævnt hen over belægningens levetid og ender med helt at forsvinde. En støjreducerende vejbelægning kan have en lidt kortere levetid end en traditionel belægning (for eksempel 14 år i stedet for 15 år). De støjreducerende belægninger kan derfor også være lidt dyrere i brug, men anvendes de, når de eksisterende slidlag alligevel skal udskiftes, er der ingen eller kun en meget lille prisforskel.

Det forventes, at der i fremtiden vil blive udviklet belægningstyper, som eksempelvis poroelastiske belægninger, der kan reducere støjen endnu mere. Mange kommuner og Vejdirektoratet anvender i dag støjreducerende slidlag, når der anlægges nye veje og vedligeholdes eksisterende veje, som passerer boligområder. Men der er ingen lovkrav om dette.

Generelt har nedslidte/hullede veje en negativ effekt i forhold til støj i form af hørbare dump, brønddæksler og riste som larmer, hvis de ligger løse. En anden ting, som kan give anledning til støj, er rumleriller og profilerede afmærkninger i nærheden af boliger. Her bør man anvende de mindst støjende typer.

#### **I HOLLAND BRUGER DE DRÆNASFALT**

I Holland har der været fokus på støjbekæmpelse – særligt ved større veje og i byerne. Den hollandske støjlov foreskriver, at den ansvarlige vejmyndighed skal gribe ind, hvis støjniveauet stiger med mere end 1,5 dB i forhold til situationen i 2008. I de områder, hvor trafikstøjen i 2008 oversteg 60 eller 65 dB, er der iværksat en indsats for at reducere støjen, hvor dette vurderes omkostningseffektivt. Kravene gælder også for eksisterende boliger, hvor borgerne kan henvende sig til kommunen. Kommunen kan søge tilskud fra det nationale støjprogram. Den største indsats i Holland har været at lægge støjsvag drænasfalt på det nationale motorvejsnet. Det betyder, at over 95 procent af hollandske motorveje i dag er belagt med drænasfalt. Den hollandske drænasfalt medfører en lydreduktion på helt op til 6-8 dB for tunge køretøjer. Drænasfalten er noget dyrere at vedligeholde og har en kortere holdbarhed, derfor gøres der i Holland en stor indsats for at udvikle brugbare vedligeholdelsessystemer. Endelig har den hollandske regering også igangsat en stor forskningsaktivitet til udvikling af endnu mere støjsvage vejbelægningsprodukter. Målet er at udvikle et holdbart produkt, som sænker støjen helt op til 10 dB.

#### **Køretøjerne**

De krav, som køretøjer og dæk skal opfylde ved typegodkendelse, er omtalt i kapitel 6. I forhold til de biler, der kører på vejene i dag, kan EU-kravene medføre, at støjen fra køretøjerne reduceres med 2-4 dB, men det sker ikke før kravene træder i kraft – hvilket først sker fuldt ud i 2026 – og dernæst skal hovedparten af bilparken være udskiftet, før det slår igennem i praksis. Det tager derfor mange år, før de skærpede krav til køretøjerne er med til at sænke støjen fra trafikken.

El-biler kan være med til at sænke støjen i bytrafikken, da de er støjsvage ved lave hastigheder. Det gælder ikke mindst de tungere køretøjer som busser, renovationsvogne og lastvogne. Men skal effekten af de støjsvage el-biler for alvor slå igennem og reducere det gennemsnitlige støjniveau i bytrafikken, er det nødvendigt, at en meget stor del af køretøjerne er el-drevne. En række undersøgelser tyder på, at trafikstøjsniveauet i byområder kan blive reduceret med cirka 4 dB, hvis 90 procent af køretøjerne er el-drevne (66). Bag dette tal ligger også, at støjen fra særlige hændelser, som eksempelvis accelerationer fra vejkryds, vil blive reduceret mere end det gennemsnitlige støjniveau.

Samtidig skal det dog også nævnes, at EU's nye støjregler stiller krav om, at el- og hybridbiler fra 2019 skal forsynes med advarselslyde ved opstart og lave hastigheder. Dette vil reducere el-bilernes positive effekt på støjniveauet.

Motorcykler og knallerter kan i visse tilfælde også bidrage til at skabe et højt og generende støjniveau, selvom det typisk vil være kortvarige hændelser. Dette gælder især køretøjer, hvor ejeren har udført ulovlige, konstruktive ændringer, som betyder overskridelse af typegodkendelsens støjgrænser. I Danmark står politiet for indsatsen mod ulovligt larmende motorcykler og knallerter, men politiet er begrænset af ressourcer og tilgængeligt måleudstyr. I andre lande som Tyskland har man investeret i automatiske målestationer, som skal fange larmende motorcyklister.

### Dæk

Mens effekten af støjkrav til køretøjerne har lange udsigter, så har støjkravene til dæk, som tidligere nævnt, en hurtigere effekt, fordi dækkene udskiftes langt hurtigere end køretøjerne. En aktuel hollandsk undersøgelse har konstateret, at 20 procent af de dæk, der sælges på det hollandske marked i dag, støjer op til 3 dB mindre end kravværdierne (67)(68). Undersøgelsen konkluderer derfor, at der er grundlag for at skærpe de krav, der i dag stilles til dæk med 2-4 dB afhængigt af dæktypen. Undersøgelsen peger også på, at der er dæk på markedet, som er mindre støjende, samtidig med at de har god brændstoføkonomi og et godt vejgreb. Det viser sig også, at de bedste dæk på alle tre parametre ikke er dyrere, og de kan i visse tilfælde endda være lidt billigere end øvrige dæk.

## STØJBARRIERER SOM PASSIVT VIRKEMIDDEL

De foregående afsnit tog fat der, hvor det er bedst at dæmpe støjen; nemlig ved kilden eller ved fornuftig planlægning. Men det er ikke altid tilstrækkeligt og måske slet ikke muligt. Derfor anvendes der ofte foranstaltninger, som dæmper eller stopper støjen, så den ikke i lige så høj grad spredes fra støjkilden til støjfølsomme omgivelser. De mest almindelige gennemgås i det følgende.

### Støjskærme

De fleste kender de karakteristiske støjskærme, som står rundt om i Danmark, blandt andet langs Motorring 3 og andre motorveje omkring København, ved Vejlefyordbroen og en række andre steder langs statslige og kommune veje. Det er karakteristisk, at en støjskærm skal være højere end et almindeligt hegn for at have god effekt. Typisk er det nødvendigt med en højde på 3-4 meter. Det betyder, at de skal have et solidt fundament. De lydtekniske krav til en støjskærm er derudover, at de skal have en vis vægt, men dog ikke mere end hvad der svarer til for eksempel to lag kraftige brædder. De skal desuden være tætte, og åbninger til stigennemføringer og lignende skal udføres på en særlig måde.

