

AMI DOKUMENTATION 13

HELBREDSEFFEKTER AF STØJ I ARBEJDSMILJØET

Karin Sørig Hougaard og Søren Peter Lund

Arbejds miljøinstituttet
København 2004

AMI DOKUMENTATION 13

Helbredseffekter af støj i arbejdsmiljøet

Karin Sørig Hougaard og Søren Peter Lund

Tryk: DTKommunikation A/S

ISBN: 87-7904-118-3
København 2004

Arbejdsmiljøinstituttet
Lersø Parkallé 105
2100 København Ø
Tlf.: 39 16 52 00
Fax.: 39 16 52 01
E-post: ami@ami.dk
Netsted: www.ami.dk

Rapporten kan rekvireres fra:

Arbejdsmiljøbutikken
Arbejdsmiljørådets Service Center – Ramsingsvej 7 – 2500 Valby
Tlf.: 36 14 31 31
E-mail: ekspeditionen@amr.dk
Netsted: www.arbejdsmiljobutikken.dk

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forkortelsesliste.....	5
Sammenfatning.....	7
1. Et par indledende bemærkninger	11
2. Støj i arbejdsmiljøet	13
2.1. <i>Støj versus lyd.....</i>	<i>13</i>
2.2. <i>Støjbelastning.....</i>	<i>14</i>
2.3. <i>Undersøgelser af støjbelastning på arbejdspladsen</i>	<i>15</i>
2.4. <i>Sammenfatning</i>	<i>18</i>
3. Sammenhæng mellem støj og helbredsskader.....	19
3.1. <i>Støj og stress.....</i>	<i>19</i>
3.2. <i>Sammenfatning</i>	<i>23</i>
4. Helbredseffekter efter udsættelse for støj i arbejdsmiljøet..	25
4.1. <i>Høreskader</i>	<i>25</i>
4.2. <i>Hjertekarsygdomme</i>	<i>30</i>
4.3. <i>Fosterskader.....</i>	<i>33</i>
4.4. <i>Vibroacoustic disease, VAD.....</i>	<i>35</i>
4.5. <i>Sammenfatning</i>	<i>36</i>

5. Andre effekter af støj i arbejdsmiljøet	37
5.1. <i>Støjs generende egenskaber</i>	<i>37</i>
5.2. <i>Påvirkning af præstation.....</i>	<i>40</i>
5.3. <i>Sammenfatning</i>	<i>41</i>
6. Støj påvirker nogle arbejdstagere mere end andre.....	43
6.1. <i>Sammenfatning.....</i>	<i>45</i>
7. Diskussion, forskningsbehov og konklusion	47
7.1. <i>Helbredseffekter af støj i forhold til lovgivningen</i>	<i>47</i>
7.2. <i>Andre effekter af støj</i>	<i>48</i>
7.3. <i>Forskningsbehov</i>	<i>50</i>
7.4. <i>Konklusion.....</i>	<i>51</i>
8. Litteratur.....	53

FORKORTELSESLISTE

AMI	Arbejds miljøinstituttet
dB(A)	Lydstyrke i deciBel, vægtet med et A-filter så måleresultatet afspejler det menneskelige øres følsomhed ved forskellige frekvenser
ISO	Internationale Organisation for Standardisering
L _{Aeq} , 8 timer	Det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau på arbejdspladsen for en 8 timers arbejdsdag i dB(A), jf. kapitel 2
NAK	(Arbejds miljøinstituttets) Nationale Arbejds miljøKohorte
SPL	Sound Pressure Level
VAD	VibroAcoustic Disease (Et sygdomsbillede der er karakteriseret af en række skader på luftveje, kredsløb og nervesystem efter længerevarende udsættelse for meget høj støj i det lave frekvensområde, jf. afsnit 4.4)

SAMMENFATNING

Denne rapport er udarbejdet efter aftale med Arbejdstilsynet. Anledningen er, at der er stigende fokus på at støj kan virke stressende, og at stress kan påvirke helbredet. Det er spørgsmålet om støjinduceret stress giver anledning til helbredseffekter ved lavere støjbelastning end de støjbelastninger der er associeret med høreskade. Rapportens formål er at samle viden om helbredseffekter af støj i arbejdsmiljøet.

Det er væsentligt at skelne mellem forskellige former for lyd og støj i arbejdsmiljøet. Støj kan defineres som uønsket lyd. Det ligger i denne definition, at nogle lyde vil blive beskrevet som støj af nogle personer men ikke af andre. I arbejdsmiljøet kan nogle former for lyd være ønskelige. En maskinarbejder vil fx være interesseret i at høre, om drejebænken fungerer som den skal, men personalet på kontoret vil blot opfatte drejebænken som støjende.

Støj udgør et relativt udbredt fænomen i arbejdsmiljøet. Det er sandsynligt at støjbelastningen overskrider 85 dB(A) over en arbejdsdag på nogle danske arbejdspladser. 29% af deltagerne i Danmarks Nationale Arbejdsmiljøkohorte (NAK) angiver at være udsat for støj, der er så høj, at de må hæve stemmen for at tale sammen. I mange industrielle fag svarer over halvdelen af de adspurgte at de må hæve stemmen ved samtale, og andelen er endnu højere for folkeskolelærere og pædagoger. Tallet er steget i perioden fra undersøgelsen blev gennemført første gang i 1990 til i dag. Støjmålinger bekræfter at støjbelastningen er meget høj på børneinstitutionsområdet. Der måles ikke støj under den Nationale Arbejdsmiljøkohorte, men sammenholdes stigningen i rapporteringen af høj støj med målingerne på børneinstitutionsområdet, kan det ikke udelukkes at problemet med høj støj er stigende indenfor nogle erhverv.

Støj antages at kunne skade helbredet på to forskellige måder. Skaden kan opstå som en direkte følge af lydbølgenes fysiske påvirkning. Det gælder fx høreskader. Eller helbredsskader kan opstå som følge af indirekte påvirkning, via støjinduceret stress. Stress defineres som en individtilstand, der er karakteriseret af ulyst og anspændthed. Stresstilstanden er beregnet på at ruste kroppen til bedre at klare belastning. Det giver mening, hvis stresspåvirkningen er kortvarig, men længerevarende stresspåvirkning kan sand-

synligvis skade organismen og lede til sygdom. Stress kan også påvirke helbredet ved at medføre ændret adfærd.

Videnskabelige undersøgelser viser, at arbejdsmæssig støjudsættelse skal nå et vist, ret højt niveau, før der observeres helbredseffekter. Forskning i støjs sammenhæng med helbredsskader er primært koncentreret om høreskader, hjertekarsygdomme og fosterskader:

- Støjbetinget hørenedsættelse optræder som følge af lydbølgers direkte påvirkning af høreorganet og kan indtræffe efter udsættelse af støjbelastninger over 75-80 dB(A) som gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag.
- Udvikling af tinnitus synes meget kompleks, og der er ikke en simpel sammenhæng mellem støjbelastning og udvikling af tinnitus. Tinnitus er i nogen grad knyttet til nedsat hørelse, herunder støjbetinget hørenedsættelse. Stress synes også at spille en væsentlig rolle i udvikling af tinnitus.
- Der er rimelig evidens for at udsættelse for kraftig støj i arbejdsmiljøet kan føre til hjertekarsygdom. Denne sammenhæng har været genstand for mange epidemiologiske undersøgelser. Kvaliteten af undersøgelserne er ofte for lav. Det gør det svært at etablere statistisk signifikante sammenhænge mellem støjudsættelse og helbredseffekt, men grænsen for effekter af støj på arbejdspladsen og udvikling af hjertekarsygdom antages at ligge omkring 85 dB(A) som gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag. Grænsen er sat på grundlag af undersøgelser på industrielle arbejdspladser.
- Udsættes en gravid kvinde for lavfrekvent lyd (≤ 500 Hz) trænger lydbølgerne gennem væv og væske og når frem til fostrets høreorgan, der udvikles i sidste halvdel af graviditeten. Dyreforsøg viser, at kraftige lydtrykkniveauer kan medføre nedsat hørelse hos afkommet. Disse fund støttes til dels af humane undersøgelser. Epidemiologiske undersøgelser indikerer desuden at erhvervsmæssig støjbelastning (≥ 85 dB(A) over en arbejdsdag) af gravide kvinder kan medføre nedsat fødselsvægt.
- Længerevarende udsættelse for kraftig støj (≥ 90 dB SPL) i det lave frekvensområde (≤ 500 Hz) kan muligvis give anledning til akustisk betingede vibrationssygdomme (Vibroacoustic Disease, VAD), karakteriseret af en række generelle symptomer fra bl.a. luftveje, kredsløb, mavetarmkanal og nervesystem.

Lavere lydtrykniveauer i arbejdsmiljøet kan også have negative følger. Der er bedst dokumentation for genevirkning ("annoyance" på engelsk), der defineres som ubehag forårsaget af støj. Sammenhængen mellem genevirkning og lydtrykniveau er svag, for lydtrykniveauet forklarer kun en mindre del af rapporteret genevirkning. Visse former for støj kan påvirke præstation negativt - arbejdsopgavens karakter er afgørende for det tolerable støjniveau. Støjens fysiske karakteristika (fx frekvenssammensætning, informationsindhold og variation), forhold i omgivelserne (fx forudsigelighed, kontrollerbarhed, mening og arbejdsopgavens kompleksitet) samt individet selv (fx individuel følsomhed og sindsstemning) har også betydning.

Nogle arbejdstagere antages at udvise forøget følsomhed overfor støj i arbejdsmiljøet. Dette gælder især arbejdstagere med nedsat hørelse, der ofte bruger ekstra energi på at følge med i kommunikationen på arbejdspladsen. Dertil kommer ansatte under oplæring, arbejdstagere der i forvejen arbejder under stressende forhold, udviser eller er i risiko for at udvikle forhøjet blodtryk samt gravide.

Det eksisterende videnskabelige grundlag indikerer, at det ikke umiddelbart kan antages, at støjinduceret stress medfører helbredseffekter ved belastningsniveauer lavere end det niveau, der er associeret med høreskade.

Der er imidlertid ingen eller meget lille sikkerhedsmargen mellem grænseværdien på 80 dB(A) og belastningsniveauet for udvikling af helbredseffekter. Normerne for arbejderbeskyttelse er sat på grundlag af den arbejdstagende befolkning som helhed, og grænseværdien ligger tæt på belastningsniveauet for helbredseffekter. Det er derfor spørgsmålet, om lovgivningen på dette område beskytter særligt følsomme grupper.

1. ET PAR INDLEDENDE BEMÆRKNINGER

Denne rapport er udarbejdet efter aftale med Arbejdstilsynet. Anledningen er, at der er stigende fokus på at støj kan virke stressende, og at stress kan påvirke helbredet. Det er spørgsmålet om støjinduceret stress giver anledning til helbredseffekter ved lavere støjbelastning end de støjbelastninger der er associeret med høreskade. Rapportens formål er at samle viden om helbredseffekter af støj i arbejdsmiljøet, med hovedvægt på de effekter, der ikke har med hørenedsættelse at gøre. Rapporten skal styrke Arbejdstilsynets viden i forbindelse med prioritering af indsatsen i forhold til ikke-høreskadende støj. Rapporten kan også bidrage til Arbejdstilsynets vurdering af, om Danmark kan bidrage med forskning på området.

I kapitel 2 defineres begrebet støj og reglerne for støjbelastning i arbejdsmiljøet beskrives kort. Kapitlets anden halvdel omhandler støjbelastning på danske arbejdspladser. Støj kan forårsage direkte skade på helbredet (høreskader), men sandsynligvis også indirekte, som en følge af støjinduceret stress. Kapitel 3 giver derfor en introduktion til sammenhængen mellem stress og udvikling af sygdom. Kapitel 4 handler om helbredseffekter som følge af udsættelse for støj i arbejdsmiljøet, mens kapitel 5 beskriver nogle effekter af støj i arbejdsmiljøet, der har mere med velbefindende at gøre. I kapitel 6 diskuteres om der er grupper af arbejdstagere, der er mere påvirkelige af støj i arbejdsmiljøet end gennemsnittet. Kapitel 7 diskuterer nogle af effekterne af udsættelse for støj i arbejdsmiljøet i forhold til lovgivningen, og kommer med forslag til områder, hvor der er brug for flere og bedre undersøgelser.

Emnemæssigt favner rapporten bredt, og nogle af emnerne er litteraturmæssigt meget omfattende. Teksten er derfor udarbejdet på grundlag af nyere reviews, hvor det har været muligt. Nøgleartikler og nye forskningsresultater er medtaget, hvor der ikke foreligger fyldestgørende reviews. Antallet af referencer er søgt begrænset under hensyntagen til, at fremstillingen kan verificeres ved opslag i de nævnte referencer.

Ved projektets start blev der nedsat en gruppe til inspiration og diskussion – tak for deltagelsen til Jan Gybel Jensen (Arbejdstilsynet), Per Møberg Nielsen (AkustikNet), Jørgen Jacobsen (Miljøstyrelsen), Torben Poulsen (DTU), Hanne Christensen (AMI) og Ture Andersen (Odense Universitets-

hospital). Også tak til Vilhelm Borg og Tage Søndergård Kristensen, begge AMI, Bo Johansson (Arbetsmiljöverket, Sverige) samt Erik Brodersen (Castberggård) for gode kommentarer.

København 2004

Karin Sørig Hougaard og Søren Peter Lund

2. STØJ I ARBEJDSMILJØET

2.1. STØJ VERSUS LYD

Det er væsentligt at skelne mellem lyd og støj. Lyd er mekaniske svingninger som forplantes i fx luft, hvor den får luftpartiklerne til at svinge frem og tilbage. Det skaber fortætninger og fortyndinger af luftmolekylerne, så der opstår små trykvariationer i luften. De enkelte luftmolekyler flytter sig ikke, men svinger om et ligevægtspunkt. Fortætningerne og fortyndingerne spreder sig derimod ud fra lydkilden som lydbølger. Trykvariationerne opfattes som lyd i det indre øre. I ”sneglen” i det indre øre sidder en række hårceller. De omdanner svingningerne til nerveimpulser med besked om lydbølgemønstrets udseende, dvs. om lydets styrke og frekvens (Haug et al. 1999).

