

Et nyt syn på trafikstøj

Trafikstøj er skyld i alvorlige sundhedsproblemer, såsom hjerte-kar-sygdomme, diabetes og kræft. Men det er ikke sikkert, at al trafikstøj er lige skadelig for naboerne til veje med store trafikmængder og tung trafik. Lavfrekvent støj mistænkes for at være særlig skadelig. Men på trods heraf bruger myndighederne det såkaldte A-filter, der filtrerer de lave frekvenser fra i støjkortlægningen. Det skaber i sig selv et behov for at undersøge, hvilke konsekvenser denne metode har for forståelsen af støjens skadevirkning, men også for hvordan støjreducerende foranstaltninger bedst designs.

Der er efterhånden bred enighed om, at trafikstøj er sygdomsfremkaldende og årligt medfører over 500 for tidlige dødsfald i Danmark. Det er over det dobbelte i forhold til antallet af dræbte i trafikken. Ud fra den målestok forekommer det rationelt at ofre mere opmærksomhed på at reducere trafikstøjen.

Manglende viden

Derfor kan det undre, at der ikke har været mere fokus på, **hvorfor og hvordan** trafikstøj skader. Der er således ikke sikker viden om, hvilken egenskab ved trafikstøj, der skader kroppen.

Det vides eksempelvis ikke med sikkerhed, om det er *al trafikstøj*, der er skadelig, om det er lydstyrken som sådan, eller om det er støjen i det lavfrekvente, mellemfrekvente eller højfrekvente støjområde, der er farlig.

Den korrekte forståelse af, hvordan

trafikstøj påvirker kroppen er vigtig for, at indsatsen for at reducere støjen kan afhjælpe problemet.

Når denne indsigt er fraværende 'falter myndighederne i blinde', og vi risikerer, at den støjreduktion, som myndighederne bruger vores penge på, ikke virker sygdomsforebyggende, fordi den *ikke dæmper de egenskaber ved støjen*, der har skadevirkning.

Støj og hørelsen

Lyd og støj har fra gammel tid været knyttet til hørelsen, hvilket formentlig er årsag til sammenkoblingen af støjmålinger med ørets frekvenskurve.

De statslige og internationale myndigheder har derfor **antaget**, at den uønskede støj, som vejenes naboer udsættes for:

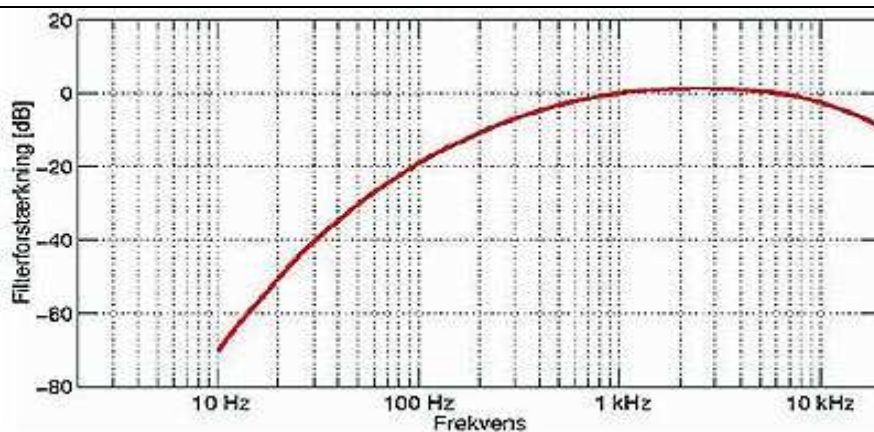
dels er skadelig for **hørelsen** (os be-

kendt er det en meget sjælden undtagelse, at mennesker får høreskader af trafikstøj) og at al støjs skadevirkning udelukkende eller primært opfanges af den menneskelige organisme via **høresansen**,

dels at skadevirkningen skyldes en kombination af den samlede støjs styrke og hvor længe organismen udsættes for støjen.

Lavfrekvent støj skjules

Disse **antagelser**, som der ikke er videnskabeligt belæg for, førte for lang tid siden til, at myndighederne måler trafikstøj, laver beregninger af trafikstøj og udarbejder støjkort på baggrund af målinger med brug af et såkaldt dB(A) filter, der *tilpasser* målingen med videre til det menneskelige øres frekvenskurve. Se kurven nedenfor.