Støjskærme kan være ret effektive. De kan dæmpe støjen med op til cirka 10 dB. Det betyder, at støjen dæmpes, så det lyder som en halvering, men den

*Fotos: Jordvolde og støjskærm. Jordvolden nedenfor er kombineret med en støjskærm. Overfladen på støjskærmen til højre er perforeret med åbninger ind til en mineraluld, der forhindrer, at støjen kan reflekteres over på den anden side af vejen.*



er også eksempler på projekter, hvor prisen kan variere imellem 5.000-20.000 kroner per løbende meter. Det er naturligvis ikke uden betydning for prisen, hvilke materialer der anvendes til selve støjskærmen, men kun cirka 30 procent af den samlede pris går til de egentlig støjskærmelementer. Resten går til fundering og øvrige omkostninger. Med en pris på cirka 10.000 kroner per løbende meter vil en kilometer støjskærm på den ene side af en vej koste cirka 10 millioner kroner.

### Jordvolde

Jordvolde med højder på op til 10 meter anvendes flere steder i landet for eksempel ved Køge Bugtmotorvejen og i Nyborg, Randers, Slagelse og Ringsted Kommune. I modsætning til støjskærme, så kræver en jordvold god plads i bredden. Den skal som regel også være højere end en støjskærm for at have samme virkning, fordi toppen af volden vil være længere fra vejen end en støjskærm, der kan stå tæt på. Der er gode eksempler i Danmark på, hvordan støjdæmpende jordvolde også kan have fordele som et afvekslende landskabsmæssigt eller rekreativt element. Økonomien for jordvolde er svær at angive, da den afhænger helt af projektet, og om der er mulighed for at anvende overskudsjord fra andre anlægsprojekter. I så fald kan etablering af en jordvold være forbundet med meget små eller ingen omkostninger.

### Gabioner

Gabioner er typisk opbygget af sten fyldt i en gitterkonstruktion og anvendes i begrænset omfang som støjafskærmning i Danmark. Deres store massefyldte betyder, at de har en støjreducerende effekt, der er mindst ligeså god som andre løsninger. Samtidigt er der andre muligheder for at integrere gabioner i landskabet og bymiljøer.

### Overdækninger

En af de mest effektive måder at dæmpe trafikstøj er at lede en vej ned i en tunnel eller bygge en overdækning, som fjerner støjen helt. Det er til gengæld en forholdsvis dyr løsning og derfor sjældent en løsning, der anses for at være realistisk ved anlæg af nye veje eller ved dæmpning af støj fra eksisterende veje. Der er dog eksempler på overdækning for eksempel Øresundsforbindelsens motorvej og jernbane, som er overdækket ved Tårnby Station. Det er alene gjort med det formål at dæmpe den samlede trafikstøj ved etageboligerne Vinkelhusene lige nord for stationen. I udlandet er der mange eksempler på hel eller delvis overdækning af bynære motorvejstrækninger, eksempelvis i Hamborg og i Madrid, hvor hele byområder er omdannede til parker og andet oven på overdækkede omfartsveje.

forsvinder ikke. En skærm virker bedst, når den står tæt på vejen, det vil sige tæt på støjkilden, og har størst effekt for de boliger, der ligger nærmest støjskærmen. Der kan være risiko for, at en støjskærm reflekterer støjen og kaster den tilbage og over på den anden side af vejen. Det undgår man ved at indbygge lydabsorberende materiale i den side af støjskærmen, som vender ud mod vejen.

Udgiften til etablering af støjskærme langs eksisterende veje afhænger af udformningen og de lokale forhold, hvor snævre pladsforhold eller særlige krav til fundamentet kan medføre ekstra omkostninger. Det er også karakteristisk, at prisen per løbende meter støjskærm er højere for mindre projekter med korte skærmstrækninger end for længere strækninger. En typisk støjskærm med en højde på 3-4 meter vil ofte koste cirka 10.000 kroner per løbende meter, men der



Tabel 4. Oplevelse af og metoder til ændringer i støjniveauer.

Ændring i Støjniveau	Oplevet ændring	Eksempler på metoder til opnåelse af dæmpningen
1 dB	En meget lille ændring	Fjerne 25 % af trafikken, sænke hastigheden med 10 km/t, mere glidende trafik eller flytte trafik fra natperioden til dagperioden.
3 dB	En hørbar, men lille ændring	Fjerne 50 % af trafikken eller 100 % af den tunge trafik, sænke hastigheden med 20 km/t, 100 % støjreducerende dæk eller anvende støjdæmpende asfalt.
5 dB	En væsentlig og tydelig ændring	Fjerne 65 % af trafikken, anvende støjskærme eller anvende særlig effektivt støjdæmpende asfalt.
10 dB	Stor ændring Lyder som en halvering/fordobling	Fjerne 90 % af trafikken, anvende høje støjskærme eller støjvolde eller lyddæmpende vinduer kontra dårlige eksisterende vinduer.
20 dB	En meget stor ændring	Fjerne 99 % af trafikken eller bygge etageboliger med lukkede gårdrum.

### Grønne arealer

Når trafikstøj spredes i omgivelserne, har det betydning om terrænet er akustisk hårdt (for eksempel beton, asfalt, fliser eller en vandoverflade) eller om det er blødt (for eksempel dyrket land, græs eller bevoksning). Den bløde terrænoverflade dæmper støjen betydeligt mere end en hård overflade. På eksempelvis 50 eller 100 meters afstand fra vejen kan et grønt område mellem vejen og modtageren betyde en forskel på op til 5 dB sammenlignet med en asfalt- eller fliseoverflade. Det er også denne effekt, der bidrager til, at støjen fra trafikken dæmpes forholdsvis hurtigt, når man bevæger sig ind i en større park.

### Indretning af boliger

Som nævnt tidligere har forskning i menneskers oplevelse af trafikstøj påvist, at det alt andet lige begrænser gener fra støjen ved boligen, hvis der er en stille side med et lavt støjniveau og attraktive opholdsarealer (50). Men man kan også gøre en indsats for at reducere den støj, som slipper ind i bygningen. Siden 1984 har Bygningsreglementet stillet krav til det maksimale, indendørs trafikstøjniveau i boliger<sup>9</sup>.

Det betyder, at boliger, der bygges i områder med et højt trafikstøjniveau<sup>10</sup>, skal forsynes med blandt andet støjisolerende vinduer, der effektivt dæmper støjen. Det betyder imidlertid også, at mange boliger, som er bygget før 1984, kan have et uacceptabelt højt støjniveau indendørs, fordi de blev bygget uden tanke for et godt lydmiljø. Boliger bygget efter 1984 kan imidlertid også have et for højt indendørs støjniveau, fordi der i de forløbne år kan være sket en forøgelse af trafikken på veje i nærheden af boligen. Selvom mange boliger har fået nye vinduer, er disse ikke nødvendigvis særligt støjisolerende, og der er derfor ingen tvivl om, at en stor del af de 724.000 støjbelastede boliger i Danmark har et indendørs støjniveau, der overstiger Bygningsreglementets krav for nye bygninger<sup>11</sup>. Kvaliteten af disse boliger kan forbedres væsentligt, hvis de støjisoleres bedre ved udskiftning til støjisolerende vinduer og friskluftventiler eller hvis man bruger forskellige typer af afskærmning med skodder, glasfacader og lignende. Der er også mulighed for at reducere støjen indendørs ved brug af grønne facadevægge. Ulempen ved støjisolering af boligerne er, at det kun har effekt indendørs, og ikke påvirker støjen på opholdsarealerne udenfor boligen.

