

# Et nyt syn på trafikstøj

*Ikke al trafikstøj er lige sundhedsskadelig for vejenes naboer. Den lavfrekvente støj, er den store skadevolder, men på trods heraf filtrerer myndighederne de lavfrekvente svingninger fra i deres målinger, ved at bruge det såkaldte A-filter. Den korrekte forståelse af, hvordan støjen påvirker kroppen, er afgørende for, om myndighedernes støj-reducerende foranstaltninger har en chance for at afhjælpe skadevirkningen.*

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 'familiar 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 støj-målinger med ørets frekvenskurve.

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

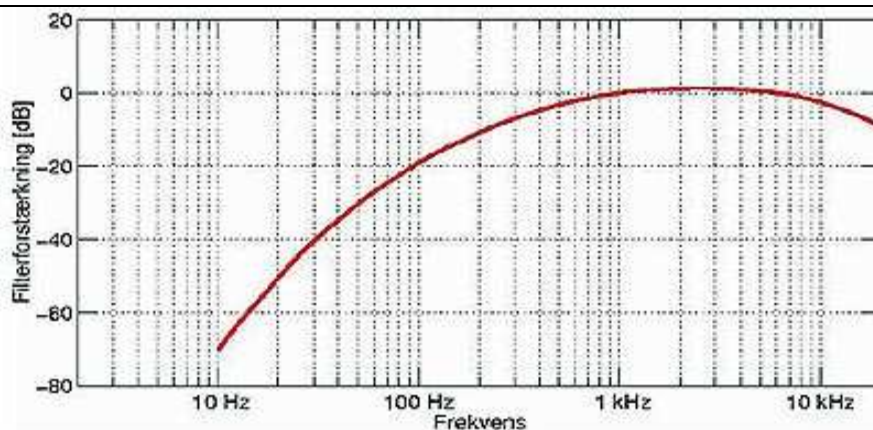
**dels** er skadelig for hørelsen (os be-

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, 5 dB ved 200 Hz, 50 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 vibrationer, som både kan opfanges af og påvirke *andre dele af sanseapparatet end hørelsen*, der netop på grund af ørets følsomhedsfrekvenskurve, 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 overveje, 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 fortrolig med tolkningen af disse sanseindtryk. 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-filter tilkoblet.**

I stedet ville det være naturligt at søge støjens sygdoms-fremkaldende 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**. Problemet er størst på motorvejene, hvor køretøjernes dæk øger støjen. Det samme

gælder jernbanernes tog. Disse lavfrekvente svingninger forplantes 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 forplantes 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, vindmøller etc. 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 kun 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 forgæves 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 omhandlende beboernes sygdom, adresser og trafikstøjens samlede 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, mellemområdet, eller det høje frekvensområde, der er sygdomsfremkaldende for mennesker.**

Men vi ved, at de lette støjskærme primært reducerer mellemfrekvensområdet på grund af deres ringe masse. Hvis beboerne fortsat bliver syge på trods af de lette støjskærme, som Vejdirektoratet i mange år har opsat - og det gør borgerne jo - ville **et kvalificeret gæt være, 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 i praksis **reducerer den trafikstøj, der ikke skader.**

Det ser ud til, at myndighederne, videnskæssigt, i bedste fald famler i blinde eller i værste fald ikke ønsker at tage trafikstøjens skadevirkninger alvorlig.

## Uvidenskabelig tilgang

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'. Vi mener, at tvivlen skal komme borgerne til gode, for konsekvenserne er skæbnsvangre for den enkelte og dyre for samfundet.

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

Ret beset har myndighederne end ikke haft en teori for, hvordan trafikstøj

skader, og der har derfor ikke været nogen hypoteser, der kunne forkastes eller accepteres.

**Når myndighederne ikke har forstået problemet, kan de heller ikke løse det!**

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 velbegrundet 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 **hypotesen** 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 lavfrekvente svingninger.
- **Skadevirkningen er endvidere uafhængig** af, om de støjudsatte personer **føler** sig generet af støjen eller andre subjektive forhold. **Alle bliver syge af** de 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 det er 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 svingninger.

## Nervernes funktion

Vi ved, at nervebanerne fungerer ved hjælp af elektricitet, men vi har ikke 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 nervernes 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.

Øret er indrettet til **ikke** at lade sig overdøve af den lavfrekvente hjertelyd, der inde i kroppen er temmelig 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 derimod **ikke** beregnede til at tåle **eksterne, lavfrekvente** svingninger.



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

- Disse svingninger er farlige for kroppen, fordi den eksterne svingningspåvirkning resulterer i overstimulering af elektricitetsdannelsen i nervebanerne, hvilket igen resulterer i *uhensigtsmæssige signaler til kroppens organer*. Vi skal huske på, at den spænding, der er tale om i nervebanerne, i forvejen er ganske beskedent.
- **De lavfrekvente svingninger er derfor en af årsagerne til at organerne pumper stresshormoner ud i**

**blodbanen, til at bugspytkirtlen tager skade, således vi får diabetes, til at vi får forhøjet blodtryk og hjerteproblemer, til at vi udvikler cancer og til at navnlig børn og unge får hukommelses- og indlæringsproblemer.**

- **Derfor dør vi for tidligt af blandt andet lavfrekvent trafikstøj.**

**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.

Den mellemfrekvente støj opfanges overvejende gennem høresansen, som imidlertid er indrettet til at modtage disse svingninger. Men hermed være ikke sagt, at mellemfrekvent trafikstøj ikke kan være irriterende nok.

## 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 energindhold 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**, og det er der meget, der tyder på, bør myndighederne straks ændre praksis med henblik på at reducere den lavfrekvente støj fra trafikken. De foretrukne lette støjskærme er nærmest virningsløse over for den skadelige del af trafikstøjen og spild af borgernes skatte kroner. Deres vigtigste effekt består i, at vejenes naboer ikke længere kan se de biler, der forårsager støjen, men den effekt nedsetter jo ikke 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 farlige trafikstøj også registreres.
- Dropper antagelsen om, at skadevirkningen har med **det gennemsnitlige lydtryk** at gøre.
- Dropper de **ubrugelige Nord2000 og L<sub>DEN</sub> 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 reducerer den skadelige, lavfrekvente trafikstøj.

Arbejdsrapport, januar 2018

Dr. Erik Kærsgaard Kristensen,  
PhD, cand. arch. &  
Prof. emer. (DTU) Jørn Dalgaard Mikkelsen,  
ph.d., cand. scient. &  
Ingeniør Tomas Bjørup.