I hjernen kategoriseres lyden som fx tale eller musik. Støj er et subjektivt begreb, der defineres som uønsket lyd (WHO, 1999).

Et lydtrykniveau på 60 dB(A) kan virke irriterende ved løsning af svære arbejdsopgaver, mens kraftig støj fra en flymotor ikke nødvendigvis stresser en pilot. Piloten har måske brug for lyden fra flyets motorer til at vurdere, om maskinen fungerer korrekt. Andre forhold end netop lydets styrke er altså med til at bestemme om lyd opfattes som støj, herunder kontrol med lydkilden, forudsigelighed, meningsfuldhed og støjens styrke og karakter (Kristensen, 1989; Topf, 2000).

Vi har valgt at benytte betegnelsen ”støj” i den resterende del af rapporten (i stedet for ”lyd”). Begrundelsen er, at rapporten fokuserer på problemerne om (uønskede) helbredseffekter som følge af lydpåvirkninger i arbejdsmiljøet.

2.2. STØJBELASTNING

Støj på en arbejdsplads varierer ofte i styrke og kan indeholde meget pludselige stigninger i lydtrykniveauet (impulsstøj). Når man vurderer støjen på en person, der arbejder i varierende støj, sammenregnes de forskellige lydtrykniveauer og deres varighed gennem arbejdsdagen til et gennemsnit. Dette gennemsnit betegnes det energiækvivalente lydtrykniveau, L_{eq} . L_{eq} angiver altså et konstant lydtrykniveau som udtryk for støjens energi gennem en hel arbejdsdag, dvs. hvor stor støjbelastningen har været. I den danske lovgivning refereres til det energiækvivalente A-vægtede¹ lydtrykniveau på arbejdspladsen for en 8 timers arbejdsdag, $L_{Aeq, 8 \text{ timer}}$ (Arbejdstilsynet, 2002c). Tabel 1 viser at selv kort tids udsættelse for kraftig støj har stor betydning. Hvis man er udsat for 97 dB i ½ time, tillader lovgivningen ikke at man udsættes for mere støj den dag. En sænkning af støjen på få dB har derfor også betydning.

Tabel 1. Eksempler på hvor lang tid man dagligt må udsættes for forskellige lydtrykniveauer, når støjgrænsen på 85 dB(A) overholdes. I den resterende del af arbejdsdagen må man ikke udsættes for nævneværdig støj.

8 timers ophold i 85 dB svarer til:

- 4 timer i 88 dB og 4 timer uden støj
- 2 timer i 91 dB og 6 timer uden støj
- 1 time i 94 dB og 7 timer uden støj
- ½ time i 97 dB og 7½ time uden støj
- ¼ time i 100 dB og 7¾ time uden støj

(Jensen og Nielsen, 1999)

Regler for støj på arbejdspladsen er sat på grundlag af støjens høreskade virkning. Der er enighed om, at lydets energiindhold ved integration over tid er proportional med den opståede høreskade. Derfor er grænseværdier for støjbelastning en gennemsnitsværdi over en arbejdsdag (Lund og Poulsen, 2001; Arbejdstilsynet, 2002a).

¹ Ørets følsomhed medfører, at der sker en vis bearbejdning af det lydbillede, man hører. Det er derfor hensigtsmæssigt at lave en vægtning af de målte lydtrykniveauer, så de passer bedre med det, der høres. Det gøres med et "A-vægtningsfilter". A-vægtningen bevirker, at der skæres af de høje og de dybe toner, når der måles. Når en målt lydstyrke er korrigeret med et A-vægtningsfilter, angives lydstyrken i dB(A) (Arbejdstilsynet, 2002c).

I denne rapport refereres til 80 hhv. 85 dB(A) i forbindelse med lovgivningen om støj i arbejdsmiljøet. Dette refererer til at ingen person må udsættes for en støjbelastning over 85 dB(A) på en 8 timers arbejdsdag. Hvis støjen vurderes at være høreskadende, det vil sige at arbejdsdagens samlede støjbelastning ligger på omkring 80 dB(A) eller derover, skal høreværn benyttes når arbejdet påbegyndes (Arbejdstilsynet, 1993; 2002a).

2.3. UNDERSØGELSER AF STØJBELASTNING PÅ ARBEJDSPLADSEN

Der findes ingen systematisk kortlægning af støjbelastningen på danske arbejdspladser. I begyndelsen af '90-erne sendte Arbejdstilsynet spørgeskemaer ud til et antal virksomheder. Virksomhederne blev bedt om at angive antallet af støjeksponerede medarbejdere og de omkostninger, der ville være forbundet med at sænke støjen fra den daværende grænseværdi på 90 dB(A) til 85 dB(A). På basis af besvarelserne blev det skønnet at for:

- 20.000 ansatte var L_{Aeq} , 8 timer > 90 dB(A)
- 40.000 ansatte var L_{Aeq} , 8 timer mellem 85 og 90 dB(A)
- 110.000 ansatte var L_{Aeq} , 8 timer mellem 80 og 85 dB(A).

(Nielsen, 2003).

Det er vanskeligt at vurdere, om tallene kan overføres til i dag, idet lovgivningen som nævnt blev ændret kort efter undersøgelsen. Da grænseværdien blev ændret i nedadgående retning må det formodes at udsættelsesniveauet er faldet siden da.

En hollandsk undersøgelse estimerede, hvor stor en andel af industriarbejderne indenfor fx metal-, fødevare- og tekstilindustrien, der var udsat for støj over 80 dB(A) over en arbejdsdag på 8 timer. Tallene findes for 1975 og 1985 (Tabel 2). Det fremgår, at den andel, der var udsat for over 80 hhv. 85 dB(A) var stort set uændret i løbet af perioden, mens den andel af arbejderne der var udsat for den meget høje støjbelastning, blev mere end halveret på de 10 år. Holland indførte i 1986 regulering af støj på arbejdspladsen, meget lig den danske lovgivning, dvs. en sænkelse af grænseværdien. Det må formodes at udsættelsesniveauet er faldet siden da (Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health, 1994; Arbejdstilsynet, 1993).

Tabel 2. Holland: Estimat af den andel af industriarbejderne der var udsat for en støjbelastning på hhv. > 90, > 85 og > 80 dB(A) over en 8 timers arbejdsdag i 1975 og 1985.

År	> 90 dB(A) (%)	> 85dB(A) (%)	> 80dB(A) (%)
1975	23	30	50
1985	10	30	50

(Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health, 1994)

Der er nogen information at hente fra Arbejdsmiljøinstituttets Nationale ArbejdsmiljøKohorte (NAK) (Burr og Villadsen, 2002). Denne undersøgelse har fulgt udviklingen i arbejdsmiljø og helbred fra 1990 til 2000 hos en stor gruppe tilfældigt udvalgte lønmodtagere og selvstændige. Undersøgelsen er baseret på spørgeskemaer – der er ikke målt på støj på arbejdspladserne. Udsættelse for støj belyses ved to spørgsmål:

- 1) Høj støj: ”Er du udsat for støj der er så høj at du må hæve stemmen for at tale sammen med andre?”
- 2) Anden generende støj: ”Er du udsat for anden generende støj?”

I år 2000 angiver 29% af de spurgte lønmodtagere, at de er udsat for høj støj. Tallet for anden generende støj er 16%. I begge tilfælde er tallene lidt højere for mænd end for kvinder. Når det gælder forskellige erhverv er det forudsigteligt at mange arbejdere indenfor de industrielle fag angiver at være udsat for høj støj (50-63%). De tilsvarende tal er højere for pædagoger (>80%) og folkeskolelærere (62-70%). Traditionelt er der blevet fokuseret på forekomst af støj i det industrielle arbejdsmiljø, men resultaterne fra NAK viser at støj i arbejdsmiljøet også kan være et problem indenfor andre erhverv.

De adspurgte i den Nationale ArbejdsmiljøKohorte angiver at være udsat for støj i arbejdsmiljøet i stigende grad fra undersøgelsen først blev gennemført i 1990. Dette gælder både høj støj og anden generende støj. Det er især blandt lærere og pædagoger, at flere oplever støj, der er så høj, at stemmen må hæves ved samtale. Stigningen i udsættelse for anden generende støj er primært sket i en række håndværksmæssige eller industrielle job, fx blandt mekanikere og bygningsarbejdere.

Undersøgelsen af den Nationale ArbejdsmiljøKohorte er som nævnt baseret på interviews, hvorfor der ikke er målinger af støj på arbejdspladserne til

at underbygge besværelserne (Burr og Villadsen, 2002). Der kan ikke sættes lighedstegn mellem høreskadende støj og høj støj i NAK. Kriteriet for ”høj støj” i NAK var, at folk måtte hæve stemmen for at tale sammen med andre. Taler to personer sammen over en afstand på 1 meter, vil de benytte kraftig tale, når den omgivende støj er omkring 70-75 dB(A). Kraftig tale er nødvendig ved 60-65 dB(A) ved en afstand 2 meter mellem de talende (Jensen og Nielsen, 1999). Høj støj i NAK må derfor antages at omfatte lydtrykkniveauer fra og med 65 dB(A) og muligvis lavere, mens høreskader opstår, når en person udsættes for vedvarende støj på omkring 80 dB(A) og derover.

Der eksisterer en nyere målebaseret opgørelse over støjbelastning på børneinstitutionsområdet (BUPL, 1998). Målingerne er velgennemførte og bygger på målinger med persondosimetre og rummikrofoner i 170 institutioner. Resultatet underbygger, at mange ansatte indenfor dette område er udsat for kraftig støj. Den gennemsnitlige støjbelastning over 8 en timers arbejdsdag var:

- Vuggestuer: LAeq, 8 timer = 80,3 dB(A)
- Børnehaver: LAeq, 8 timer = 79,9 dB(A)
- Skolefritidsordning: LAeq, 8 timer = 81,6 dB(A)

Gennemsnittene dækker over store variationer. I over halvdelen af vuggestuerne og børnehaverne overskred den gennemsnitlige støjbelastning 80 dB(A), og i 5-6% af tilfældene var belastningen på mere end 85 dB(A). For skolefritidsordningerne var de tilsvarende tal 66% hhv. 20% (BUPL, 1998). De målte støjbelastninger i undersøgelsen er meget høje, og burde i en del tilfælde medføre brug af høreværn. Dette må dog skønnes at være uholdbart ud fra et pædagogisk synspunkt.

Arbejdsmedicinsk Klinik i Århus er ved at lægge sidste hånd på den hidtil største undersøgelse af støj og hørenedsættelse i Danmark (Kolstad, 2004). Hørelse og støjbelastning (bærbart støjdosisimeter i 24 timer) blev målt for flere end 800 undersøgelsespersoner i Århus Amt. Undersøgelsen fokuserer på brancher med høj støjbelastning. Resultaterne fra de støjbelastede arbejdspladser sammenlignes med resultaterne fra ansatte i en branche med forventet lavt støjniveau (finanssektoren). Undersøgelsens resultater forventes at blive publiceret senere i år.

Arbejdstilsynet i Sverige har i år taget initiativ til en ny eksponeringsdatabase over støj i arbejdsmiljøet (Johansson, 2003). Her lægges resultaterne af Arbejdstilsynets støjmålinger ind sammen med andre relevante parametre.

Databasen giver mulighed for at søge ud fra mange forskellige kriterier. Når databasen indeholder tilstrækkeligt mange målinger, bliver det fx muligt at lave søgninger, som kan give et overblik over støjudsættelsen i forskellige brancher.

Der mangler overblik over udsættelse for støj i arbejdsmiljøet. De beskrevne undersøgelser anskueliggør, at støj i arbejdsmiljøet udgør et relativt udbredt fænomen, der berører mange arbejdstagere. NAK-undersøgelsen indebar ikke målinger af støj i arbejdsmiljøet, men sammenholdt med målingerne i børneinstitutionerne kan det ikke udelukkes at problemet med høj (høreskadende) støj er endda stigende indenfor nogle erhverv.

2.4. SAMMENFATNING

Det er væsentligt at skelne mellem forskellige former for lyd og støj i arbejdsmiljøet. Støj kan defineres som uønsket lyd, mens andre former for lyd kan være ønskelige. En maskinarbejder vil fx være interesseret i at høre om drejebænken fungerer som den skal.

Der mangler overblik over udsættelse for støj i arbejdsmiljøet, men støj i arbejdsmiljøet udgør et relativt udbredt fænomen. Det er sandsynligt at støjbelastningen overskrider 85 dB(A) over en arbejdsdag på nogle danske arbejdspladser. 29% af deltagerne i Danmarks Nationale ArbejdsmiljøKohorte angiver at være udsat for støj, der er så høj, at de må hæve stemmen for at tale sammen. Tallet er steget i perioden fra undersøgelsen blev gennemført første gang i 1990 til i dag. I mange industrielle fag svarer over halvdelen af de adspurgte, at de må hæve stemmen ved samtale på grund af omgivende støj, og andelen er endnu højere for folkeskolelærere og pædagoger. Støjmålinger bekræfter at støjbelastningen er meget høj på børneinstitutionsområdet. Undersøgelser med Danmarks Nationale ArbejdsmiljøKohorte indebærer ikke støjmålinger, men sammenholdt med målingerne på børneinstitutionsområdet kan det ikke udelukkes at problemet med høj støj er stigende indenfor nogle erhverv.