Tabel 5. Eksempel på kombination af redskaber på en vejstrækning.

Tiltag	Støjdæmpning, dB
Flytte 25 % af trafikken	1
Reducere hastigheden med 10 km/t	1,5
Begrænse tung trafik til det halve (fx fra 10 % til 5 % af den samlede trafik)	1
Flytte trafik fra natperioden til dagperioden	1
Bruge støjreducerende vejbelægning	2

<sup>10</sup> Et støjniveau, der ligger over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi på  $L_{den}$  58 dB.

<sup>11</sup> En række kommuner, Vejdirektoratet og Banedanmark har eller har haft ordninger, hvor støjbelastede boliger kan få tilskud til støjisolering. Ved besøg i de boliger, der har søgt om tilskud, er det bekræftet, at mange af dem har høje indendørs trafikstøjniveauer.

<sup>9</sup> I dag er kravet et støjniveau på maksimalt  $L_{den}$  33 dB indendørs med lukkede vinduer.

Udskiftning af ruderne fra eksempelvis almindelige termoruder til termolydruder kan være tilstrækkeligt, hvis rammen om vinduet ellers er solidt og i god stand. En typisk pris på en sådan udskiftning kan være 3.000-4.000 kroner per rude. Det vil normalt dæmpe støjen 3-5 dB. Men det kan også være nødvendigt at udskifte hele vinduet, hvis der er behov for en mere effektiv støjisolering. Det vil typisk koste 7.000-10.000 kroner per vindue, og støjen dæmpes normalt 5-8 dB. Hvis det gamle vindue er dårligt, kan effekten dog være væsentligt større. Montering af indvendige forsatsruder kan også være en god prisbillig løsning, hvis de eksisterende vinduer er i god stand. Det vil koste cirka 4.000-5.000 kroner per vindue at montere forsatsruder, og det vil kunne dæmpe støjen med op til 10 dB. Udskiftning af friskluftventiler til andre ventiler, som dæmper støj, koster typisk 1.000 kroner per rum. Støjen fra en lyddæmpet ventil kan være 10-15 dB mindre end støjen fra en almindelig klappventil.

Vejdirektoratet, Banedanmark og en række kommuner har gennemført puljeordninger med tilskud til støjisolering af støjbelastede boliger. Der er normalt tale om ordninger, hvor boligejeren selv betaler en del af omkostningerne, fordi støjisoleringen medfører en værdiforøgelse af boligen og et lavere energiforbrug. Det er erfaringen fra disse puljer, at støjisolering af et parcelhus i gennemsnit koster 56.000 kroner, mens prisen for en lejlighed i gennemsnit er 38.000 kroner. Tilskuddet til støjisoleringen ligger som regel på 50-90 procent af de samlede omkostninger, med de højeste tilskud til de mest støjbelastede boliger.

Mange mindre ombygninger og forbedringer af boliger udføres uden kommunen er involveret som byggemyndighed. Det kan derfor være en god idé at gennemføre informationskampagner over for lokale håndværkere og boligejere om fordelene ved at indarbejde støjdæmpning i et ombygningsprojekt – eksempelvis gennem støjafskærmning af udendørs friarealer eller vinduer med øget støjisolering. Et eksempel på en sådan kampagne er "Rolig Bolig" ([www.roligbolig.dk](http://www.roligbolig.dk)), der blev produceret af Miljøstyrelsen for nogle år siden. Kampagnen var landsdækkende og rettede sig især mod den almene boligsektor.

### EFFEKTER AF STØJREDUCERENDE TILTAG

Hver især kan de fleste af de nævnte tiltag ikke dæmpe støjen væsentligt, men når de kombineres, kan der opnås mærkbare effekter. I tabel 4 og 5 er nogle eksempler, der kan tænkes at være realistiske i forskellige kombinationer på en vejstrækning.

I mange tilfælde har man ikke mulighed for at gennemføre metoder med en høj effekt. Imidlertid kan en kombination af mindre effektfulde støjreducerende

tiltag ofte medføre en samlet dæmpning af støjen med 3-4 dB og helt op til 6-7 dB, hvis eksempelvis alle tiltagene i Tabel 5 tages i brug.

### KONKLUSIONER

Trafikstøj er en direkte og uundgåelig effekt af vores samfundsmodel og derfor også svær at eliminere fuldstændigt. Der eksisterer dog en række forskellige muligheder for at reducere trafikstøjens omfang, som både dækker over løsninger, der dæmper trafikstøjen ved kilden og løsninger, der reducerer støjens udbredelse. De kendte løsninger kræver dog store investeringer og/eller langsigtede politiske prioriteringer. Men det gode budskab er, at flere af løsningerne relaterer sig til andre politikområder, og de indeholder derfor potentielle sidegevinster, som bør medtages, når støjen fra trafikken skal reduceres. Indsatsen med at reducere trafikstøj er nødvendig, og alle løsninger skal i spil. Særligt følgende løsninger og teknologier bør overvejes:

- Byplanløsninger som spiller sammen med målsætninger for klimatilpasning, biodiversitet og sundhed.
- Øget prioritering af stilleområder og stille facader; herunder blandt andet etablering af grønne områder.
- Mere fokus på adskillelse af boliger og skoler fra stærk trafikbelastede veje og rigtig orientering af boliger.
- Bedre planlægning af trafikken som samtidig reducerer CO<sub>2</sub>-udledningen og luftforureningen; herunder lavere hastigheder særligt om natten, mere offentlig transport, trængselsafgifter, støjzoner med forbud mod tunge køretøjer og samkørsel.
- Fokus på intensiveret brug af støjreducerende vejbelægninger og støjsvage dæk; herunder blandt andet oplysningskampagner samt krav og målsætninger for vejmyndigheder.
- Øget brug af støjbarrierer som skærme, volde og gabioner, hvor der er fokus på optimering af støjreduktionseffekt, nye løsninger og indpasning i landskabet.
- Fortsat støtte til støjisolering af boliger ved forbedring af facader, udskiftning af vinduer og lignende.