Den lavfrekvente støj filtreres fra i myndighedernes 'støjmålinger'.

A-filteret ændrer den lineære frekvensmåling, og tilpasser til ørets følsomhed:

Styrken af frekvenserne under 1.000 Hz reduceres – først ganske lidt, men jo lavere frekvens, jo mere lydstyrke filtreres fra.

I det dybe frekvensområde er der tale om en voldsom reduktion af den målte lydstyrke, 11 dB ved 200 Hz, 51 dB ved 20 Hz og 70 dB ved 10 Hz.

Tilsvarende, men i langt mindre grad, filtreres den højfrekvente støj også fra.

Men 'lyd' og dermed også 'støj' er kun andre ord for svingninger, som både kan opfanges af og påvirke *andre dele af sansesystemet end hørelsen*, der netop på grund af ørets følsomheds-frekvenskurve, primært registrerer mellemfrekvensområdet.

De lavfrekvente svingninger, som øret ikke er beregnet til at opfange, sanses derimod af kroppen i videste forstand som 'vibrationer', der registreres af nervesystemet via huden, knoglerne og eksempelvis også af synet som 'ringe' i vand.

Og spørgsmålet er, om disse 'ikke-hør-bare' svingninger er skadelige og i givet fald hvorfor?

Både psykologiske og fysiologiske effekter

Traditionelt har forskere, som beskæftiger sig med de sundhedsskadelige effekter af trafikstøj, fokuseret på hjernens fortolkning af støjen (den psykologiske effekt). Hvis hjernen tolker støjen som et **faresignal** øges stresshormonniveauet i blodet med uheldige konsekvenser for kroppens kredsløb og organer, eksemplificeret ved stenaldemandens 'kæmp eller flygt tolkningsalternativ' (Babisch). Men vi mener, det er på tide at undersøge, om der **også er en direkte fysiologisk skadevirkning** af navnlig lavfrekvente svingninger.

Luftfartsselskaberne har længe været klar over, at svingningerne fra flymotorerne påvirker de ombordværendes smagssans: '*Det meste mad smager ikke af noget på et fly*'.

Svingningerne vibrerer formentlig nervesystemet, således at hjernen modtager forkerte signaler med det resultat, at smagssansen ændres og svækkes. Her er sandsynligvis tale om en **direkte fysiologisk virkning** af lavfrekvent støj.

At myndighederne (med dB(A) filtret) frasorterer støjens lave frekvensområde sker således på trods af manglende viden om, hvilke dele af frekvensspektret, der skader mennesker, og på trods af en kraftig formodning for, at den lavfrekvente støj er hovedsynderen i trafikstøjen.

Ikke bare lydstyrke

En almindelig samtale mellem mennesker og samvær i en større gruppe kan nemt resultere i lydstyrker langt over grænseværdien. Men ingen vil formentlig mene, at denne aktivitet er skadelig for mennesker. For øret er tilpasset til at modtage disse svingninger og hjernen er fortløbig med tolkningen af disse sansindtryk. Det samme gælder, når vi lytter til Bach og Beethoven, hvor lydtrykket i koncertsalen kommer endnu højere op.

En naturlig antagelse ville således være, at mennesker **ikke** bliver syge af de svingninger, som øret er specielt indrettet til at registrere.

Derfor forekommer det ikke relevant at måle - især uønsket støj - med et A-filtret tilkoblet.

I stedet ville det være naturligt at søge støjens sygdomsfremkaldende egenskaber i de dele af frekvensspektret, der dæmpes og frasorteres af A-filtret. Og formentlig primært i det lavfrekvente område, fordi energiindholdet der er størst. *For måske er det slet ikke den hørbare støj, der er den egentlige synder?*

Lavfrekvent støj

At netop trafikken forårsager lavfrekvente svingninger gennem jorden og luften er forbavsende **veldokumenteret** af forskningen. Det er for længst erkendt, at naturvidenskabelige forskningslaboratoriets følsomme måleinstrumenter påvirkes negativt, hvis der er en vej eller jernbane i nærheden. Forskningsbyggeri må derfor ofte konstrueres med henblik på at neutralisere disse uønskede svingninger.