3. SAMMENHÆNG MELLEM STØJ OG HELBREDS- SKADER

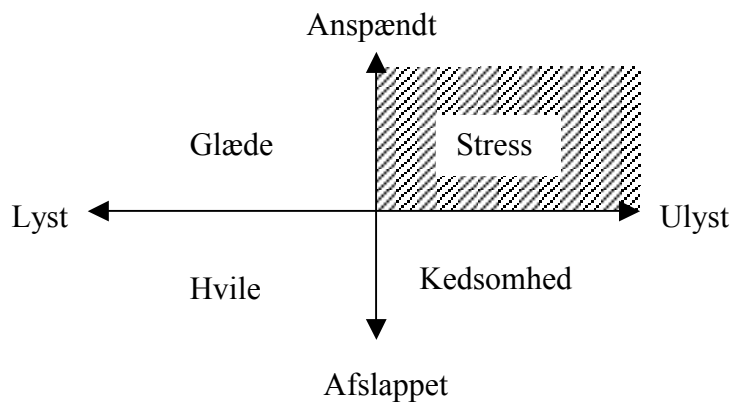
Det er almen viden, at kraftig støj kan skade hørelsen. Samtidig er der stigende fokus på at støj kan virke stressende. Helbredseffekter efter udsættelse for støj kan derfor opdeles i skader der opstår som direkte følge af lyd-bølgernes fysiske påvirkning (fx høreskader), og i skader der opstår som følge af en indirekte påvirkning, dvs. som følge af støjinduceret stress. Dette kapitel beskriver, hvorledes støjinduceret stress antages at kunne påvirke helbredet.

3.1. STØJ OG STRESS

Helbredseffekter af støj i arbejdsmiljøet, der ikke har med høretab at gøre, antages at opstå som konsekvens af stress efter udsættelse for støj. Babisch har foreslået at årsagssammenhængen mellem udsættelse for støj og udvikling af helbredseffekter (andre end nedsat hørelse) omfatter følgende trin: lydpåvirkning - genevirkning → psykofysiologisk reaktion (stress) → ændringer i biologiske risikofaktorer → sygelighed → dødelighed (Babisch, 2002). I virkeligheden er sammenhængen nok knap så enkel. Fx er der er ikke nødvendigvis lighedstegn mellem folks opfattelse af lyd som generende og den tilsvarende målte fysiologiske stressreaktion (Smith, 2003, se også afsnit 4.1).

DEFINITION AF STRESS

Der findes forskellige definitioner på stress. I Figur 1 er stress defineret som en individtilstand, der er karakteriseret af ulyst og anspændthed. Støj minder her om andre stressende faktorer i arbejdsmiljøet, idet en række forskellige forhold afgør om en lydpåvirkning virker stressende. Disse forhold omfatter kontrol, forudsigelighed, meningsfuldhed, lydets styrke m.v. (Topf, 2000; Kristensen, 1989; Iversen et al. 2002).

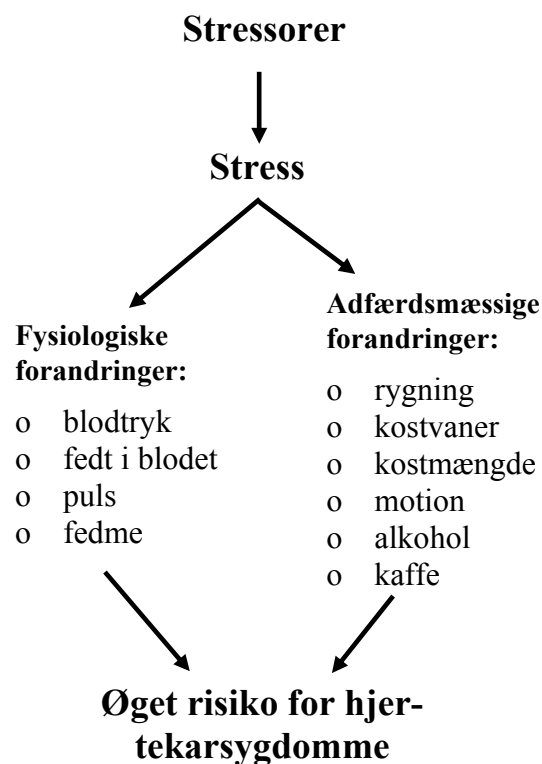


Figur 1. Grundlæggende model for stress: en individtilstand, der er karakteriseret af ulyst og anspændthed – det skraverede felt i figuren (modificeret fra Iversen et al. 2002).

STRESS OG HELBRED

Det antages, at stress påvirker helbredet på forskellige måder. Stress ændrer kroppens funktioner via psykofysiologiske processer. Ændringerne starter i nervesystemet og formidles videre til kroppens endokrine kirtler, der frigiver stresshormoner til blodet. Hormonerne føres med blodet rundt til deres virkningssted i kroppens organer og muskler. Derved bliver kroppen bedre rustet til at klare belastningen: puls, blodtryk og blodsukker stiger og blodtilførslen til muskulaturen øges (Hansen et al. 1999). Det giver mening ved kortvarig stress, men langvarig ”oprustning” af kroppen kan være skadelig og lede til sygdom (Iversen et al. 2002).

Der har længe været tradition for at antage at psykiske faktorer har betydning for udvikling af hjertekarsygdomme. Figur 2 viser nogle af de årsagssammenhænge, der kan være mellem stress og hjertekarsygdom. De overordnede forklaringer har med fysiologi og adfærd at gøre.



Figur 2. Eksempler på sammenhænge mellem stress og hjertekarsygdom. Figuren viser nogle af de faktorer, der er med til at forklare at stress kan lede til hjertekarsygdom. Nogle af faktorerne er fysiologiske og sker mere eller mindre automatisk, når kroppen stresses. Fx øges mængden af lipider i blodet, og det er en kendt risikofaktor for udvikling af hjertekarsygdom. Stress kan også påvirke vores adfærd. I slutningen af dette kapitel beskrives det, at støj måske påvirker rygeadfærd. (Modificeret efter Iversen et al. 2002)

Undersøgelser af sammenhængen mellem udsættelse for støj i arbejdsmiljøet og helbredsskader fokuserer på tre forskellige typer af effektmål: biomarkører for stress, risikofaktorer og sygdom.

- **Effekter af støj på biomarkører for stress.** Når vi bliver stressede sker der biokemiske og fysiologiske ændringer i kroppen. Blodets indhold af

stresshormoner stiger i en akut stresssituation, og mange andre biokemiske og fysiologiske parametre stiger eller falder ligeledes. Disse ændringer i "biomarkører for stress" kan registreres. Ændringer i biomarkører for stress efter udsættelse for støj er især anvendelige i undersøgelser af biologiske mekanismer. Ændringerne kan ikke tages udtryk for risiko. Ændringer i de biomarkører, der oftest anvendes i undersøgelser af stress, opstår kort tid efter udsættelse for stress. De hører derfor til i begyndelsen af reaktionskæden fra påvirkning til helbredseffekt. Den direkte kobling mellem ændring i en biomarkør for stress og udvikling af helbredseffekter er svag – ellers ville markøren høre til i kategorien af etablerede biologiske risikofaktorer, se nedenfor.

- **Effekter af støj på etablerede biologiske risikofaktorer**, fx forhøjet blodtryk. Ændringer i etablerede risikofaktorer har per definition relevans for helbredet. Hvis en påvirkning medfører relativt små forandringer i befolkningens gennemsnitsværdier, kan det have klinisk relevans, hvis en stor del af befolkningen er udsat for påvirkningen. Vil man beregne helbredsrisikoen for ændringer i en risikofaktor efter udsættelse for støj kræves der viden om sammenhængen mellem støjudsættelse og ændringer i risikofaktoren, såvel som mellem risikofaktoren og helbredseffekt.
- **Effekter af støj på forekomst/udbredelse af sygdom.** Der kræves oftest store befolkningsundersøgelser for at fremskaffe data for dosis-effekt-sammenhæng mellem udsættelse for støj og udvikling af sygdom. Det skyldes, at sygdom er en relativt sjælden hændelse. Har man først kendskab til denne sammenhæng, har man til gengæld et direkte udtryk for helbredsrisikoen ved udsættelse for støj

(Babisch, 2002).

Kapitel 4 omhandler helbredseffekter efter udsættelse for støj i arbejdsmiljøet. Kapitlet bygger på undersøgelser af sammenhængen mellem støj og ændringer i etablerede biologiske risikofaktorer og sygdom. Biomarkører for stress benyttes stort set ikke i kapitlet. Det skyldes, at den direkte kobling mellem biomarkører for stress og udvikling af helbredseffekter er svag, som beskrevet ovenfor.

Biomarkører for stress kan sagtens blive påvirket af støj. Testpersoner udviser fx forskellige stressreaktioner som øget puls og øget udskillelse af stresshormoner ved udsættelse for høj støj i laboratorieforsøg (Babisch, 2003). Dyrestudier har også vist, at støj kan medføre ændringer i biomarkø-

rer for stress. Et eksempel kommer fra et studie af rotter. Her blev blodets indhold af stresshormon (kortikosteron ~ kortisol i mennesker) ved en baggrundsstøj på 60 dB(A) sammenlignet med indholdet af stresshormon efter udsættelse for en halv times støj ved højere lydtrykniveauer. Udsættelse for en halv times støj på 90 eller 105 dB(A) øgede blodets indhold af kortikosteron. Der blev ikke konstateret nogen ændring når lydtrykniveauet lå på 70 eller 80 dB(A). I forsøget kiggede man også på dyrenes adfærd under eksponeringen. Udsættelse for den lave støj (70 og 80 dB(A)) bevirkede at dyrene sov mere. Forsøget indikerer, at ikke alle parametre påvirkes ved samme lydtrykniveau (Campeau og Watson, 1997).

Figur 2 viser, at stress også kan påvirke helbredet på grund af ændret adfærd, fx rygeadfærd. Litteraturen om støjudsættelse og rygeadfærd er sparsom, men tal fra den Nationale ArbejdsmiljøKohorte (NAK) indikerer, at støj i arbejdsmiljøet kan mindske sandsynligheden for rygeophør (Albertsen et al. 2003). Dette harmonerer med et laboratorieforsøg, hvor forsøgspersoner intensiverede deres rygeadfærd, når styrken af den afspillede industristøj øgedes fra 60 til 70-90 dB (Cherek, 1985).

3.2. SAMMENFATNING

Støj antages at kunne skade helbredet på to forskellige måder. Skaden kan opstå som en direkte følge af lydbølgernes fysiske påvirkning. Det gælder fx høreskader. Eller der kan opstå helbredsskader som følge af en indirekte påvirkning, via støjinduceret stress. Stress defineres som en individtilstand, der er karakteriseret af ulyst og anspændthed. Stresstilstanden er beregnet på at ruste kroppen til belastning. Det giver mening, hvis stresspåvirkningen er kortvarig, men længerevarende stresspåvirkning kan sandsynligvis skade organismen og lede til sygdom. Stress kan også påvirke helbredet ved at ændre vores adfærd.

4. HELBREDSEFFEKTER EFTER UDSÆTTELSE FOR STØJ I ARBEJDSMILJØET

Dette kapitel beskæftiger sig med helbredseffekter efter udsættelse for støj i arbejdsmiljøet. Forskning i arbejdsmæssig støjs indvirken på udvikling af sygdomme er meget begrænset for andre områder end høreskader, hjertekarsygdomme, fosterskader og VibroAcoustic Disease (VAD). Sammenhængen mellem udsættelse for støj i arbejdsmiljøet og andre helbredseffekter er sparsomt undersøgt, og de fleste studier mangler en passende referencegruppe, er enkeltstående eller laboratoriestudier, der ikke umiddelbart kan overføres til arbejdslivet (Kjellberg et al. 1998). Undersøgelserne er derfor ikke omtalt nedenfor. Kapitel 5 behandler nogle effekter af støj i arbejdsmiljøet, der har mere med velbefindende end helbred at gøre.

Vurderingen af støjbelastningen er usikre i de fleste undersøgelser. I nogle undersøgelser er støjbelastning fx vurderet alene på grundlag af jobfunktion (van Kempen et al. 2002). Generelt indgår frekvenssammensætning af støjen ikke som parameter i undersøgelserne. Det er derfor ikke i denne rapport vurderet, om nogle frekvenser af støj er mere skadelige for helbredet end andre².

4.1. HØRESKADER

Høreskader er skader, der er knyttet til hørelsens sanseorgan. De kan groft opdeles i nedsat hørelse og tinnitus.

NEDSAT HØRELSE

Støj vides med sikkerhed at kunne skade hørelsen. Dette står i kontrast til de fleste andre mulige helbredseffekter efter udsættelse for støj. Sammenhæng mellem udsættelse for støj og sygdom er løse. Høreskader som følge af støjudsættelse er indgående beskrevet i mange reviews, se for eksempel (Lund og Poulsen, 2001). Herunder gives et resume.

² Se dog afsnit 4.3 (direkte skader) og 4.4.

Udsættelse for lydtryk over en vis styrke kan føre til midlertidigt og siden permanent høretab. Støjinduceret hørenedsættelse skyldes tab af høreorganets sanseceller, hårcellerne. Hårcellerne sidder i sneglen og har betydning for omsætningen af lyd til nerveimpulser. Der findes én række indre hårceller og tre rækker ydre hårceller. Det er de indre hårceller, der omsætter lydets mekaniske svingninger til nerveimpulser og fungerer som det indre øres mikrofon. De ydre hårceller har afgørende betydning for filtrering og forstærkning af lydsvingningerne til de indre hårceller.

Støjinduceret høreskade akkumuleres over år og gennemløber forskellige faser. I første fase forsvinder hårcellerne, der ikke kan gendannes. De ydre hårceller tabes først. Tilsyneladende har høreorganet en betydelig funktionel reservekapacitet, for op til halvdelen af de ydre hårceller kan forsvinde uden at høretærsklerne ændres. Tabet af hårceller har derfor ringe betydning for hørelsen i begyndelsen. Næste fase indsætter ved udsættelse for støj efter uger eller år. Høretærsklerne begynder at ændres. Dette forløber ofte upåagtet, fordi ændringen ligger i et frekvensområde, der ikke benyttes når vi lytter til almindelig tale. Fortsætter støjpåvirkningen, øges høreskaden. Den spreder sig til de lavere frekvenser, hvorfor det bliver sværere at forstå almindelig tale. Tabet af hårceller kan være ganske massivt på dette tidspunkt (Lund og Poulsen, 2001). I de tidlige faser er en høreskade i højere grad forbundet med et tab af evne til at adskille forskellige lyde og bortfiltrere baggrundsstøj, end med den målte hørenedsættelse (se LePage, 1995).