## 9. ANBEFALINGER TIL POLITISK HANDLING

Denne hvidbog viser med al tydelighed, at trafikstøjen fra vores veje har en negativ indflydelse på vores livskvalitet og vores helbred. De videnskabelige beviser for de negative helbredseffekter taler deres eget sprog – og de råber på handling nu. Samtidig er det igennem denne hvidbog blevet dokumenteret, at mindst 1,4 millioner danskere i høj grad bliver generet af støj fra trafikken i deres hverdag. Og dertil kommer, at en stor dansk undersøgelse fra Vejdirektoratet fra 2016 viser, at støjen fra motorveje opleves som markant mere generende end støj fra byveje.

Heldigvis er der redskaber, som kan begrænse disse gener og sundhedseffekter. I Danmark har vi igennem de seneste 20 år gennemført en større indsats langs de statslige veje, mens der er sket mindre langs de kommunale veje. Men uanset indsatsens omfang er der fortsat over 720.000 boliger, som påvirkes af trafikstøj. Opgaven er derfor langt fra løst. Spørgsmålet er nu, hvor meget støj vil vi som samfund tillade at udsætte hinanden for? De politiske målsætninger på området er ikke tydelige, og indsatsen er på nuværende tidspunkt begrænset – det skyldes blandt andet manglende budgetter både nationalt og kommunalt. Samtidig har det danske regelsæt for trafikstøj primært en effekt, når det gælder nybyggeri eller der, hvor infrastrukturen udvides. Støjramte boliger i eksisterende områder er ikke beskyttet af lovgivningen på samme måde, og ingen har i princippet ansvaret for vejenes støjpåvirkning. Der findes en række gode eksempler fra andre lande og byer som eksempelvis Berlin, Schweiz og Holland, der viser, hvordan man gennem fastere lovgivning kan være mere ambitiøs og bedre beskytte de borgere, som oplever stigende trafikstøj fra stadigt stigende trafikmængder.

Hvidbogen fremhæver, at EU er lykkedes med at få sat fokus på udfordringerne med støj fra trafikken, blandt andet gennem et direktiv om støj kortlægning. Men direktivet er ikke blevet fulgt op med forpligtende EU-lovgivning, der konkret påvirker trafikstøjniveauet i Europa. Samtidig må det konstateres, at EU-krav til støj fra køretøjerne og deres dæk kun har begrænset og langsigtet effekt. Der er derfor ikke noget, som hjælper de borgere, der i dag er udsat for støj fra trafikken.

Støjforureningens økonomiske omkostninger er betydelige, men også til dels ukendte. De eksisterende analyser peger på, at udgifterne til forringet helbred og faldende ejendomspriser udgør i størrelsesordenen 2-14 milliarder kroner årligt i Danmark. Men ingen kender det egentlige omfang. Tilsvarende økonomiske analyser

fra andre EU-lande indikerer, at omkostningerne i Danmark sandsynligvis er tættere på de 14 milliarder kroner end de to milliarder kroner. I dag er der samtidig meget som tyder på at langt flere mennesker, der dør af trafikstøj, end der bliver dræbt i trafikken. Det er tal, som helt bliver overset i den offentlige debat. Ikke desto mindre har der i en periode fra 2014-2016 ikke været afsat statslige midler eller puljer til at afhjælpe det eksisterende problem med trafikstøj. Noget kunne tyde på, at der i løbet af 2016 sættes penge af i en national støjpulje, men størrelsen eller finansieringen af denne pulje er endnu ikke kendt. Det er naturligvis positivt, hvis der igen allokeres penge til den statslige støjindsats. Men det er kun, hvis finansieringen af støjindsatsen og den planlagte indsats er langsigtet og substantiel, at det vil have den nødvendige effekt.

De samfundsmæssige og menneskelige omkostninger ved trafikstøj er nemlig af en sådan karakter, at det er nødvendigt, at problemet bliver prioriteret højt både økonomisk og politisk. I mange tilfælde vil en indsats mod støj kunne kobles med andre aktuelle samfundsudfordringer som eksempelvis trafikikkerhed, luftforurening og klima og mulige forbedringer af det byggede miljø. Er vi kreative og ambitiøse nok, findes der mange spændende løsninger, som kan bringes i spil og føre til mindre støj, der hvor vi bor, færdes og opholder os udendørs.

Situationen i dag viser, at støjbekæmpelse ikke kommer af sig selv, og barriererne er store. Mange af teknologierne er investeringstunge og omfattende, innovationsindsatsen på området er begrænset, beslutningerne er langsigtede, og det er ofte ikke dem, som betaler regningen, der får gavn af fordelene. De støjramte borgere har muligheder for selv at gøre en indsats er også begrænset, samtidig med at trafikanternes incitament til at reducere deres støjudledning er ikke-eksisterende, også selvom de i praksis kan være støjramte i deres egen bolig.

Med udgangspunkt i den store udfordring og med den nuværende udsigt til begrænset aktivitet på området, anbefaler vi derfor følgende:

**Formulering af en ny national trafikstøjstrategi**, som indeholder flere konkrete og forpligtende mål for den statslige og kommunale indsats, understøttet med puljer og andre økonomiske virkemidler. Den eksisterende Vejstøjstrategi fra 2003 er ikke opdateret med ny viden og udvikling på området.



Vejstøjstrategien blev evalueret og revideret i 2010, og siden er der ikke sket noget. Det er på tide, at strategien opdateres, så den indeholder konkrete og forpligtende tiltag.

**Ny beregning af vejstøjens samfundsmæssige økonomiske omkostninger**, hvor den seneste viden og alle parametre, der har betydning, bliver inddraget. Særligt vil det være relevant inddrage den nye viden om motorvejsstøjens særlige geneffekter, og de helbredseffekter der følger af at være udsat for trafikstøj. Der er også behov for en revision af den transportøkonomiske enhedspris, så den med størst mulig sikkerhed afspejler vejstøjens reelle omkostninger, når støjen skal afvejes mod andre hensyn ved infrastrukturplanlægning og prioritering af indsatser.

**Allokering af nationale og kommunale budgetter** til en indsats for at skabe bedre forhold for borgere, der er plaget af eksisterende problemer med trafikstøj. Som tidligere nævnt har den nuværende danske lovgivning primært fokus på at beskytte borgerne mod støjproblemer ved udbygning og nybygning af infrastruktur, mens de 1,4 millioner borgere, som oplever problemer med støj fra eksisterende veje, næsten er overladt til dem selv. Der skal afsættes midler til Vejdirektoratets fortsatte arbejde med at sænke trafikstøjen langs eksisterende veje, særligt når vi i dag ved, at motorvejsstøj er mere generende, end vi hidtil troede. Kommunale budgetter skal aktiveres, men også understøttes af statslige midler, for eksempel i form af puljer med tilskud til kommunale projekter. Det må her

anerkendes, at støjproblemet har en flydende geografi; der er en dynamisk sammenhæng mellem trafik på statslige og kommunale veje, samtidig med at trafikstøjen i stort omfang ikke kommer fra biler, der 'bor' i de støjplagede områder. Desuden er trafikens omfang også på de kommunale veje påvirket af statens transportpolitik. Derfor bør ansvaret for støj fra kommunale veje ikke alene væltes over på de kommuner, som er så uheldige at lægge veje til gennemgående og stigende transport til og fra landets knudepunkter. Staten bør understøtte udsatte kommuner økonomisk og i øvrigt lægge op til et tættere samarbejde om at reducere støjen mellem relevante vejmyndigheder, sådan at investeringer foretages med den størst mulige samlede effekt.