Tunge køretøjer, som **lastbiler og busser, har dieselmotorer, gearkasser og kardanakslar, der udsender kraftige, lavfrekvente svingninger**. Det samme gælder jernbanernes tog. På motorvejene øger køretøjernes dæk støjen. De lavfrekvente svingninger forplanter både gennem luften og jorden, men **uheldigvis skjules disse svingninger, fordi myndighederne måler med A-filtret**.

Det er også en kendt sag, at store havpattedyr (hvaler) får ødelagt deres nervesystem og indre organer af de store skibes kraftige, lavfrekvente svingninger, der forplanter effektivt gennem vand. Hvalerne strander og er ikke i stand til at søge til havs igen.

At også menneskekroppen påvirkes af de lavfrekvente svingninger fra trafikken forekommer derfor ikke specielt usandsynligt. **Men der mangler viden på dette felt.**

Hvis den lavfrekvente støj er skadevolderen, er myndighedernes støjmålinger og støjkort (med dB(A) filtret) nærmest irrelevante og myndighedernes 'støjreducerende' tiltag ligeså, for de dæmper i så fald primært den del af støjen, som man **ikke** bliver syg af.

Derfor er der et **stort behov for at undersøge** de forskellige frekvensområders skadevirkning samt hvorledes der kan sættes ind overfor navnlig den lavfrekvente støj, der ikke reduceres væsentligt med lette støjskærme.

Det skal dog nævnes, at L_{DEN} beregningsmetoden sikkert er et velment, men forfejlet forsøg på at differentiere støjen, idet den vægter dag-, aften- og natstøj forskelligt, ligesom andelen af tung trafik vægtes højere, men man ender altid med et intetsigende 'mål' for den aggregerede, **gennemsnitlige støj** - selvom ingen ved om det er en relevant størrelse.

Mens trafikstøjen fra motorvejene og jernbanen indeholder hele frekvensspektret, dækker 'målingerne' - med dB(A) filtret tilkoblet - reelt kun den mellemfrekvente støj.

Undersøgelser, der laves på baggrund af sammenkøringen af gamle data om handlende beboernes sygdom, adresser og trafikstøjens gennemsnitlige styrke, siger derfor ikke meget om, hvad det egentlig er, der er skadeligt eller mest skadeligt ved trafikstøj, **når de gamle datasæt indeholder dB(A) målinger**.

Det vil sige, at det - på baggrund af målinger og støjkort - reelt ikke kan udledes, om det er den samlede gennemsnitlige støj, det lave, mellemom-

rådet, eller det høje frekvensområde, der er sygdomsfremkaldende.

De lette støjskærme reducerer primært den mellemfrekvente støj, på grund af deres ringe masse. Hvis beboerne fortsat bliver syge på trods af disse støjskærme, som Vejdirektoratet i mange år har opsat, er **et kvalificeret gæt, at den mellemfrekvente støj ikke er den alvorlige, sygdomsfremkaldende del af trafikstøjen**. Meget taler for, at en reduktion af den mellemfrekvente støj, som øret og kroppen er bedst indrettet til at tåle, ikke afhjælper problemet. Det betyder populært sagt, at myndighedernes støjskærme muligvis **reducerer den trafikstøj, der ikke skader**.

Uvidenskabelig tilgang

Der er således et grundlæggende behov for at få undersøgt trafikstøjområdet, med henblik på at tilvejebringe en større grad af viden om skadevirkningen og mulighederne for at reducere støjen.

Ud fra myndighedernes konservative synspunkt kan selvfølgelig hævdes, at der ikke er tilstrækkeligt 'bevis' for, at deres antagelser og foranstaltninger er forkerte.

Men omvendt tæller det mere, at der heller ikke er evidens for, at myndighederne har forstået trafikstøjproblemet med den konsekvens, at de derfor ikke 'gør det rigtige' for at dæmpe den skadelige støj. Vi mener, at tvivlen skal komme borgerne til gode, for konsekvenserne er skæbnesvangre for den enkelte og dyrene for samfundet.

Under alle omstændigheder har der været tale om en utilstrækkelig videnskabelig tilgang til forskningen i trafikstøjens skadevirkning og *derfor også forskningen i, hvilke støjreducerende tiltag, der virker sygdomsforebyggende i forhold til trafikstøj*.