Støjbetinget høreskade udvikles på to forskellige måder. Ved udsættelse for konstant støj er lydets energiindhold ved integration over tid (støjdosis) proportional med den inducerede høreskade. Lavere støjdoser er antagelig forbundet med overbelastning af hårcellernes stofskifte. Ved stigende støjdoser begynder mekanisk ødelæggelse af hårcellerne at spille en rolle, fx overrivning af sammenføjningerne mellem cellerne. Endnu højere støjdoser samt impulslyde forårsager sandsynligvis mekanisk skade direkte på høresneglen. Impulsstøj er således mere høreskadende, end ensartet vedvarende støj. Impulsstøj kan sammenlignes med en økse, der kan hugge hårdt uden brug af megen energi, blot den er tilstrækkelig skarp. (Lund og Poulsen, 2001).

Den Internationale Organisation for Standardisering (ISO) har bygget sin standard på at støjbetinget høreskade afhænger af den akkumulerede lydeenergi (støjdosis). Grænsen for hørehandikap er i ISO 1999 fastsat til en hørenedsættelse ved en eller flere frekvenser på minimum 25 dB (International Organization for Standardization, 1990). En gennemsnitlig ændring i høretærskel på 25 dB i frekvensområdet 0,5-3 kHz mærkes kun svagt eller slet

ikke, når man befinder sig i fredfyldte omgivelser og fører samtale med en enkelt person. Problemerne med hørelsen opstår under vanskelige akustiske forhold, fx i støjende omgivelser, hvor selv en mindre høreskade kan gøre det vanskeligt at følge en samtale mellem flere personer. Ifølge Dansk Standard (DS 797, 1986) er der tale om en støjbetinget høreskade, hvis høretærsklen er nedsat med 20 dB eller derover, beregnet som gennemsnittet over frekvenserne 0,5, 1, 2, 3 og 4 kHz. I DS 797 er risikoen for at udvikle støjbetinget høreskade sat til 6% af de personer, der udsættes for en støjbelastning på 85 dB(A) i løbet af et 30-årigt arbejdsliv. Tallet er 13% ved en støjbelastning på 90 dB(A).

Støjbelastningen skal derfor reduceres til under dette niveau for at sikre arbejdstagernes hørelse. Støjbelastninger under 75 dB anses ikke for høreskadende, end ikke efter meget langvarig udsættelse (Lund og Poulsen, 2001). Arbejdstilsynets vejledning om støj på arbejdspladsen angiver, at der er risiko for udvikling af høreskader ved vedvarende støjbelastning over 75-80 dB(A). Ved påbegyndelse af arbejde, der kan skade hørelsen, skal arbejdsgiveren sørge for, at der benyttes høreværn (Arbejdstilsynet, 2002a).

I Danmark er hørenedsættelse en af de hyppigst anmeldte arbejdsbetingede lidelser. Hørenedsættelse udgjorde knap 13% af samtlige anmeldte lidelser i 2002 (Arbejdstilsynet, 2003).

TINNITUS

Tinnitus, dvs. ringen for ørene eller øresusen, er en fejlfunktion i høresansen, der giver anledning til opfattelse af lyd uden stimulation fra en ydre lydkilde. Tinnitus er et symptom på ændringer i hørelsens sanseapparat eller nervesystemet.

De fleste mennesker har prøvet at have forbigående tinnitus, f.eks. efter koncerter med høj lydstyrke. Næsten alle vil opleve tinnitus i et lyddødt rum (Heller og Bergman, 1953). Tinnitus er oftest relateret til degeneration eller beskadigelse af det indre øres lydopfattende del. Ændringerne er ofte aldersbetingede eller skyldes udsættelse for støj (Coles, 1995). Der er flere hypoteser for opståen af tinnitus, men der mangler entydige beviser. Der er enighed om, at tinnitus er forbundet med forøget aktivitet i nervebanerne fra øret til hjernen, og at denne aktivitet fejlagtigt opfattes som lyd (Møller, 1984). Den fremherskende hypotese tillægger tab af ydre hårceller stor betydning. Dette skyldes, at impulser fra de ydre hårceller er væsentlige for nervesystemets regulering af aktivitet i det indre øre. Tab af ydre hårceller medfører nedsat

input til nervesystemet og hæmmer derfor denne tilpasning (Jastreboff, 1990; 1995; LePage, 1995).

I en engelsk undersøgelse blev tinnitus ("spontan tinnitus med varighed på mere end 5 min") fundet hos 10 % af de adspurgte og "stærkt generende tinnitus" hos 1%. Hos 0,5% var tinnitus forbundet med "alvorligt tab af evne til at føre et normal liv" (Coles et al. 1995; Coles, 1995). Lidt højere tal for forekomst af tinnitus blev fundet i en svensk undersøgelse, Tabel 2 (Axelsson og Ringdahl, 1989). Den engelske og den svenske undersøgelse viser begge, at der er sammenhæng mellem tinnitus og hørenedsættelse. Mange med hyppig tinnitus angiver alligevel at deres hørelse er normal. Høreskade udvikler sig imidlertid langsomt og snigende. Antallet af ydre hårceller kan være kraftigt reduceret uden at der registreres ændrede høretærskler. Tinnitus kan derfor være det første symptom på høreskade, der registreres efter mange års udsættelse for støj. For mange er tinnitus sandsynligvis den største gene ved høretab.

Tabel 2. Tinnitus og hørelse i % af adspurgte.

Hørelse Tinnitus	Normal	Nogen høre- nedsættelse	Udtalt høre- nedsættelse	Døve
Altid	19	55	19	3
Ofte	28	58	12	1

*Adspurgte blev bedt om at vurdere deres hørelse og fortælle i hvilken grad de havde tinnitus.
(Axelsson og Ringdahl, 1989)

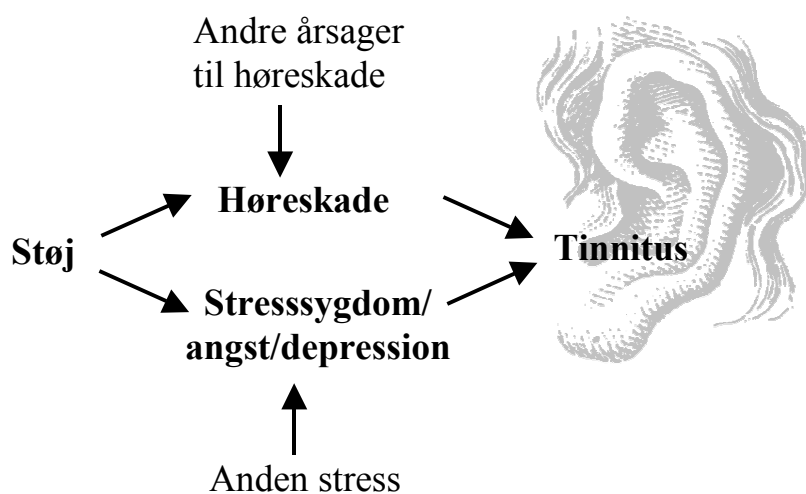
Tinnitus kan være et symptom på høreskade. Nyere undersøgelser indikerer at tinnitus også kan være knyttet til stress (Holgers, 2003). Stigningen i stressrelaterede sygdomme har ændret diagnosticeringen og behandlingen af tinnitus, så behandlingen i højere grad relaterer sig til de underliggende årsager. Man arbejder med tre hovedårsager:

- 1) Tinnitus relateret til høreskade
- 2) Somatisk tinnitus
- 3) Tinnitus relateret til angst og depression

Tinnitus relateret til høreskade er beskrevet ovenfor. Somatisk tinnitus er knyttet til nakkesmerter og påvirkninger af tyggemusklene, som det ses i forbindelse med sammenbidning og tandskæring (Holgers, 2003).

Hvad angår tinnitus relateret til angst og depression giver en nyere neurofysiologisk model en mulig forklaring på at tinnitus opleves som ligegyldig

af nogle, mens den for andre udgør en næsten utålelig plage (Jastreboff, 1990; Jastreboff et al. 1996). Dette er illustreret i Figur 3. Opfattelsen af tinnitus som en høj og ubehagelig lyd er i høj grad betinget af psykologiske faktorer. Vi vænner os hurtigt til langt de fleste sanseindtryk, fordi de kun har lille betydning. Sanseindtryk med betydning for vores overlevelse fylder imidlertid meget i vores bevidsthed. Hvis tinnitus opfattes som en trussel, rettes opmærksomheden naturligt mod hyletonen i øret. Hermed er der skabt en ond cirkel uden udveje. Tinnitus udløses ofte af en følelsesmæssig belastning, der er hørelsen uvedkommende, fx sygdom eller død hos nærtstående, egen pludselig sygdom, etc. Det er derfor sandsynligt at stærk følelsesmæssig stress er med til at fremkalde den første oplevelse af tinnitus og forbinde den med noget helbredstruende (Hazell, 1995).



Figur 3. Årsager til tinnitus (efter Holgers, 2003).

Jastreboffs teori om tinnitus danner grundlag for behandlingsstrategien Tinnitus Retraining Therapi. Først søges patientens frygt begrænset. Patienten hjælpes derefter med at vænne sig til sin tinnitus ved hjælp af en lille støjgenerator, som udsender svag, men hørbar støj. Tilvænningen varer typisk 12-18 måneder. Det anslås at op til 80% af patienterne opnår væsentlig og blivende bedring (Jastreboff og Hazell, 1993; Jastreboff et al. 1996; Jastreboff, 1990).

Alt andet lige er det muligt at stress-følsomme personer oplever deres tinnitus som en større belastning end stress-tolerante personer (Folmer et al.

1999). Der er næppe tvivl om at stress kan forværre generne ved tinnitus. I værste fald kan tilstanden udvikle sig til svær tinnitus, der af patienten ofte angives at være årsag til søvnproblemer, koncentrationsbesvær og nedsat stemningsleje (Holgers, 2003).

4.2. HJERTEKARSYGDOMME

Betydningen af stress for udvikling af hjertekarsygdomme er blevet diskuteret i mange år. Betydningen af støj i arbejdsmiljøet for udvikling af andre helbredseffekter end høreskader domineres af undersøgelser af hjertekarsygdomme.

En kritisk oversigtsartikel (Kristensen, 1989) konkluderede, at der fandtes mange undersøgelser af sammenhængen mellem støj og udvikling af hjertekarsygdomme, men at kvaliteten af studierne generelt var utilfredsstillende. Reviewet inkluderede 47 studier. Halvdelen af studierne viste positiv sammenhæng mellem støj og hjertekarsygdom, en femtedel viste svag eller in-konsekvent sammenhæng og den sidste tredjedel viste ingen sammenhæng mellem støj og hjertekarsygdom. Andelen af undersøgelserne der rapporterede positiv sammenhæng mellem støj og hjertekarsygdom øgedes med stigende kvalitet af studierne. Kvalitetsproblemerne skyldtes primært:

- Mange studier var tværsnitsstudier, der giver et øjebliksbillede. Tværsnitsstudier undersøger derfor ikke den tidsmæssige sammenhæng mellem påvirkning og effekt. Tværsnitsstudier giver ikke mulighed for at kontrollere om der er sket en udvælgelse af støjtolerante arbejderne ("healthy worker effect"). Healthy worker effekten vil opstå, hvis personer med høj følsomhed for støj er holdt op eller er blevet syge af støjen på støjfyldte arbejdspladser. Healthy worker effekten kan medføre at støjens skadelige virkninger undervurderes.
- Undersøgelse af blodtryk og hypertension dominerede, mens studier af andre kardiovaskulære effekter er ønskelige.
- Undersøgelserne differentierede sjældent mellem lyd og støj.
- Mange studier manglede en passende kontrolgruppe.
- Mange studier tog begrænset hensyn til andre risikofaktorer for udvikling af hjertekarsygdomme, fx rygning, alkoholforbrug, kost og motion.

- Mange af studierne benyttede hørenedsættelse som mål for eksponering, hvilket er forbundet med en række metodologiske problemer og ikke anbefales.

Tilsammen ydede studierne rimelig støtte for hypotesen om at der er sammenhæng mellem udsættelse for støj i arbejdsmiljøet og udvikling af hjertekarsygdomme (Kristensen, 1989).

Konklusionen er nærmest uændret mere end ti år senere. En stor metaanalyse³ (van Kempen et al. 2002) har sammenfattet resultaterne fra knap 30 udvalgte befolkningsundersøgelser af sammenhængen mellem udsættelse for støj i arbejdsmiljøet og forhøjet blodtryk/hjertekarsygdomme. Analysen finder, at sammenhængen er statistisk signifikant – jo højere støj i arbejdsmiljøet, desto større risiko for udvikling af forhøjet blodtryk. Resultatet stemmer overens med konklusionerne fra flere andre større sammenfatninger (Passchier-Vermeer og Passchier, 2000; Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health, 1994). Forfatterne af metaanalysen konkluderer, at kvaliteten af eksisterende undersøgelser gør det svært at etablere statistisk signifikante årsags-effektsammenhænge. Årsagerne er de samme som tidligere nævnt: de fleste studier er tværsnitsstudier med manglende kontrol for healthy worker effekt, og eksponeringsvurderingerne af støj er usikre. Der er kun i begrænset omfang taget hensyn til andre risikofaktorer (van Kempen et al. 2002). Metaanalysen gav ikke grundlag for at bestemme en grænseværdi for udvikling af forhøjet blodtryk (van Kempen et al. 2002). Den hollandske sundhedsstyrelse anser grænsen for effekter på hjertekarsystemet til at ligge på LAeq, 8 timer = 85 dB(A) (Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health, 1994). Denne grænse på 85 dB(A) er sat på grundlag af undersøgelser i det industrielle arbejdsmiljø. Der findes ikke tilsvarende undersøgelser for fx kontorarbejdspladser. Såfremt geneopfattelse af støj og stress-relaterede helbredseffekter er associerede, og det antages at genevirkning optræder ved lavere støjniveauer på kontorarbejdspladser end på industrielle arbejdspladser, er det muligt at det kritiske støjniveau for udvikling af forhøjet blodtryk på kontorarbejdspladser er lavere end 85 dB(A) (Passchier-Vermeer og Passchier, 2000). Hverken det beskrevne review eller den beskrevne metaanalyse kigger på om udvikling af hjertekarsygdom skyldes at den enkelte arbejder opfatter støjen som gene-

³ En systematisk review, der benytter statistiske metoder til at kombinere og sammenfatte resultater fra mange undersøgelser.

rende. Dette skyldes sandsynligvis, at de færreste undersøgelser inkluderer genevirkning. Der kan derfor ikke udledes viden om betydningen af genevirkning for udvikling af hjertekarsygdom (se i øvrigt afsnit 5.1).