**Der bør vedtages statslige og kommunale politikker, regulering og tiltag**, som har fokus på støjklilderne og beskyttelse af borgerne. Trafikstøj påfører omgivelserne negative effekter, og trafikanterne har ikke selv noget incitament til at ændre adfærd. Derfor er adfærdspåvirkning, regulering og lovgivning nødvendigt og samtidigt samfundsmæssigt hensigtsmæssigt:

- ◆ Investeringerne i infrastrukturen er massive i disse år. Snart aftales rammerne for en ny **infrastrukturfond**. Der bruges milliarder om året på investeringer i infrastruktur, og det er vigtigt, at der i den forbindelse øremærkes penge til at reducere trafikstøjen, og at der sættes målsætninger for indsatsen.



- ◆ **Indarbejdelse af støjensyn i andre politikområder;** herunder klima-, transport og miljøpolitikker. Trafikstøj nævnes ofte som en del af byens problemer. Hvis gener og helbredseffekter, der skyldes vejstøj, skal begrænses, er det vigtigt, at støj ikke kun nævnes som en del af problemet – at bekæmpe trafikstøj gennem aktive foranstaltninger er en del af løsningen og at skabe et sundt lydmiljø, en del af målsætningen. Der bør generelt komme ekstra fokus på trafikstøj, når der vedtages miljøpolitik, bæredygtigheds-målsætninger og programmer for forskning og udvikling. Støjindsatsen bør sammentænkes med transportpolitik, og herunder medregnes som en positiv faktor, når bæredygtige transportløsninger vurderes og prioriteres.
- ◆ **Planloven**, som på nuværende tidspunkt er under revision, bør også fremadrettet give kommunerne mulighed for at indarbejde krav til støj i lokalplaners bestemmelser, så nye boliger er sikret et godt indendørs og udendørs lydmiljø. Disse muligheder kan udvides, så lokalplaner kan indeholde krav til indretning af boliger, der indebærer, at støjfølsomme rum vender mod en stille side, krav om udnyttelse af bebyggelse som støjskærm og lignende.
- ◆ Der findes i dag kun vejledende **grænseværdier** for de udendørs støjniveauer, hvilket vil sige, at man som støjramt borger ingen rettigheder har – heller ikke selvom støjniveauet er meget højt. Grænseværdiernes status som vejledende betyder også, at myndigheder ved planlægning af nye boliger og andet byggeri kan vælge at se bort fra dem. Kommuner og statslige myndigheder bør overveje mere forpligtigende målsætninger for støjniveauer i deres geografi.
- ◆ Særligt fokus på **begrænsning af støj i natperioden**. Forskningen peger entydigt på, at søvnforstyrrelser i særlig grad er årsag til trafikstøjens negative sundhedseffekter. Der er derfor behov for indsatser, som kan bidrage til at sænke støjen om natten. Det kan blandt andet være lavere hastigheder i natperioden, regulering af tung trafik, indsats overfor ulovlige, støjende enkeltkøretøjer.
- ◆ **Bindende krav til at mindske øget støj ved trafikomlægninger**, vejudvidelser og nye vejanlæg. Det er ikke altid teknisk eller økonomisk muligt at afhjælpe støjen, men i så fald bør der være mere præcise retningslinjer for tilskud til støjisolering, erstatning og ekspropriation ved nyanlæg.
- ◆ **Indsats mod særligt støjende, ulovlige køretøjer**, herunder motorcykler og knallerter. Der er behov for en øget politimæssig indsats mod ulovlige køretøjer, der er til stor gene, og som om natten

kan give søvnforstyrrelser for mange mennesker. En øget indsats vil kræve investeringer i teknisk måleudstyr, der kan anvendes ved politiets kontroller.

- ◆ **Påvirkning af adfærd blandt trafikanter.** Den generelle viden om trafikstøjens sundhedseffekter og løsninger er generelt meget begrænset. En øget bevidsthed blandt borgerne er nødvendig. Af relevante indsatser, som kunne overvejes, er kampagner for øget anvendelse af støjreducerende dæk, informationsmateriale til boligforeninger og -ejere omkring støjreducerende tiltag og de sundhedseffekter, som følger af støjen fra trafikken.

**Fra dansk side bør man arbejde for at påvirke reguleringen i EU**, som generelt mangler effektfulde virkemidler, selvom trafikstøj er udnævnt til EU's anden største miljøproblem. I øjeblikket analyseres det i EU-Kommissionen, hvordan der kan følges bedre op på de støjkortlægninger og – handlingsplaner, som er blevet produceret af de større europæiske byer og kommuner. Danmark bør påvirke processen for en mere virkningsfuld europæisk støjpolitik. Herunder kunne Danmark foreslå krav om forpligtigende støjhandlingsplaner. Danmark kan også arbejde på at påvirke EU til at sætte øget fokus på effektive tiltag, der begrænser støjen fra trafikanterne. Det handler især om reglerne for typegodkendelse af nye køretøjer og dæk, som i den nuværende udformning ikke vil have mærkbar effekt de første mange år. For eksempel kan Danmark foreslå indførelse af EU-grænseværdier for støj fra regummierede dæk (slidbanedæk), som i vid udstrækning anvendes på de tunge køretøjer, et reguleringsmæssigt fokus på vejbelægninger og at der afsættes af midler til indsatser i EU's forsknings- og miljøprogrammer (eksempelvis Horizon 2020).