Og det betyder, at vi stadig er på herrens mark, og derfor har behov for at afprøve relevante hypoteser for koblingen mellem henholdsvis lavfrekvent støj (infralyd + frekvensområdet 20-200 Hz), mellemfrekvent støj (200-

4.000 Hz), højfrekvent støj (4.000 – 20.000 Hz + *ultralyd*) og deres forskellige skadevirkning på den menneskelige organisme.

Og tilsvarende er der behov for at afprøve forskellige støjreducerende tiltags effekt i forhold til frekvensspekret.

Den lavfrekvente støj har bemærkelsesværdigt lange bølgelængder:

| Frekvens i Hz | Bølgelængde i meter |
|---------------|---------------------|
| 1 | 340 |
| 10 | 34 |
| 20 | 17 |
| 50 | 6,8 |
| 100 | 3,4 |
| 150 | 2,3 |
| 200 | 1,7 |

Det siger sig selv, at ørets trommehinde og ørets knogler ikke er gearret til lavfrekvente bølgelængder på adskillige meter. Når vi alligevel er i stand til at opfange den lavfrekvente støj, forekommer det derfor velbegrunderet at konkludere, at det ikke – eller ikke primært – sker med anvendelse af høresansen: Men med kroppens store sanseapparat: Huden, skelettets knogler, nervesystemet og kroppen i videste forstand.

Jo mere energi, jo mere skadevirkning

Trafikstøj i de *forskellige frekvensområder kræver meget forskellige energimængder* for at frembringe samme lydtryk.

Den dybe støj indeholder meget mere energi og forplantes over meget større afstande, end den mellemfrekvente og højfrekvente støj, hvilket desværre også gør den lavfrekvente støj meget mere **potent som skadevolder**. Og den lavfrekvente støj er tilsvarende sværere at dæmpe.

- Derfor er det naturligt at afprøve en **hypotese** om, at det er den lavfrekvente støj, som er **trafikstøjens hovedsynder**, som forårsager de alvorlige sygdomme.

- Tilsvarende er det naturligt at aflive hypotesen om, at den dybe støj *primært registreres via høresansen*. **De lavfrekvente svingninger opfanges** af hele kroppen og påvirker det autonome sanseapparat, som vores bevidsthed ikke selv styrer. Mennesker, som er født uden hørelse eller som har mistet denne sans, tager (*os bekendt*) også skade af trafikstøj og lavfrekvente svingninger.

- **Skadevirkningen er sandsynligvis uafhængig** af, om de støjudsatte personer **føler** sig generet af støjen eller andre subjektive forhold. **Alle bliver formentlig syge af langvarig udsættelse** for lavfrekvente svingninger, fordi de påvirker det autonome sanseapparat.

Når det er relevant at fremsætte og teste ovennævnte hypoteser, hænger det ikke mindst sammen med, at **såfremt** den lavfrekvente støj er hovedskadevolderen, er det vigtigt at ændre den *sygdomsforebyggende indsats* overfor trafikstøj - bort fra lette støjskærme, som den lavfrekvente støj stort set uhindret passerer igennem - til fordel for nye foranstaltninger med høj masse, som er i stand til at absorbere energimængden i støjens lavfrekvente område.

Nervernes funktion

Det er kendt, at nervesystemet arbejder tovejs, i separate systemer til og fra hjernen og ved hjælp af elektricitet, men der er ikke nogen sikker viden om, hvordan elektriciteten dannes. Den gamle teori går på, at elektriciteten skyldes en ionbytningsproces (som i et batteri), hvilket lyder sandsynligt, men ligesom batteriet skal genoplades, skal også nervens ionbytningsproces hele tiden stimuleres, og det foregår autonomt.

Dels ved hjælp af 'svingninger' (som i en kondensator), **dels** ved hjælp af tilførsel af eksempelvis adrenalin og andre 'kemikalier' fra kroppens organer, når en akut faretilstand kræver forstærket elektrisk spænding og får hjernen til at sende besked herom.

Vores hypotese er, at nervernes elektricitetsdannelse skyldes **både** en ionbytningsproces **og** påvirkning fra svingninger. Normalt er det hjertets pulsslag, med frekvensen 1-2 Hz, der frembringer disse svingninger, som vedligeholder ionbytningsprocessen.

På Danfoss Universe, Nordborg, findes en forsøgsopstilling, hvis centrale element er en 'ionbytnings-membran' der adskiller to rum. I det ene rum kan besøgende "råbe og skribe" og således sende vibrationer mod membranen, hvorefter en elektrisk pære lyser op i det andet rum ...