Vi har valgt at beskrive en enkelt undersøgelse af støj og blodtryk mere detaljeret (Fogari et al. 2001) fordi den fortæller, hvor vigtigt forsøgsdesignet er for tolkning af resultaterne.

Undersøgelsen sammenlignede to grupper med 238 arbejdere i hver. Den ene gruppe var udsat for støj under 80 dB (fra 65 til 79 dB), den anden for støj over 85 dB (fra 86-102 dB). Næsten alle arbejdere der var udsat for høj støj benyttede høreværn. Støjbelastningen blev beregnet som et gennemsnit af 8 målinger á et minuts varighed, over en arbejdsdag, målt med persondosimetre. Arbejderne blev kun inkluderet i undersøgelsen, hvis de var under 50 år gamle og havde normal hørelse. Arbejdsfunktionerne i de to grupper af arbejdere var ens. Blodtryk og hjerterefrekvens blev registreret om morgenen inden arbejdsdagen, samt kontinuerligt over to hele døgn, hhv. en arbejdsdag og en fridag. Resultaterne viste, at blodtryk og hjerterefrekvens var ens i de to grupper om morgenen inden arbejde, mens der blev observeret forskelle mellem grupperne for de kontinuerte målinger. Det systoliske og diastoliske blodtryk var forhøjet med hhv. 6 og 3 mmHg under selve støjudsættelsen på arbejdet hos arbejdere udsat for >85 dB støj sammenlignet med arbejdere udsat for <80 dB støj. Denne forskel var stadig til stede 2-3 timer efter arbejdets ophør. Der blev ikke observeret forskel mellem grupperne om natten efter en arbejdsdag eller på fridage. Hvad angår hjerterefrekvens, så var hjerterefrekvensen højere i gruppen udsat for den høje støj sammenlignet med gruppen udsat for lavere støj, på alle tidspunkter af arbejdsdøgnet samt i dagtimerne på fridagen (Fogari et al. 2001).

Mange epidemiologiske undersøgelser af sammenhængen mellem udsættelse for støj og risiko for udvikling af hjertekarsygdomme måler blodtryk på personer om morgenen, inden de går på arbejde. Undersøgelsen ovenfor registrerede blodtryk over hele døgnet. Hvis blodtrykket kun var blevet målt én gang i døgnet i denne undersøgelse, om morgenen, ville der ikke været observeret effekt af støj på arbejdspladsen. Modsat hvis målingen var sket ved arbejdets ophør – så ville der være observeret sammenhæng mellem støj i arbejdsmiljøet og forøgelse af blodtrykket. Måske gør noget tilsvarende sig gældende for andre tværsnitsundersøgelser af støj og blodtryk, således at resultatet ville have været anderledes, såfremt blodtrykket var blevet målt på et andet tidspunkt af døgnet. I den beskrevne undersøgelse blev blodtrykket målt over hele døgnet, og det var klart at støjen kun påvirkede blodtrykket

over en del af døgnet. Ændringer i blodtrykket af kortere varighed vides ikke med sikkerhed at være en etableret biologisk risikofaktor for udvikling af hjertekarsygdomme (Fogari et al. 2001). Men det er interessant, at et veltilrettelagt studie af høj kvalitet observerer sammenhæng mellem blodtryksstigning og støj på arbejdet.

Slutteligt kan det tilføjes, at også sammenhængen mellem trafikstøj og hjertekarsygdomme har været genstand for mange undersøgelser. Dette er især interessant, fordi trafikstøj ofte er forbundet med lavere støjbelastning end støj i det industrielle arbejdsmiljø. Der er tilsyneladende sammenhæng mellem udsættelse for trafikstøj og udvikling af hjertekarsygdomme (van Kempen et al. 2002). Et nyere longitudinelt studie fra Berlin (Maschke, 2002) peger på betydningen af udsættelse for trafikstøj om natten som den væsentligste faktor. Undersøgelsen fremlægger dosiseffektkurver for sammenhængen, og det styrker tiltroen til en sammenhæng, når der observeres øget effekt med øget eksponering. Undersøgelsens resultater sætter spørgsmålstegn ved den generelle hypotese for udvikling af hjertekarsygdom, der fokuserer på udsættelse for trafikstøj om dagen. Resultaterne fra dette område kan derfor ikke umiddelbart overføres til problematikken om støj i arbejdsmiljøet og udvikling af hjertekarsygdomme.

Et laboratoriestudie har undersøgt søvnkvalitet efter eksponering for industristøj i dagtimerne (Gitanjali og Ananth, 2003). Forsøgspersonerne var udsat for 87 dB(A) og mente ikke selv, at deres søvn var påvirket af støjudsættelse i dagtimerne. (Objektive) målinger af søvnstadier m.v. indikerede imidlertid, at udsættelse for høj støj i dagtimerne kan nedsætte søvnkvaliteten den efterfølgende nat. Der kræves imidlertid flere undersøgelser på området, før der kan drages en konklusion vedrørende nattesøvn og udsættelse for støj på arbejdet.

4.3. FOSTERSKADER

Mange kvinder er udsat for støj i arbejdsmiljøet, og støj menes at kunne påvirke fosterudviklingen direkte såvel som indirekte. Den direkte påvirkning skyldes, at lydbølger kan passere over moderens bugvæg og gennem fostervandet til fosteret. Her kan støjen påvirke fostrets høreorgan på samme måde som støj påvirker høreorganet hos voksne (Gerhardt og Abrams, 2000). Indirekte påvirkning antages at finde sted fordi støjinduceret stress

ændrer den gravide kvindes hormonelle miljø. Disse ændringer kan fx medføre, at stresshormoner fra moderen overføres til fostret og påvirker udviklingen, eller at der tilføres mindre blod til moderkagen, med følger for udvekslingen af næringsstoffer mellem moder og foster (Hougaard, 2003; Meyer et al. 1989).

DIREKTE PÅVIRKNING

Lavfrekvent lyd (< 500 Hz) trænger stort set uændret ind til fostret, mens væv og væske omkring fostret dæmper lyden mere og mere jo højere frekvensen er. Lavfrekvent lyd dominerer derfor lydbilledet i livmoderen. Dyreforsøg med får har vist, at intense lydtryk niveauer kan skade fostrets høreorgan og medføre nedsat hørelse hos afkommet. Disse resultater har sandsynligvis relevans for mennesker, idet udviklingen af høreorganet hos får minder om udviklingen hos mennesket (Gerhardt og Abrams, 2000). Resultater fra flere dyrearter indikerer desuden, at høreorganet under udviklingen kan udvise en øget følsomhed overfor støjpåvirkning i forhold til det færdigudviklede høreorgan. Derfor kan støjbelastning, der er uskadelig for hørelsen hos voksne, muligvis skade fostrets høreorgan (Pierson, 1996).

Et par undersøgelser har fokuseret på udsættelse for støj i arbejdsmiljøet under graviditet og hørelse hos børnene efter fødslen. Studierne observerer sammenhæng med udsættelse af den gravide kvinde for støj over 85 dB og nedsat hørelse hos børnene. Kvaliteten af undersøgelserne er ikke optimal, bl.a. kritiseres valg af kontrolgruppe. Det er imidlertid væsentligt, at resultater fra humane studier er i overensstemmelse med fund fra dyreforsøg, og dermed støtter hypotesen om, at fostre kan tage skade af høj støj i omgivelserne (Gerhardt og Abrams, 2000).

INDIREKTE PÅVIRKNING

Gravide kvinders følsomhed overfor udsættelse for støj i arbejdsmiljøet er undersøgt i flere epidemiologiske studier (se Hruba et al. 1999 og review i Nurminen, 1995). De undersøgte effektmål omfatter abort, for tidlig fødsel, nedsat fødselsvægt og misdannelser. Flere af studierne er præget af metodologiske problemer, bl.a. usikre eksponeringsvurderinger og begrænset hensyntagen til andre risikofaktorer. Dette mindsker muligheden for at etablere en sikker sammenhæng mellem påvirkning og effekt. Resultaterne indikerer, at støjbelastning i arbejdsmiljøet fra omkring Laeq, 8 timer på 85 dB(A) kan påvirke fødselsvægten negativt (Nurminen, 1995; Hruba et al. 1999). Det er i

denne sammenhæng interessant, at lav fødselsvægt i sig selv udgør en risikofaktor for høreskade. En undersøgelse kiggede på sammenhængen mellem fødselsvægt og diagnosticeret høreskade hos norske børn født i perioden 1967 til 1993 (flere end 1,5 millioner personer) (Nafstad et al. 2002). Der blev observeret tydelig sammenhæng mellem lav fødselsvægt og nedsat hørelse. Lav fødselsvægt kan skyldes for tidlig fødsel, men kan også opstå som følge af nedsat fostervækst. Børn i den sidste gruppe er små ved fødslen, selvom varigheden af graviditeten har været normal. For denne gruppe børn var sammenhængen mellem lav fødselsvægt og høreskade endnu tydeligere. Nedsat vækst i fosterperioden er muligvis en risikofaktor for udvikling af høreskade.

4.4. VIBROACOUSTIC DISEASE, VAD

Et svensk review beskriver en række helbredseffekter af påvirkning med meget kraftig lavfrekvent støj (Berglund et al. 1996). Det er beskrevet helt tilbage til 1976, at lavfrekvent lyd påvirker luftvejene hos mennesker og forsøgsdyr. De angivne støjbelastninger (≥ 150 dB) er relativt uaktuelle i det danske arbejdsmiljø men flere nyere undersøgelser giver grund til at tro, at akustisk betingede vibrationssygdomme (VibroAcoustic Disease, VAD) også optræder ved lavere lydtrykkniveauer (Castelo Branco og Rodriguez, 1999; Castelo Branco, 1999). VAD er karakteriseret af en række skader på luftveje, kredsløb og nervesystem efter længerevarende udsættelse for høj støj (≥ 90 dB SPL) i det lave frekvensområde (≤ 500 Hz). De første symptomer er observeret efter 1-2 års påvirkning: mave-tarmproblemer, svælginfektioner, bronkitis og humørsvingninger. Længere tids påvirkning (5-9 år) synes forbundet med symptomer som bryst- og rygsmerter, træthed, infektioner, mavekatar, urinsvejsbesvær og -smerte og allergi. Ved over 10 års påvirkning optrådte psykiatriske lidelser, blødninger fra næse og tarmkanal, åreknuder, mavesår, tyktarmsbetændelse, led- og muskelsmerter og neurologiske forstyrrelser. Dokumentationen for VAD er sparsom og i hovedsagen tilvejebragt af en enkelt forskergruppe fra Portugal. Gruppens fund understøttes af, at effekter af påvirkning med kraftig lavfrekvent støj udviser fællestrek hos mennesker og forsøgsdyr. Eksempelvis er der hos både mennesker og gnavere påvist forandringer i de øvre luftveje (Reis Ferreira et al. 1999; Silva et al. 2002) og genotoksiske effekter (Oliveira et al. 2002).

4.5. SAMMENFATNING

Forskning i sammenhængen mellem støj i arbejdsmiljøet og udvikling af helbredsskader koncentrerer sig om høreskader, fosterskader og hjertekarsygdomme.

Videnskabelige undersøgelser af støj i arbejdsmiljøet observerer først helbredseffekter efter udsættelse af et højt niveau af støjpåvirkning. Hørenedsættelse optræder fra omkring LAeq, 8 timer på 75-80 dB(A). Tinnitus er i nogen grad knyttet til nedsat hørelse, herunder støjbetinget hørenedsættelse. Udviklingen af tinnitus er kompleks og stress synes at have stor betydning. Specifikt for gravide kvinder, kan støj i det lave frekvensområde (≤ 500 Hz) trænge gennem bugvæg og fostervæske og skade fostrets høreorgan, der udvikles i sidste halvdel af graviditeten. Grænsen for effekter af støj på arbejdspladsen og udvikling af hjertekarsygdom antages at ligge omkring LAeq, 8 timer på 85 dB(A). Det er også ved dette belastningsniveau at epidemiologiske undersøgelser indikerer at støjbelastning af gravide kvinder kan medføre nedsat fødselsvægt. Længerevarende udsættelse for kraftig støj (≥ 90 dB SPL) i det lave frekvensområde (≤ 500 Hz) kan muligvis give anledning til akustisk betingede vibrationssygdomme (VibroAcoustic Disease, VAD), karakteriseret af en række generelle symptomer fra bl.a. luftveje, kredsløb, mavetarmkanal og nervesystem.

5. ANDRE EFFEKTER AF STØJ I ARBEJDSMILJØET

Det foregående kapitel konkluderede at der hidtil kun er observeret helbredseffekter efter udsættelse for en vis høj støjbelastning i arbejdsmiljøet. Støjpåvirkning ved lavere lydtrykniveauer kan også påvirke arbejdstagerne. Der er en del dokumentation for genevirkning. Der er også indikationer på, at visse former for støj kan påvirke præstation negativt. Formålet med nærværende rapport er at samle viden om helbredseffekter af støj i arbejdsmiljøet, men vi har valgt at give en kort introduktion til støj og genevirkning samt støj og præstation.