**Fokus på ambitiøs og langsigtet planlægning af byernes lydmiljøer.** Gener fra trafikstøj er ikke kun knyttet til støjniveauet ved boligen, men også til støjen og lydmiljøet, hvor vi som mennesker færdes og opholder sig. Der er behov for udvikling af redskaber til planlægning af bymiljøer, som giver alle mulighed for at færdes og opholde sig i områder, der ikke er domineret af trafikstøj, men i stedet af interessante og afvekslende lyde – fra naturens lyde i en park til menneskers stemmer på et torv eller børns leg. Det kan betyde omlægning af trafik, men det kan også påvirke den fysiske udformning og placering af bydelsparker, torve, pladser, gågader og stiforbindelser. Samtidig er der brug for, at planlægningen i højere grad end hidtil tager hensyn til det samlede lydbillede, der kan være sammensat af støj fra veje, jernbaner, virksomheder, restauranter, varelevering og lignende. Her kunne man overveje tiltag som eksempelvis:

◆ **Udvikling af flere redskaber til planlægning af boligmiljøer** med et godt indendørs og udendørs lyd miljø. Der udvikles i disse år vinduer, som dæmper støj i delvist åben tilstand. Der arbejdes også med altanløsninger og andre facadeløsninger, som kan afskærme støjen fra boligen. Der er behov for at fremme og styrke denne udvikling, så der er en vifte af løsninger til rådighed. Der er samtidig brug for at udvikle løsninger og modeller, så indretningen af boligområder giver beboerne adgang til udendørs arealer med et lavt støjniveau. Den hidtidige udvikling af løsninger har været meget fokuseret på tekniske aspekter og overholdelse af grænseværdier for de enkelte løsninger (et lukket vindue, et åbent vindue, en støjskærm). Der er behov for at supplere med helhedsbetragtninger i planlægningen, der ser på det samlede indendørs og udendørs boligmiljø.

◆ **Udvikling af en mærkningsordning eller certificering af boligens lyd miljø**, der inddrager støjniveauer ved boligen, men også boligens indretning og støjisolerings samt adgang til støjbeskyttede områder tæt ved boligen og i omgivelserne. En mærkningsordning kunne også udvikles for sammenhængende boligområder. Ordninger af denne type kan bidrage til at sætte fokus på, hvor vigtigt det er at tage hensyn til trafikstøj ved byplanlægning og boligbyggeri og samtidig skærpe interessen hos bygherrer, projektudviklere, boligselskaber og andre.

**Fokus på innovation gennem efterspørgsel og udviklingsprojekter.** Danmark har gennem årtier haft en førende position inden for lyd og akustik og har udviklet nogle særlige styrkepositioner og verdensførende virksomheder. Også inden for trafikstøj er

Danmark på enkelte områder globalt førende – det gælder forskning og udvikling inden for eksempelvis helbredseffekter, støjgener, mindre støjende vejbelægninger, støjmålinger og -beregninger samt vejanlæg. Der er basis for at udbygge denne position og samle kræfterne i udviklingen af et mindre trafikstøjsplaget Danmark, hvor danske virksomheder, teknologier og innovation for alvor kommer i spil. Problemkomplekset "trafikstøj" giver Danmark mulighed for at kombinere flere dagsordener, hvor vi i forvejen er stærke; lyd og akustik, offentlig transportløsninger, mobilitet, miljø og klima, byudvikling og livskvalitet, bæredygtigt byggeri og infrastruktur anlæg. Muligheden for at skabe yderligere vækst og innovation burde understøttes bedre via tiltag som:

- ◆ Øget samarbejde mellem det offentlige og private om udvikling, test og demonstration af de bedste innovative løsninger, der har fokus på at optimere støjreducerende effekter, og på omkostningseffektive og støjreducerende løsninger som også bidrager til andre samfundsudfordringer. I den sammenhæng kunne det være gavnligt med støttemuligheder til at facilitere offentlig-private projektsamarbejder. På nuværende tidspunkt findes der stort set ingen offentlige støtteordninger – hverken i EU eller i Danmark – som har forskning og udvikling inden for trafikstøj som hovedprioritet.
- ◆ Intelligente offentlige udbud, hvor der stilles krav om eksempelvis gode lyd miljøer og niveauer af støjreduktion, mens det overlades til et samarbejde mellem bygherrer, rådgivere, arkitekter, producenter og entreprenører at udvikle de rigtige og bedste løsninger.

## REFERENCER

1. Danmarks Statistik (2014) Danmark i tal 2014
2. Banedanmark (2013) Banedanmarks støjhandlingsplan 2013
3. Miljøstyrelsen (2013) National kortlægning af boliger belastet af vejstøj i 2012, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 5.
4. Billund Kommune (2013) Billund Kommunes Støjhandlingsplan for Billund Lufthavn og stilleområdet ved Randbøl Hede, Billund Kommune.
5. Miljøstyrelsen (2013) Støjhandlingsplan 2013 for Københavns Lufthavn, Kastrup, Miljøstyrelsen.
6. Roskilde Kommunes (2013) Roskilde Kommunes Støjhandlingsplan 2013 for Roskilde Lufthavn, Roskilde Kommune.
7. Det nationale forskningscenter for arbejdsmiljø (2014) Arbejdsmiljø og helbred i Danmark 2014.
8. Statens Institut for Folkesundhed (2014), SUSY-undersøgelse om boligmiljø, 2013
9. Nielsen, T. A. S. (2014) I Danmark stiger trafikken stadig. Byplan, 66 (3): 31-32.
10. Vejdirektoratet (2016) Vejdirektoratet Statistikkatalog – Nøgletal om vejtransport
11. Transportministeriet (2010) Fremtiden trafik – debatoplæg, Transportministeriet april 2010.
12. Vejdirektoratet (2016) Fremtidens trafik. URL: [http://www.vejdirektoratet.dk/da/viden\\_og\\_data/temaer/fremtidenstrafik/sider/default.aspx](http://www.vejdirektoratet.dk/da/viden_og_data/temaer/fremtidenstrafik/sider/default.aspx)
13. Københavns Kommune (2015) Kommuneplan 2015.
14. Tetraplan (2013) Trafikudviklingen i Region Hovedstaden 2010-2030. Notat udarbejdet af Tetraplan 3.juli 2013.
15. DELTA (2007) The "Genlyd" Noise Annoyance Model, Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Function.
16. Vejdirektoratet (2013) Støjgener fra byveje og motorvej M3, Rapport 447.
17. Vejdirektoratet, (2013) Befolkningsreaktioner på støjreducerende, Rapport 442.
18. Vejdirektoratet (2016) Støjgener fra byveje og motorveje, Rapport 551.
19. Miljøstyrelsen (2007) Støj fra veje. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4/2007.
20. Miljøstyrelsen (1984) Miljøstyrelsens vejledning 5/1984, Ekstern støj fra virksomheder
21. Statens Institut for folkesundhed (2012) Sundhed og sygelighed i Danmark 2010 & udviklingen siden 1987.
22. Babisch, W. (2002) The Noise/Stress Concept, Risk Assessments and Research Needs, Noise Health, 4(16), 1-11.