Heldigvis er hørelsen indrettet til **ikke** at lade sig overdøve af den lavfrekvente hjertelyd, der inde i kroppen er ganske kraftig. Hvis ikke høresansen var tilpasset vores kredsløbsfunktion, jævnfør effekten af A-filtret, ville vi nok ikke kunne høre de lyde, der kommer fra vores omgivelser.

Kroppen, nervebanerne og organerne er **næppe** beregnede til at tåle kraftige **eksterne, lavfrekvente** svingninger.



Hvis *miljøet* derfor producerer lavfrekvent støj med en sådan styrke, at kroppen og nervebanerne opfanger den, får nervesystemet og organerne måske problemer.

- Disse svingninger er måske farlige for kroppen, fordi den **eksterne** svingningspåvirkning resulterer i overstimulering af nervebanerne, hvilket måske resulterer i **uhensigtsmæssige signaler til og fra kroppens organer**. Den spænding, der er tale om i nervebanerne er ganske beskeden.
- De lavfrekvente svingninger kan derfor være en af årsagerne til at organerne pumper stresshormo-

ner ud i blodbanen, til at vi får forhøjet blodtryk, til at bugspytkirtlen tager skade, således vi får diabetes, og hjerteproblemer og til at navnlig børn og unge får hukommelses- og indlæringsproblemer.

De mellemfrekvente svingninger, som trafikstøj udsender, er den støj, som vi først og fremmest hører. Men den er i energimæssig henseende sjældent potent nok til direkte at påvirke nervesystemet.

Trafikstøjens 3 kategorier

Vi kan herefter inddele de trafikrelaterede svingninger i 3 kategorier:

1. Sundhedsskadelige svingninger

Støj og svingninger, der **både** ligger uden for og i grænseområdet for det hørbare frekvensspekter, primært i det lavfrekvente, men også i det højfrekvente område, **og** har et tilstrækkeligt stort energiindhold til at svingningerne påvirker nervesystemet.

Hertil kommer al støj med en lydstyrke, som overskrider ørets styrkegrænse, men det er dog sjældent, at trafikrelateret støj alene skader som følge af styrken.

2. Forstyrrende støj

Kraftig støj, som hjernen ikke kan tolke og derfor ikke kan ignorere. Repræsenterer måske en faresituation. Forstyrrer **koncentrationsevnen og søvnen**.

Støj, der alvorligt forstyrrer søvnen er sundhedsskadelig. Lydtrykket i søvnperioden bør ikke overskride 40 dB, jf. WHO.

3. Irriterende støj

Støj, som de fleste ikke synes om, men som man kan 'leve med' og vænne sig til. At bo i en by med mange forskellige aktiviteter indebærer også mange forskellige lyde og et højere basisniveau for støj.

Behov for ny praksis

Hvis disse teorier er rigtige, bør myndighederne ændre praksis med henblik på også at reducere den lavfrekvente støj fra trafikken.

De foretrukne lette støjskærme er nærmest virkløse over for den lavfrekvente del af trafikstøjen. Deres vigtigste effekt består i, at vejenes naboer ikke længere kan se de biler, der forårsager støjen, men den effekt nedsætter næppe sygdomsfrekvensen.

Det er på tide, at myndighederne tænker nyt og konstruktivt, det vil sige:

- Dropper de **misvisende A-filtermålinger af trafikstøj** og erstatter dem med lineære målinger, således at den lavfrekvente trafikstøj også registreres.
- Dropper antagelsen om, at skadevirkningen har med **det gennemsnitlige lydtryk** at gøre.
- Dropper de **ubrugelige Nord2000 og L_{DEN} regnemodeller**, som **tryller** den farlige lavfrekvente støj væk, fordi modellerne baserer sig på irrelevante gennemsnitstal.
- Igangsætter **seriøse forsøg** med nye foranstaltninger, der ikke bare er kosmetiske eller rettet mod at dæmpe den mellemfrekvente lydstyrke, men også reducerer den lavfrekvente trafikstøj.

Arbejdsrapport, januar 2018

Dr. Erik Kærgaard Kristensen,
PhD, cand. arch.

Prof. emer. (DTU) Jørn Dalgaard Mikkelsen,
ph.d., cand. scient.

Ingeniør Tomas Bjørup.