5.1. STØJS GENERENDE EGENSKABER

Støj kan medføre gene hos de udsatte – eller, med det udtryk der benyttes i den engelsksprogede litteratur, medføre ”annoyance”. Annoyance kan defineres som ubehag forårsaget af udsættelse for støj (Vastfjall, 2002). Vi har valgt at benytte udtrykket støjs genevirkning/generende egenskaber. Opfattelsen af hvor generende støj opfattes måles typisk med spørgeskemaer.

Der er ikke simpel sammenhæng mellem lydtrykniveau og oplevet genevirkning for lydtrykniveauer, der ikke er høreskadende (<80 dB(A)). Et stort feltstudie undersøgte sammenhængen mellem lydtrykniveau og rapporteret gene under støjpåvirkningen (Landström et al. 1992). Der blev foretaget mere end 400 støjmålinger på forskellige typer arbejdspladser. Alle målinger lå lavere end 85 dB(A). Sammenhængen mellem genevirkning og lydtrykniveau var forholdsvis lav (Landström et al. 1992). Lydtrykniveauet forklarer typisk kun 20-25% af støjs genevirkning. Derfor må andre faktorer end lydets styrke have betydning. Nogle faktorer er knyttet til støjens fysiske karakteristika, andre til forhold i omgivelserne og i individet (Vastfjall, 2002).

Der er stor individuel variation i opfattelsen af støjs genevirkning. En hollandsk redegørelse om helbredseffekter af støj konkluderer, at der ikke kan sættes en præcis grænseværdi, hvorunder der ikke forekommer genevirkning af støj (Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health, 1994). For kontorarbejdspladser optræder genevirkning allerede ved

lydtrykniveauer under 55 dB(A), mens den tilsvarende værdi for industrielle arbejdspladser må antages at ligge væsentligt højere.

FYSISKE KARAKTERISTIKA MED BETYDNING FOR GENEVIRKNING AF STØJ

Ulf Landström fra det svenske Arbejdsmiljøinstitut har beskrevet betydningen af støjs fysiske karakteristika for dens genevirkning. (Landström, 1999). Lydens frekvenssammensætning har betydning for oplevelsen af gene. For rene toner gælder, at genevirkningen øges med stigende frekvens. Rene toner kan øge oplevelsen af gene. Jo flere rene toner i støjspektret, desto større gene. Højfrekvente rene toner opleves som regel mere generende end bredbåndsstøj ved samme lydtrykniveau. Lavfrekvente toner opleves på den anden side mindre generende end bredbåndsstøj ved samme lydtrykniveau. Fluktuerende lyd opleves oftest mere generende end vedvarende støj. Visse undersøgelser tyder på, at der kan ske tilvænning til højfrekvent støj efter længere tids eksponering. For lavfrekvent støj synes graden af gene imidlertid ikke at ændres nævneværdigt over tid.

BETYDNINGEN AF IKKE-AKUSTISKE FORHOLD

Anders Kjellberg fra det svenske Arbejdsmiljøinstitut har sammenfattet betydningen af ikke-akustiske forhold for støjs genevirkning (Kjellberg, 1999). Der fokuseres på arbejdsmiljøet, men skeles også til laboratorieundersøgelser. Medmindre andre kilder er nævnt, stammer oplysningerne nedenfor fra dette review. Som for stressorer generelt, gælder det at forudsigelighed, kontrollerbarhed og meningsfuldhed er væsentlige faktorer. Dertil kommer arbejdets karakter, støjens informationsindhold, personens holdning til støjen og til andre aspekter af arbejdsmiljøet, fx om der er iværksat tiltag for at reducere støjpåvirkningen (Kjellberg, 1999; Topf, 2000).

Arbejdsopgavens karakter har betydning for, hvor generende støj virker. Det er problematisk, hvis støj maskerer informationer, der er nødvendige for arbejdets udførelse. Følelsen af gene stiger desuden med arbejdsopgavens kompleksitet. Sammenhængen mellem præstation og støj er ikke velundersøgt ude på selve arbejdspladserne, og lydtrykniveauerne i eksisterende undersøgelser er meget høje (> 90 dB). Det er forsøgt at imitere virkelige arbejdsituationer i støjlaboratorier. Her påvirker støj ikke nødvendigvis præstationen i sig selv. Måden hvorpå en opgave løses (om man fx tager mere risikofyldte beslutninger), eller motivationen til at løse opgaven, kan imidlertid påvirkes negativt af støj i omgivelserne (Kjellberg, 1999).

Forudsigelighed og kontrol mindsker den psykiske belastning ved støjpåvirkning, i lighed med udsættelse for andre stressorer:

- I en undersøgelse af præstation og støjeksposering var præstationen mindre påvirket når forsøgspersonerne havde kontrol over lyden – eller troede de havde kontrol! Andre resultater viste, at præstationsevnen kunne være nedsat for arbejdsopgaver, der blev løst efter støjpåvirkningen var ophørt. Det var især tilfældet, hvis støjen havde været uforudsigelig og ude af personens kontrol.
- Meget høje lydtrykniveauer accepteres, når støj opstår som følge af en persons egne arbejdsopgaver. Her har personen en vis kontrol over støjen, og støjen kan indeholde information om arbejdsprocessen.
- En person vil ofte føle sig mere generet af støjen på arbejdspladsen, hvis vedkommende mener støjen kan reduceres, end hvis holdningen er, at der ikke er mulighed for reduktion. Det er derfor vigtigt at informere om støjreducerende tiltag og om de problemer, der står i vejen for yderligere reduktion.

(Kjellberg, 1999).

Personer generes meget forskelligt af støj. Noget tyder på, at støjfølsomhed afspejler personens generelle tendens til at opfatte omgivelserne negativt eller positivt (Smith, 2003; Belojevic et al. 2003). Tilfredshed med andre aspekter af arbejdsmiljøet samt individets sindstilstand og situationen har også betydning (Kjellberg, 1999). Et laboratoriestudie giver et fingerpeg om, at sammenhængen mellem støjfølsomhed og sindsstemning er kompleks (Vastfjall, 2002). Undersøgelsen sammenlignede humørets indflydelse på reaktionen på støj for to grupper personer: en gruppe, der normalt ikke var særlig støjfølsomme og en gruppe med høj følsomhed overfor støj. Når den første gruppe (lav følsomhed) var i et negativt lune, reagerede de mere negativt på støj end støjfølsomme individer i tilsvarende negativ sindsstemning. Hertil kommer, at der ikke er dokumentation for en simpel sammenhæng mellem oplevet genevirkning af støj og stress-relaterede fysiologiske reaktioner (Smith, 2003). Maschkes undersøgelse af helbredseffekter og trafikstøj kiggede på, om subjektive gener af støjudsættelse var relateret til behandling for forhøjet blodtryk, men fandt ikke sammenhæng (Maschke, 2002). Dette kan tolkes som manglende sammenhæng mellem oplevelsen af støj som generende og udvikling af symptomer. Der er brug for undersøgelser af sammenhængen mellem subjektiv oplevelse af støjgener og risiko for udvik-

ling af helbredseffekter efter påvirkning med støj på arbejdspladsen. Det nuværende vidensgrundlag giver ikke mulighed for en entydig tolkning.

5.2. PÅVIRKNING AF PRÆSTATION

Støjens karakter har også betydning for præstation. Der er kun få feltstudier af sammenhængen mellem, men resultaterne fra laboratorieforsøg peger på, at mange mentale processer påvirkes negativt af støj (Hughes og Jones, 2001; Belojevic et al. 2003).

Det er beskrevet ovenfor, at støjens lydtrykniveau og genevirkning ikke udviser simpel dosis-respons-sammenhæng (Landström et al. 1992). Det samme gælder lystrykniveauets indflydelse på opgaveløsning m.v. Huges og Jones har gennemgået litteraturen fra laboratorieundersøgelser af uvedkommende støjs evne til at påvirke mentalt arbejde. Deres konklusioner beskrives kort nedenfor (Hughes og Jones, 2001). Spørgsmålet er, i hvor høj grad resultater fra laboratorieforsøg kan overføres til arbejdsituationer. Støjudsættelsen er meget forskellig fra forsøg til forsøg, og det at deltage i et forsøg kan være stressende i sig selv og maskere effekter af støjen (Babisch, 2002; Belojevic et al. 2003).

I '70erne var interessen især koncentreret om indflydelsen af hvid støj på produktivitet (Hughes og Jones, 2001). Resultaterne er ikke entydige, men generelt blev opgaveløsning og præstation først påvirket ved høje lydtrykniveauer.

Sagen stiller sig anderledes, når støj indeholder tale. Informationsindholdet i støjen kan øge genevirkningen. Uvedkommende tale udgør det største støjproblem på mange arbejdspladser. Det gælder især ved arbejdsopgaver der kræver håndtering af verbal information. Effekten synes primært forbundet med muligheden for at opfatte indholdet af samtale, snarere end lydtrykniveauet (Kjellberg, 1999; Hughes og Jones, 2001).

Nyere undersøgelser indikerer, at det er den akustiske variation i støjen snarere end informationsindholdet i talen, der er væsentlig. Opgaver, der kræver brug af hukommelse er specielt følsomme for støj med stor akustisk variation. Laboratorieundersøgelser af simple og komplekse mentale arbejdsopgaver har vist, at støj med stor akustisk variation forstyrrer kognitive processer med væsentlig, negativ konsekvens for præstationen. Dette synes at gælde de fleste mennesker. Effekten synes uafhængig af lydtrykniveau

indenfor et bredt frekvensinterval og der sker ingen tilvænning til lydpåvirkningen (Hughes og Jones, 2001).

5.3. SAMMENFATNING

Det er vist, at også ikke-høreskadende lydtrykniveauer i arbejdsmiljøet kan have negative følger. Der er bedst dokumentation for genevirkning ("annoyance" på engelsk), der defineres som ubehag forårsaget af støj. Sammenhængen mellem genevirkning og lydtrykniveau er svag, for lydtrykniveauet forklarer kun en mindre del af rapporteret genevirkning. Visse former for støj kan påvirke præstation negativt - arbejdsopgavens karakter er afgørende for det tolerable støjniveau. Støjens fysiske karakteristika (fx frekvenssammensætning, informationsindhold og variation), forhold i omgivelserne (fx forudsigelighed, kontrollerbarhed, mening og arbejdsopgavens kompleksitet) samt individet selv (fx individuel følsomhed og sindsstemning) har også betydning.

6. STØJ PÅVIRKER NOGLE ARBEJDSTAGERE MERE END ANDRE

Risikoen for at blive ramt af en lidelse på grund af påvirkninger i arbejdsmiljøet afhænger af en række individuelle faktorer, der tilsammen bestemmer individets følsomhed (Knudsen et al. 1998). Genevirkning af støj er et eksempel på en effekt, hvor der eksisterer betydelig forskel i individuel følsomhed, idet genevirkningen vil være mere udtalt for støjfølsomme individer end for støjtolerante personer (jf. kapitel 5). Også andre grupper af arbejdstagere må forventes at være mere påvirkelige af støj i arbejdsmiljøet. Genevirkningen af støj stiger generelt med arbejdsopgavens kompleksitet. Derfor påvirkes ansatte med mindre erfaring, eller under oplæring, sandsynligvis mere af støj i omgivelserne end erfarne medarbejdere (Kjellberg, 1999).

Arbejdstagere med nedsat hørelse vil også være tilbøjelige til forøget følsomhed overfor støj i arbejdsmiljøet. Én årsag er, at hørenedsættelse er forbundet med tab af evne til at adskille forskellige lyde og bortfiltrere baggrundsstøj (LePage, 1995). Derfor nedsætter støj i omgivelserne muligheden for at opfatte tale relativt mere for hørehæmmede. Støjen kan også opleves som mere ubehagelig og generende for personer med nedsat hørelse, da høreskader ofte er forbundet med ændret lydopfattelse (Kjellberg, 1999). Socialforskningsinstituttet udgav i 2003 en spørgeskemaundersøgelse, der omfattede 1500 brugere af høreapparat (Clausen, 2003). De hørehæmmede svarpersoner brugte ofte ekstra energi på at følge med i kommunikationen på arbejdspladsen og følte sig oftere psykisk og/eller fysisk udmattede, når de kom hjem fra arbejde end befolkningen som helhed. 77% af de hørehæmmede oplevede vanskeligheder med at følge med i en kollegial samtale, og 87% oplevede problemer med at følge med i en samtale, når der var baggrundsstøj. I en referencegruppe bestående af et repræsentativt udsnit af den danske befolkning angav 11% at de havde nogle eller mange vanskeligheder med at følge med i en samtale, når flere personer var samlet. Dette tal er en gennemsnitsværdi for alle i alderen fra 18 til 64 år. Det fremgår af Tabel 3, at problemet er størst i de højeste aldersgrupper.

Den hørehæmmedes arbejdssituation kan ofte forbedres betydeligt ved enkle tiltag på arbejdspladsen (se fx Teknisk Audiologisk Laboratorium, 1999). Specifikt for arbejdssituationer der kræver samtale, har øget opmærksomhed om dæmpning af baggrundsstøj samt fx stram mødedisciplin (dagsorden, ordstyring så kun én medarbejder taler ad gangen, udførligt referat) betydning (Clausen, 2003).

Tabel 3. Sammenhæng mellem alder og problemer med at følge med i samtale.