### PROJEKTET SILENT CITY

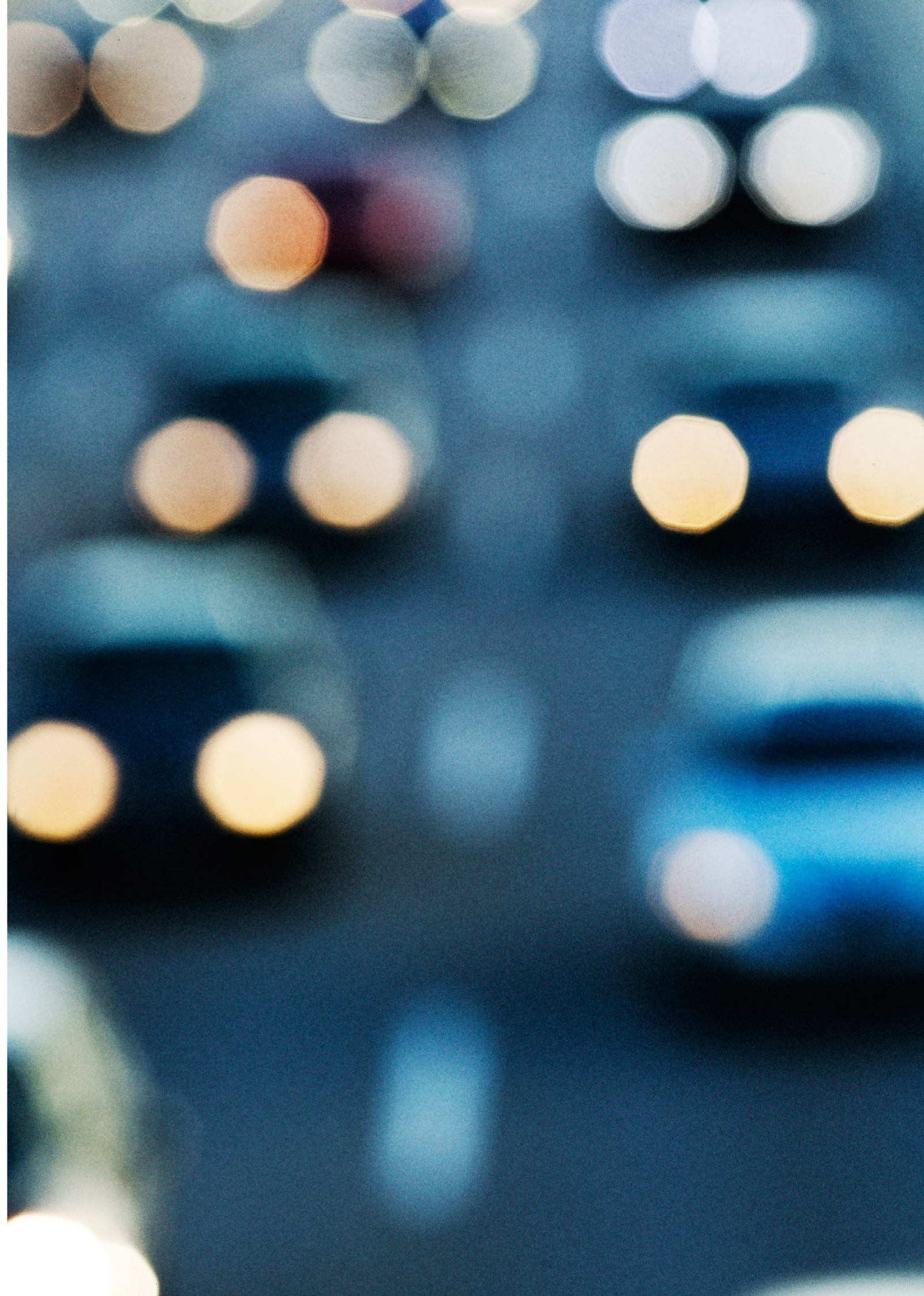
Hvidbogen er blevet til som en del af projektet Silent City, hvor en række kommuner i Køge Bugt-området er gået forrest i kampen mod støj fra trafikken. Silent City bliver et Living Lab for urban støjbekæmpelse. Her vil en række kommuner, virksomheder og forskningsinstitutioner i samarbejde undersøge, teste og udvikle løsninger. Målet er både at reducere støj fra trafikken, fremme livskvaliteten og sundheden for borgerne, og samtidig skabe vækst for danske virksomheder som leverer støj løsninger. I det nye Living Lab vil en lang række løsninger blive testet og demonstreret i 1:1-skala – løsningerne vil tage udgangspunkt i de deltagende kommuners og deres borgeres udfordringer med trafikstøj. Det nye Living Lab skal demonstrere værktøjer og innovative løsninger, der både sænker støjen fra trafikken og skaber bedre byer for borgerne at bo i. Initiativet skal samtidig sætte de deltagende kommuner på verdenskortet inden for urban støjbekæmpelse og understøtte erhvervsudvikling blandt danske virksomheder. Målet er at etablere et Living Lab, som vil tiltrække besøgende fra hele Europa. Udover konkrete anlæg med eksempelvis støjreducerende asfalt, støjværn og støjvolde vil projektet indsamle, opbygge og formidle viden om bekæmpelse af støj fra trafikken. Målet er at skabe en innovativ, dynamisk og fleksibel tilgang til både nuværende og nye tiltag i kampen mod støj.

Se mere om projektet på Gate 21's hjemmeside på: [www.gate21.dk/project/silent-city-levende-laboratorium-for-urban-stoebekaempelse/](http://www.gate21.dk/project/silent-city-levende-laboratorium-for-urban-stoebekaempelse/)

Projektkommunerne er Albertslund, Brøndby, Hvidovre, Ishøj, Køge, Solrød og Vallensbæk, og projektet drives af Gate 21.