Alder	Mange vanskeligheder	Nogle vanskeligheder	Ingen vanskeligheder
18-29	1	5	94
30-39	1	6	93
40-49	2	8	91
50-59	2	14	84
60-64	4	20	77
I alt	2	9	89

Aldersfordeling på spørgsmål om hvorvidt repræsentativt udvalgte danskere har nedsat hørelse i en sådan grad at de har vanskeligt ved at følge med i en samtale, når flere er samlet (antal svarpersoner i undersøgelsen = 4091). (Clausen, 2003)

Støj er kun en af mange påvirkninger i arbejdsmiljøet. Samtidig udsættelse for støj og fx organiske opløsningsmidler eller rygning forøger risikoen for høreskade (Lund og Poulsen, 2001). Andre individuelle fysiologiske faktorer synes også at påvirke risikoen for udvikling af høreskade (Toppila et al. 2000). Litteraturen omkring interaktion af støj med andre ikke-kemiske faktorer er begrænset. Opfattes støj som en stressor på linie med andre stressorer i arbejdsmiljøet, er det muligt at støj udgør en relativt større belastning for arbejdstagere, der arbejder under stressede forhold (se fx Lercher et al. 1993). Det er i så fald den samlede belastning af stressorer, der er problematisk, ikke støjpåvirkningen i sig selv.

Høj støj i arbejdsmiljøet er forbundet med risiko for udvikling af hjerte-karrelaterede lidelser. Personer med forhøjet blodtryk, eller øget risiko for at udvikle forhøjet blodtryk, må derfor formodes at udvise forøget risiko for at udvikle hjertekarsygdom, ved arbejde under meget støjende arbejdsforhold (WHO, 1999).

Slutteligt kan det ikke udelukkes at fostre, og dermed gravide kvinder, udgør en særlig risikogruppe med hensyn til kraftig støj i arbejdsmiljøet, jf. kapitel 4.

6.1. SAMMENFATNING

Nogle arbejdstagere antages at udvise forøget følsomhed overfor støj i arbejdsmiljøet. Dette gælder især arbejdstagere med nedsat hørelse, der ofte vil bruge ekstra energi på at følge med i kommunikationen på arbejdspladsen. Dertil kommer ansatte under oplæring, arbejdstagere der i forvejen arbejder under stressende forhold, udviser eller er i risiko for at udvikle forhøjet blodtryk samt gravide.

7. DISKUSSION, FORSKNINGSBEHOV OG KONKLUSION

Det nuværende vidensgrundlag giver belæg for, at der kan optræde helbredsskader efter udsættelse for et vist, højt niveau af støj i arbejdsmiljøet. Høreskade, hjertekarsygdomme, fosterskader og VibroAcoustic Disease er påvist ved støjbelastninger, der overskrider LAeq, 8 timer ~ 80 dB(A).

7.1. HELBREDSEFFEKTER AF STØJ I FORHOLD TIL LOVGIVNINGEN

Der er risiko for udvikling af høreskader ved den nuværende grænseværdi for støj i arbejdsmiljøet. 6% af de personer der i løbet af et 30-årigt arbejdsliv udsættes for en støjbelastning på 85 dB(A) antages at udvikle betydelig støjbetinget hørenedsættelse. Risikoen nedsættes ved brug af høreværn. Arbejdsgiveren har ansvar for at høreværn benyttes ved arbejdsopgaver, der vurderes at kunne skade hørelsen, dvs. fra LAeq, 8 timer ~ 80 dB(A) (jf. afsnit 4.1).

Der er altså ingen sikkerhedsmargen mellem grænseværdien på 80 dB(A) og niveauet for udvikling af støjbetinget hørenedsættelse. Noget lignende gælder grænseværdien i forhold til hjertekarsygdomme.

Der er ligeledes ingen sikkerhedsmargen mellem grænseværdien for støj i arbejdsmiljøet og den støjbelastning, der er forbundet med risiko for uønsket påvirkning af den gravide kvindes foster. Dette gælder nedsat fødselsvægt (~ 85 dB(A)) såvel som høreskade. Lovgivningen bør beskytte fostrets hørelse i mindst samme grad som voksne arbejdstageres hørelse. Fostret kan ikke tage høreværn på ved støjbelastninger over 80 dB(A). Derfor bør gravide undgå at arbejde ved støjbelastninger på 80 dB(A) og derover. Dette gælder lavfrekvent støj (≤ 500 Hz), der stort set trænger uændret gennem væv og væske omkring fostret, i sidste halvdel af graviditeten, hvor hørelsen udvikles (Hepper og Shahidullah, 1994).

Det er et spørgsmål, om den manglende sikkerhedsmargen mellem udsættelsesniveau og helbredsskade er tolerabel. Normerne for arbejderbeskyttelse er sat på grundlag af den arbejdstagende befolkning som helhed, og grænse-

værdien ligger tæt på belastningsniveauet for helbredseffekter. Det er derfor spørgsmålet, om lovgivningen på dette område beskytter særligt følsomme grupper.

Spørgsmålet er især relevant for fosterskader, idet fostret er ikke arbejdstager. Fostret bør derfor snarere beskyttes efter reglerne for ydre miljø, der er mere restriktive, end reglerne for arbejdsmiljøet. Arbejdstilsynets vejledning om gravides og ammendes arbejdsmiljø angiver, at arbejdsgiveren skal træffe foranstaltninger over for den gravide, hvis der er risiko for negativ indvirkning på graviditeten (Arbejdstilsynet, 2002b). Vejledningen oplyser om særlige hensyn til gravide for en række påvirkninger i arbejdsmiljøet. På støjområdet er konklusionen, at kraftig påvirkning med støj i arbejdsmiljøet ikke anses for at udgøre særlig fare for fostret. Denne konklusion bør tages op til revision.

7.2. ANDRE EFFEKTER AF STØJ

Uvedkommende støj kan have konsekvenser for velbefindende og produktivitet på en arbejdsplads, hvor medarbejderne ikke har mulighed for at bringe sig uden for rækkevidde af støjen, i fx dele- og storrumskontorer (Hughes og Jones, 2001).

Det er væsentligt at være opmærksom på støj- og akustikforhold, allerede ved indretningen af arbejdsrum til flere medarbejdere. Der bør anvendes materialer til gulve, vægge og lofter, der kan dæmpe lyden og gøre tale lettere at forstå (Arbejdstilsynet, 1995; Jensen og Nielsen, 1999). Det er muligt at benytte vedvarende støj fra højttalere til at maskere fx tale i omgivelserne (Hughes og Jones, 2001). Maskerende støj kan dog have negative følger for hørehandikappede. Analyse af de støjkaraktistika, der er med til at øge genevirkning på en given arbejdsplads, kan hjælpe til målretning af støjreducerende tiltag. Sailer og Hassenzahl (Sailer og Hassenzahl, 2000) har udarbejdet et spørgeskema, hvor støjpåvirkninger beskrives ud fra 9 forskellige faktorer: informationsindhold, oplevet lyd kvalitet, reducerbarhed, lydets funktion, holdning til støj kilden, forudsigelighed, kontrollerbarhed, signalstøjforhold og lydets variation. Støj fra kontormaskiner generer måske på grund af uforudsigelighed, mens kollegial tale irriterer p.g.a. informationsindholdet.

ARBEJDSOPGAVEN ER AFGØRENDE FOR DET TOLERABLE LYDTRYKNIVEAU

Anbefalinger om andre støjforhold end lydtrykniveau kræver viden om betydningen af disse forhold for fx genevirkning. En persons gene ved forskellige støjforhold (frekvens, +/- rene toner m.v.) ved et konstant lydtrykniveau kunne fx matches med det lydtrykniveau af hvid støj, der føles tilsvarende generende. Resultaterne kunne så omsætte støjbeskrivende parametre til anbefalinger i dB (lydtrykniveau). Det nuværende videngrundlag rækker ikke til at der fra myndighedsside gives konkrete forslag til afhjælpning af andre forhold ved støjen end lydtrykniveau (Kjellberg, 1999; Arbejdstilsynet, 2002a).

Karakteren af en given type arbejde har givet anledning til opdeling på fire kategorier, der med faldende støjbelastning spænder fra industriarbejde med støjende maskiner til arbejde uden forstyrrende støj. Der er opstillet retningslinier for den støjbelastning der er forenelig med arbejdsopgaver i hver kategori, se Tabel 4 (Arbejdstilsynet, 2002a). Disse retningslinier er anbefalinger i Danmark, mens krav af lignende karakter gælder i fx Norge og Sverige (Jensen og Nielsen, 1999). Overskrides værdierne i Sverige, skal støjen reduceres, hvis det er muligt. Tiltagene skal kunne dokumenteres overfor Arbejdstilsynet (Arbetarskyddstyrelsen, 1992).

Tabel 4. Støjgrænser på arbejdspladsen efter type af arbejde

Kategori	Anbefalede højeste værdier i dB(A)*	Eksempler
1. Industri med støjende maskiner	75-85	Industrivirksomheder Bygge og anlæg
2. Industri uden støjende maskiner	60-70	Lagerarbejde Laboratoriearbejde
3. Opmærksomhed og ubesværet samtale	45-55	Storrumskontorer Kundeekspeditioner
4. Ingen forstyrrende støj	35-45	Store krav til koncentration, fx enkeltmandskontorer

* Forstået som Laeq, 8 timer (Jensen og Nielsen, 1999; Arbejdstilsynet, 2002a)

7.3. FORSKNINGSBEHOV

Litteraturen om helbredseffekter efter støjudsættelse i arbejdsmiljøet er omfattende. Mange epidemiologiske undersøgelser er imidlertid af lavere kvalitet end ønskværdigt (tværsnitstudier, usikre eksponeringsvurderinger, begrænset hensyntagen til andre risikofaktorer samt til ”healthy worker effekt” som beskrevet i afsnit 3.1). Fremtidig forskning bør derfor være af høj kvalitet. Kvalitetsstudier er ikke mindst væsentlige i lyset af, at relativt flere studier rapporterer positiv sammenhæng mellem støj og hjertekarsygdom, jo bedre kvaliteten af studierne er (Kristensen, 1989).

Det er ønskværdigt at fremtidig forskning er tværvideenskabelig. Støjgener optræder i kombination med andre psykosociale påvirkninger på arbejdspladsen, og forhold som kvantitative krav (fx forholdet mellem en given opgave og den tid, der er til rådighed), kvalitative krav (sværhedsgrad af opgaver), belønning og social støtte må nødvendigvis vurderes. Endelig er det nødvendigt at inkludere betydning af individuel høreevne og støjfølsomhed, herunder aldersbetingede ændringer i høreevnen.

Fremtidig tværvideenskabelig forskning vedrørende helbredseffekter af støj bør derfor omfatte:

- Velproportionerede longitudinelle undersøgelser af ikke-industrielle arbejdere, fx skolelærere og pædagoger, med kontrol for relevante fejlkilder som; rygning, alkoholindtag, body mass index og ”healthy worker effect”, samt karakterisering af:
 - Eksponering: støjbelastning, -variation og -karakter, i et repræsentativt udsnit af kohorten, se fx (Turunen-Rise et al. 2003). Dosis-effektundersøgelser er væsentlige for identifikation af effektniveauer, der kan benyttes til fastsættelse af helbedsbaserede grænseværdier for støj i arbejdsmiljøet.
 - Støjopfattelse, herunder betydning af psykosociale forhold som indflydelse på støjen, støjens forudsigelighed og meningsfuldhed mv.
 - Subjektiv opfattelse af lyden i arbejdsmiljøet – opfattes lyden som generende støj?
 - Betydningen af individuel høreevne for støjfølsomhed.

Veldefinerede undersøgelser af støjens effekter på hjertekarsystemet er ønskværdige for et grundlag til fastsættelse af grænseværdier, men effekter på andre organsystemer bør også undersøges (fx immunsystemet). Inddragelse af forhold med mere direkte relation til manglende trivsel, fx søvnkva-

litet og sygefravær, vil kunne etablere et bedre grundlag for en vurdering af helbredseffekter af støj, der ikke har med hørelsen at gøre.

Andre væsentlige spørgsmål omfatter:

- Hvordan spiller objektive (lydtrykniveau) og subjektive (støjfølsomhed, humør) faktorer sammen med hensyn til helbredseffekter af støj? Har støjfølsomme individer forøget risiko for at udvikle helbredseffekter? Har opfattelsen af støj som generende betydning for om individet udvikler sygdom?
- Er interaktionen mellem flere samtidige eksponeringer, inkl. ikke-støjrelaterede stressorer, additiv, multiplikativ eller synergistisk?
- Er støj blot en let idenificerbar stressor, som kan bruges til at udtrykke generel utilfredshed med arbejdsmiljøet? Dvs. jo mere utilfredse vi er med arbejdets organisering, desto mere generes vi af lyd?

7.4. KONKLUSION

Helbredsskader optræder efter udsættelse for støj i arbejdsmiljøet. Dokumentation er bedst for høreskader, der begynder at optræde ved LAeq, 8 timer på 75-80 dB(A). Det gælder sandsynligvis også det ufødte barns hørelse (for støj \leq 500 Hz i sidste halvdel af graviditeten). Grænsen for udvikling af hjertekarsygdom og nedsat fødselsvægt antages at ligge omkring LAeq, 8 timer på ca. 85 dB(A) i det industrielle arbejdsmiljø. VibroAcoustic Disease optræder ved højere belastninger, LAeq, 8 timer \geq 90 dB(A) i det lave frekvensområde (\leq 500 Hz). Støj kan også have negativ indflydelse på velbefindende.

Der er imidlertid ingen eller meget lille sikkerhedsmargen mellem den nuværende grænseværdi på 80 dB(A) og belastningsniveauet for udvikling af helbredsaffekter. Normerne for arbejderbeskyttelse er sat på grundlag af den arbejdstagende befolkning som helhed, og grænseværdien ligger tæt på belastningsniveauet for helbredseffekter. Det er derfor spørgsmålet, om lovgivningen på dette område beskytter særligt følsomme grupper.

Det videnskabelige grundlag indikerer, at der ikke umiddelbart er anledning til at antage, at støjinduceret stress medfører helbredseffekter ved belastningsniveauer lavere end det niveau, der er associeret med høreskade, idet helbredseffekter primært optræder ved støjbelastning svarende til høreskadende støj. Spørgsmålet er, om den manglende sammenhæng skal til-

skrives, at den er utilstrækkeligt undersøgt og/eller at kvaliteten af eksisterende undersøgelser er for lav.

Et af de største problemer er jo netop, at undersøgelser af sammenhæng mellem støj i arbejdsmiljøet og helbred kun er undersøgt i begrænset omfang og for meget få helbredsmål. Endvidere er det væsentligt at huske:

- Der er fundet påvirkninger på de helbredseffektområder, der er bedst undersøgt: høreskade, hjertekarsygdomme, til dels fosterskader og vibroacoustic disease.
- Støjs påvirkning af helbredet er kun lidt undersøgt på andre områder end de ovenfor nævnte.
- Mange epidemiologiske undersøgelser er af utilfredsstillende kvalitet (tværsnitsstudier, usikre eksponeringsvurderinger, kun begrænset hensyntagen til andre risikofaktorer og ”healthy worker effekt”). Det gør det svært at etablere holdbare årsags-effektsammenhænge.
- Helbredseffekter af støj er primært undersøgt i det industrielle arbejdsmiljø. Der mangler grundlag for at vurdere risikoen for arbejdstagere i ikke-industrielle erhverv (kontoransatte, pædagoger og skolelærere, sundheds- og socialarbejdere m.fl.).

8. LITTERATUR

- Albertsen K., Hannerz H., Borg V. og Burr H. (2003) The effect of work environment and heavy smoking on the social inequalities in smoking cessation. *Public Health* **117**, 383-388.
- Arbejdstilsynet (1993) Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 801 af 4. oktober 1993. Bekendtgørelse om støjgrænser på arbejdspladsen.
- Arbejdstilsynet (1995) At-anvisning 1.1.0.1. Akustik i arbejdsrum.
- Arbejdstilsynet (2002a) At-meddelelse nr. D.6.1. Støj.
- Arbejdstilsynet (2002b) At-vejledning A.1.8. Gravides og ammendes arbejdsmiljø.
- Arbejdstilsynet (2002c) Et støjsvagt arbejdsmiljø. En vejledning om måling af støj på arbejdspladsen, indkøb af maskiner og indretning af lokaler. København: Arbejdstilsynet.
- Arbejdstilsynet (2003) Anmeldte arbejdsskader. Opgørelse 2002. København: Arbejdstilsynet.
- Arbetarskyddstyrelsen (1992) Arbetarskyddstyrelsens kungörelse med föreskrifter om buller beslutet den 21 maj 1992, samt allmänna råd om tillämpningen af foreskrifterne. *AFS* **10**, 1-23.
- Axelsson A. og Ringdahl A. (1989) Tinnitus--a study of its prevalence and characteristics. *Br J Audiol* **23**, 53-62.
- Babisch W. (2002) The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise Health* **4**, 1-11.
- Babisch W. (2003) Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise Health* **5**, 1-11.
- Belojevic G., Jakovljevic B. og Slepcevic V. (2003) Noise and mental performance: personality attributes and noise sensitivity. *Noise Health* **6**, 77-89.
- Berglund B., Hassmen P. og Job R.F. (1996) Sources and effects of low-frequency noise. *J Acoust Soc Am* **99**, 2985-3002.

- BUPL (1998) Støj og indeklima. Rapport om støj og indeklimaforhold i danske børneinstitutioner. København: BUPL.
- Burr H. og Villadsen E. (2002) *Fysisk, termisk og kemisk arbejdsmiljø. Arbejdsmiljø i Danmark 2000*. København: Arbejdsmiljøinstituttet.
- Campeau S. og Watson S.J. (1997) Neuroendocrine and behavioral responses and brain pattern of c-fos induction associated with audiogenic stress. *J Neuroendocrinol* **9**, 577-588.
- Castelo Branco N.A. (1999) The clinical stages of vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* **70**, A32-A39
- Castelo Branco N.A. og Rodriguez E. (1999) The vibroacoustic disease--an emerging pathology. *Aviat Space Environ Med* **70**, A1-A6
- Cherek D.R. (1985) Effects of acute exposure to increased levels of background industrial noise on cigarette smoking behavior. *Int Arch Occup Environ Health* **56**, 23-30.
- Clausen T. (2003) *Når hørelsen svigter - om konsekvenserne af hørenedsættelse i arbejdslivet, uddannelsessystemet og for den personlige velfærd*. København: Socialforskningsinstituttet.
- Coles R. (1995) Classification of causes, mechanisms of patient disturbance, and associated counseling. I *Mechanisms of tinnitus* (redigeret af Vernon J.A. og Møller A.R.), 11-19. Boston: Allyn & Bacon.
- Coles R., Davis A. og Smith P. (1995) Tinnitus: its epidemiology and management. I *Presbycusis and other age related aspects. 14th Danavox Symposium* (redigeret af Jensen J.H.), 377-402. København: Danavox.
- DS 797 (1986) *Akustik. Bedømmelse af støjeksponering på arbejdspladsen med henblik på hørebeskyttelse*. Charlottenlund: Dansk Standardiseringsråd.
- Fogari R., Zoppi A., Corradi L., Marasi G., Vanasia A. og Zanchetti A. (2001) Transient but not sustained blood pressure increments by occupational noise. An ambulatory blood pressure measurement study. *J Hypertens* **19**, 1021-1027.
- Folmer R.L., Griest S.E., Meikle M.B. og Martin W.H. (1999) Tinnitus severity, loudness, and depression. *Otolaryngol Head Neck Surg* **121**, 48-51.
- Gerhardt K.J. og Abrams R.M. (2000) Fetal exposures to sound and vibroacoustic stimulation. *J Perinatol.* **20**, S21-S30

- Gitanjali B. og Ananth R. (2003) Effect of acute exposure to loud occupational noise during daytime on the nocturnal sleep architecture, heart rate, and cortisol secretion in healthy volunteers. *J Occup Health* **45**, 146-152.
- Hansen Å.M., Garde A.H. og Christiansen J.M. (1999) Hormoner og stress. I *Toksikologi i arbejdsmiljøet, Bind II* (redigeret af Midtgård U., Simonsen L. og Knudsen L.E.), 254-277. København: Arbejdsmiljøinstituttet.
- Haug E., Sand O. og Sjaastad Ø.V. (1999) *Menneskets fysiologi*, 157-165. København: C.E.C. Gad.
- Hazell J.W.P. (1995) Models of tinnitus: generation, perception, clinical implications. I *Mechanisms of tinnitus* (redigeret af Vernon J.A. og Møller A.R.), 57-72. Boston: Allyn & Bacon.
- Health Council of the Netherlands: Committee on noise and health (1994) *Noise and health*. The Hague: Health Council of the Netherlands.
- Heller M.F. og Bergman M. (1953) Tinnitus aurium in normally hearing persons. *Ann Otol Rhinol Laryngol* **62**, 73-83.
- Hepper P.G. og Shahidullah B.S. (1994) Development of fetal hearing. *Arch Dis Child* **71**, F81-F87
- Holgers K.M. (2003) Tinnitusbehandling styrs av etiologin. Buller, stress eller angst/depression tankbara orsaker. *Lakartidningen* **100**, 3744-3749.
- Hougaard, K.S. (2003) *Neurobehavioral teratology of maternal stress in combination with chemical exposure in rats*. Ph.D.-afhandling. København: Arbejdsmiljøinstituttet.
- Hrubá D., Kukla L. og Tyrlik M. (1999) Occupational risks for human reproduction: ELSPAC Study. European longitudinal study of pregnancy and childhood. *Cent. Eur J Public Health* **7**, 210-215.
- Hughes R. og Jones D.M. (2001) The intrusiveness of sound: laboratory findings and their implications for noise abatement. *Noise Health* **4**, 51-70.
- International Organization for Standardization. ISO 1999: 1990. Acoustics - determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment, 2nd Ed.
- Iversen L., Kristensen T.S., Holstein B. og Due P. (2002) Stress og psykosomatiske sygdomme. I *Medicinsk sociologi - samfund, sundhed og sygdom*, 225-253. København: Munksgaard.

- Jastreboff P.J. (1990) Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neurosci Res* **8**, 221-254.
- Jastreboff P.J. (1995) Tinnitus as a phantom perception: theories and clinical implications. I *Mechanisms of tinnitus* (redigeret af Vernon J.A. og Møller A.R.), 73-93. Boston: Allyn & Bacon.
- Jastreboff P.J., Gray W.C. og Gold S.L. (1996) Neurophysiological approach to tinnitus patients. *Am J Otol* **17**, 236-240.
- Jastreboff P.J. og Hazell J.W. (1993) A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. *Br J Audiol* **27**, 7-17.
- Jensen J.G. og Nielsen P.M. (1999) *Grundbog i støjbekæmpelse*. København: Arbejds miljørådets Service Center.
- Johansson B. (2003) Arbetsmiljöverket, 171 84 Solna, Sverige.
- Kjellberg A. (1999) Betydelsen af icke-akustiska förhållanden och individuella skillnader. *Arbete och Hälsa* **27**, 44-57.
- Kjellberg A., Muhr P. og Skoldstrom B. (1998) Fatigue after work in noise - an epidemiological survey study and three quasi-experimental field studies. *Noise Health* **1**, 47-55.
- Knudsen L.E., Fallentin N., Borg V. og Olsen E. (1998) Individuel følsomhed. I *Risikovurdering i arbejdsmiljøet* (redigeret af Olsen E.), 72-86. København: Arbejds miljøinstituttet.
- Kolstad, H.A. (2004) Arbejds medicinsk Klinik, Nørrebrogade 44, 8000 Århus C.
- Kristensen T.S. (1989) Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on nonchemical factors. *Scand J Work Environ Health* **15**, 165-179.
- Landström U. (1999) Bullarstörning udifrån bullrets fysikaliska egenskaber. *Arbete och Hälsa* **27**, 19-27.
- Landström U., Kjellberg A., Tesarz M. og Åkerlund E. (1992) Samband mellan exponeringsnivå og störningsgrad för buller i arbetslivet. *Arbete och Hälsa* **42**, 1-21.
- LePage E.L. (1995) A model for cochlear origin of subjective tinnitus: excitatory drift in the operating point of inner hair cells. I *Mechanisms of tinnitus* (redigeret af Vernon J.A. og Møller A.R.), 115-147. Boston: Allyn & Bacon.

- Lercher P., Hortnagl J. og Kofler W.W. (1993) Work noise annoyance and blood pressure: combined effects with stressful working conditions. *Int Arch Occup Environ Health* **65**, 23-28.
- Lund S.P. og Poulsen O.M. (2001) Organiske opløsningsmidler og støj som årsag til høreskade. *AMI Dokumentationsrapport*, **8**, 1-57. København: Arbejdsmiljøinstituttet.
- Maschke C. (2002) Epidemiological research on stress caused by road traffic noise and its effects on health - results for hypertension. Presentation at Forum Acusticum, Sevilla. (CMaschke@muellerbbm.de).
- Meyer R.E., Aldrich T.E. og Easterly C.E. (1989) Effects of noise and electromagnetic fields on reproductive outcomes. *Environ Health Perspect* **81**, 193-200.
- Moller A.R. (1984) Pathophysiology of tinnitus. *Ann Otol Rhinol Laryngol* **93**, 39-44.
- Nafstad P., Samuelsen S.O., Irgens L.M. og Bjerkedal T. (2002) Birth weight and hearing impairment in norwegians born from 1967 to 1993. *Pediatrics* **110**, 3-30.
- Nielsen J.G. (2003) Arbejdstilsynet, Landskronagade 33, 2100 København Ø., Denmark.
- Nurminen T. (1995) Female noise exposure, shift work, and reproduction. *J Occup Environ Med* **37**, 945-950.
- Oliveira M.J., Pereira A.S., Guimaraes L., Freitas D., Carvalho A.P., Grande N.R. og Aguas A.P. (2002) Chronic exposure of rats to cotton-mill-room noise changes the cell composition of the tracheal epithelium. *J Occup Environ Med* **44**, 1135-1142.
- Passchier-Vermeer W. og Passchier W.F. (2000) Noise exposure and public health. *Environ Health Perspect* **108 Suppl 1**, 123-131.
- Pierson L.L. (1996) Hazards of noise exposure on fetal hearing. *Semin Perinatol* **20**, 21-29.
- Reis Ferreira J.M., Couto A.R., Jalles-Tavares N., Castelo Branco M.S. og Castelo Branco N.A. (1999) Airway flow limitation in patients with vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* **70**, A63-A69

- Sailer U. og Hassenzähl M. (2000) Assessing noise annoyance: an improvement-oriented approach. *Ergonomics* **43**, 1920-1938.
- Silva M.J., Dias A., Barreta A., Nogueira P.J., Castelo-Branco N.A. og Boavida M.G. (2002) Low frequency noise and whole-body vibration cause increased levels of sister chromatid exchange in splenocytes of exposed mice. *Teratog Carcinog Mutagen* **22**, 195-203.
- Smith A. (2003) The concept of noise sensitivity: implications for noise control. *Noise Health* **5**, 57-59.
- Teknisk Audiologisk Laboratorium (1999) Høretekniske hjælpemidler på arbejdspladsen. Odense: Teknisk Audiologisk Laboratorium (TAL).
- Topf M. (2000) Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *J Adv Nurs* **31**, 520-528.
- Toppila E., Pyykkö I., Starck J., Kaksonen R. og Ishizaki H. (2000) Individual risk factors in the development of noise-induced hearing loss. *Noise Health* **8**, 59-70.
- Turunen-Rise I., Ognedal T., Nielsen P.M., Nilsson P.Å. og Laitinen H. (2003) Improved measurement methods of occupational noise exposure. Proceeding from Euronoise, 19.-21. maj, 2003, Napoli, Italien, 1-6.
- van Kempen E.E., Kruize H., Boshuizen H.C., Ameling C.B., Staatsen B.A. og de Hollander A.E. (2002) The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect* **110**, 307-317.
- Vastfjäll D. (2002) Influences of current mood and noise sensitivity on judgments of noise annoyance. *J Psychol* **136**, 357-370.
- WHO (1999) *Guidelines for community noise* (redigeret af Berglund B., Lindvall T. og Schwela D.H.I). Geneva: World Health Organization.