23. Babisch W (2014) Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise and Health*, 16 (68): 1-9
24. Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N., og Röösli, M. (2015) The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environmental Research*, 138: 372–380
25. van Kempen, E. og Babisch W. (2012) The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 30 (6): 1075–1086.
26. Sørensen, M., Hvidberg M., Andersen, Z.J., Nordsborg, R.B., Lillelund, K.G., Jakobsen, J., Tjønneland, A., Overvad, K. og Raaschou-Nielsen, O. (2012) Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study, *European Heart Journal*, 32(6): 737-744.
27. Halonen, J.I., Hansell, A.L., Gulliver, J., Morley, D., Blangiardo, M., Focht, D., Toledano, M.B., Beevers, S.D., Anderson, H.R., Kelly, F.J. og Tonne, C. (2015) Road traffic noise is associated with increased cardiovascular morbidity and mortality and all-cause mortality in London, *European Heart Journal*, 36:2653-2661.
28. Christensen, J.S., Raaschou-Nielsen, O., Tjønneland, A., Overvad, K., Nordsborg, R.B., Kettel, M., Sørensen, T.A. og Sørensen, M. (2016) Road Traffic and Railway Noise Exposures and Adiposity in Adults: A Cross-Sectional Analysis of the Danish Diet, Cancer, and Health Cohort. *Environmental Health Perspectives* 124:3 DOI:10.1289/ehp.1409052
29. Christensen, J.S., Raaschou-Nielsen, O., Tjønneland, A., Nordsborg, R.B., Jensen, S.S., Sørensen, T.I.A., og Sørensen, M. (2015), Long-term exposure to residential traffic noise and changes in body weight and waist circumference: A cohort study. *Environmental Research*, 143, Part A: 154–161.
30. Oftedal, B., Krog, N.H., Pyko, A., Eriksson, C., Graff-Iversen, S., Haugena, M., Schwarze, P., Pershagen, G., og Aasvang, G.M. (2015) Road traffic noise and markers of obesity - a population-based study. *Environmental Research*, 138: 144–153.
31. Pyko, A., Eriksson, C., Oftedal, B., Hilding, A., Östenson, C., Krog, N.H., Julin, B., Aasvang, G.M., og Pershagen, G. (2015) Exposure to traffic noise and markers of obesity. *Occup Environ Med*, 72: 594-601. doi:10.1136/oemed-2014-102516
32. Sørensen, M., Andersen, Z.J., Nordsborg, R.B., Becker, T., Tjønneland, A. (2015), Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study. *Environmental Health Perspectives*, 121 (2): 217.
33. Sørensen, M., Harbo Poulsen, A., Kettel, M., Dalton, S.O., Friis, S., og Raaschou-Nielsen, O. (2015) m.fl. Residential exposure to traffic noise and risk for non-hodgkin lymphoma among adults. *Environmental Research*, 142: 61–65.
34. Sørensen, M., Kettel, M., Overvad, K., Tjønneland, A. and Raaschou-Nielsen, O. (2015) Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: A cohort study. *International Journal of Cancer*, 134 (11): 2691–2698.
35. Roswall, N., Eriksen, K.T., Hjortebjerg, D., Jensen, S.S., Overvad, K., Tjønneland, A., Raaschou-Nielsen, O. og Sørensen, M. (2015) Residential Exposure to Road and Railway Noise and Risk of Prostate Cancer: A Prospective Cohort Study. *PLoS one*, 10(8). doi: 10.1371/journal.pone.0135407
36. Gehring, U., Tamburic, L., Sbihi, H., Davies, H.W., Brauer, M. (2014) Impact of noise and air pollution on pregnancy outcomes. *Epidemiology*, 25 (3): 351-8
37. Vejstøjgruppen (2003) Forslag til strategi for begrænsning af vejtrafikstøj, Vejstøjgruppen.
38. Miljøstyrelsen (2010) Notat om vejstøjstrategien 2011-14 og skema med 13 statslige initiativer, Miljøstyrelsen.
39. Vejdirektoratet (2015) [http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden\\_og\\_data/temaer/stoerj/stoerjbehaempelse/Sider/St%C3%B8jpuljen.aspx](http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/temaer/stoerj/stoerjbehaempelse/Sider/St%C3%B8jpuljen.aspx)
40. Vejdirektoratet (2013) Støjhandlingsplan for statens veje 2013 – 2018,
41. Rambøll (2010) Evaluering af vejstøjstrategien, hovedrapport, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 1/2010.
42. M. Dittrich m.fl. (2014) Potential benefits of Triple-A tyres in the Netherlands. TNO report, TNO 2014 R10735.
43. M. Dittrich m.fl. (2015) June 2014 samt Triple A Tyres for Cost-effective Noise Reduction in Europe. *Internoise*.
44. EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS FORORDNING (EU) Nr. 540/2014 af 16. april 2014 om motorkøretøjers og udskiftningslyddæmpningssystemers støjniveau
45. Miljøstyrelsen (2003) Strategi for begrænsning af vejtrafikstøj – Delrapport 2, Støj, gener og sundhed, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 53, 2003.
46. AKF (2003) Valuation of Noise Reduction – Comparing results from hedonic pricing and contingent valuation, AKF Forlaget.
47. Transportministeriet. (2010) Værdisætning af transportens eksterne omkostninger. Transportministeriet.
48. Det Økonomiske Råd (2011) Økonomi og miljø 2011. Trafikstøj, Energi- og miljøforskning, Afgifter og klimamål.
49. Lundhede, T.H., Panduro, T.E., Kummel, L., Ståhle, A., Heyman, A., og Thorsen, B.J. (2013) Værdisætning af bykvaliteter - fra hovedstad til provins. Tematisk hovedrapport, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi.
50. EU Kommissionen (2011) Beretning fra kommissionen til Europa-Parlamentet og Rådet om gennemførelse af direktivet om ekstern støj i overensstemmelse med artikel 11 i direktiv 2002/49/EF, 1.juni 2011
51. European Environment Agency (2014) Noise in Europe 2014. European Environment Agency, EEA report no 10/2014
52. Det Økonomiske Råd (2016) Diskussionsoplæg. Udarbejdet af formandskabet for De Økonomiske Råd til Møde i Det Miljøøkonomiske Råd tirsdag den 1. marts 2016
53. Det Økonomiske Råd (2011) Pressemeddelelse 23. februar 2011,
54. Det Økonomiske Råd (2014) Økonomi og miljø 2014, kap. IV.
55. Vejdirektoratet (2015) Ribe Omfartsvej, VVM-redegørelse, Sammenfattende rapport, Rapport 533
56. WHO (2011) Burden of disease from environmental noise.
57. Dale et al (2015) Socioeconomic status and environmental noise exposure in Montreal, Canada. *BMC Public Health*, 15:205.
58. Transportministeriet (2010) Værdisætning af transportens eksterne omkostninger. København.

59. Stockholms Universitet (2008), Ljudlandskap för bättre hälsa. Resultat och slutsatser från ett multidisciplinärt forskningsprogram. Göteborg Universitet, Chalmers, Stockholms Universitet.
60. Klæboe, R., Engelen, E., and Steinnes, M. (2004) Mapping neighbourhood soundscape quality, Paper from Internoise.
61. Miljøstyrelsen (2015), <http://mst.dk/74706> (kan findes ved at søge efter "støjpartnerskaber")
62. Vejdirektoratet (2010) Støj fra Vejtrafik.
63. Vejdirektoratet (2004) Nye veje til støjbekæmpelse i byer – et idékatalog. Rapport 295.
64. Innovationsfonden (2016) Bedre asfalt reducerer CO<sub>2</sub> udledningen. URL: [http://innovationsfonden.dk/da/case/bedre-asfalt-reducerer-CO<sub>2</sub>-udledningen-og-sparer-biljere-millioner](http://innovationsfonden.dk/da/case/bedre-asfalt-reducerer-CO2-udledningen-og-sparer-biljere-millioner)
65. CEDR (2015) Guidance Book on the Integration of Noise in Road Planning, On-Air projektet, CEDR.
66. Vejdirektoratet (2013) Noise from electric vehicles – a literature survey, Danish Road Directorate.
67. Dittrich, M. (2014) Potential benefits of Triple-A tyres in the Netherlands. TNO report, TNO 2014 R10735.
68. Dittrich, M. (2015) Triple A Tyres for Cost-effective Noise Reduction in Europe, Paper for Internoise.







**RAMBOLL**



PORTEN TIL GRØN VÆKST

*Med støtte fra:*

