

1997:12

Buller – exponering och hälsoeffekter inom kraftindustrin

Rose-Marie Högström

Maria Tesarz

Tomas Lindb

Francesco Gamberale

Anders Kjellberg

ARBETE OCH HÄLSA VETENSKAPLIG SKRIFTSERIE

ISBN 91-7045-418-3 ISSN 0346-7821



Arbetslivsinstitutet

ARBETE OCH HÄLSA

Redaktör: Anders Kjellberg

Redaktionskommitté: Anders Colmsjö,
Elisabeth Lagerlöf och Ewa Wigaeus Hjelm

© Arbetslivsinstitutet & författarna 1997

Arbetslivsinstitutet,
171 84 Solna, Sverige

ISBN 91-7045-418-3

ISSN 0346-7821

Tryckt hos CM Gruppen

Förord

Föreliggande rapport utgör en delredovisning av Elmiljöundersökningen vars syfte är att studera hälsorisker i arbete med produktion och distribution av elektricitet.

Undersökningen genomförs av enheten för arbetsorganisation och teknik, enheten för ergonomi och psykologi samt enheten för arbetsmedicin på Arbetslivsinstitutet i samarbete med ett antal kraftföretag och till dem anslutna företagshälsovårdsenheter. I rapporten redovisas exponering för buller i kraftindustrin och hälsoeffekter som kan ha orsakats av denna under en tioårsperiod.

Forskningsprojektet understöds av Rådet för arbetslivsforskning.

Solna i januari 1997

Författarna

Innehåll

Introduktion	1
Elmiljöundersökningen	1
Hörselskador och andra bullereffekter	2
Metod	4
Undersökningsgrupp	4
Urval av elarbetare med försämrad hörsel	5
Tekniska mätningar av bullerexponering	6
Klassificering av arbetsuppgifter	8
Individuell bedömning av bullerexponering	8
Medicinsk hälsoundersökning	9
Subjektiv symtomatologi	9
Statistiska analyser	10
Resultat	11
Hörselutveckling under undersökningsperioden	11
Subjektiv hörselbedömning	14
Hörselstatusgruppernas fördelning på yrkesgrupper och arbetsuppgifter	15
Tekniska bullermätningar i olika yrkesgrupper	17
Buller och andra arbetsmiljöförhållanden i hörselstatusgrupperna	23
Bullerexponering i hörselstatusgrupperna enligt de tekniska mätningarna	23
Egenbedömning av exponering för buller och andra belastningar i arbetsmiljön	23
Upplevd påfrestning av buller och annan belastning i arbetsmiljön	26
Samband mellan förekomst och upplevd påfrestning av buller samt bullernivåer	27
Symtomatologi - Samband med hörselstatus, bullerexponering och påfrestning av buller	28
Symtom i hörselstatusgrupperna	28
Samband mellan uppmätta bullernivåer och symtom	30
Samband mellan självskattad bullerexponering och symtom	32
Samband mellan upplevd påfrestning av buller och symtom	33
Olycksfall - Samband med hörselstatus och buller	36
Diskussion	37
Sammanfattning	42
Summary	43
Referenser	44
Bilaga 1	46
Bilaga 2	50

Introduktion

Elmiljöundersökningen

Vid Arbetslivsinstitutet har sedan 1982 bedrivits en prospektiv undersökning av hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Syftet har varit att under en tioårsperiod kartlägga arbetsmiljön och studera förändringar i hälsotillståndet hos en grupp nyanställda elarbetare. Studien omfattade såväl fysiska som psykologiska och sociala belastningar i arbetsmiljön och de hälsorisker som kunde ha samband med dessa.

Den fysiska arbetsmiljön liksom de psykiska och sociala arbetsförhållandena för 706 manliga elarbetare studerades och hälsotillståndet kontrollerades med hälsoundersökningar vart tredje år. För en detaljerad beskrivning av undersökningens uppläggning, genomförande och delresultat hänvisas till tidigare utgivna rapporter (4, 5, 6, 8, 9, 10, 22, 23). Undersökningsdeltagarna tillhörde olika yrkesgrupper (typarbeten) med arbetsuppgifter och bullerexponering som varierade både mellan och inom yrken (se Tabell 1).

Tabell 1. Den ursprungliga undersökningsgruppen fördelad på yrkesgrupper

TYPARBETEN		Antal personer
1 Linjepersonal		286
A	Linje, 0 - 20 kV	139
B	Linje, 20 - 130 kV	14
C	Linje, 200 - 400 kV	12
D	Kabel- och linjepersonal	85
	Flera typarbeten inom huvudgruppen	36
2 Stationspersonal		201
A	Station, 0 - 20 kV	12
B	Station, 20 - 130 kV	26
C	Station, 200 - 400 kV	32
D	Station, Vattenkraftverk	88
	Flera typarbeten inom huvudgruppen	43
3 Kraftvärmeverkspersonal		150
A	Kraftvärmeverk, elreparatör	25
B	Kraftvärmeverk, mekanisk reparatör	24
C	Kraftvärmeverk, maskinist	100
	Flera typarbeten inom huvudgruppen	1
4 Övrig personal		69
A	Förrådspersonal	12
B	Provningspersonal	8
C	Planerare	18
D	Övervakningspersonal	27
	Flera typarbeten inom huvudgruppen	4
TOTALT		706

Tekniska mätningar utfördes för utvärdering av vissa förhållanden i arbetsmiljön. Varje elarbetare gjorde dessutom en omfattande bedömning av sin arbetsmiljö i vilken bland annat ingick skattningar av hur ofta buller förekom och hur påfrestande man ansåg det vara (se Tabell 2).

De individuella bedömningarna från undersökningstillfällena vid nyanställningen och efter 3 resp 6 år har beskrivits och redovisats i flera rapporter (4, 5, 7, 8, 9, 10) . Att buller var den faktor i den fysiska arbetsmiljön som utgjort det största problemet enligt elarbetarna visade sig redan tidigt i undersökningen. I Bilaga 1 redovisas genomsnittliga subjektiva bedömningar av förekomst och upplevd påfrestande av buller och andra arbetsmiljöbelastningar från fyra undersökningstillfällen. Buller var dessutom en av de faktorer som visade starkast samband med symptom som huvudvärk, olika former av trötthet och sömnproblem. Detta tillsammans med de effekter i form av hörsselförsämringar som också iakttagits pekade på behovet av att specialstudera buller och dess effekter.

Tabell 2. De undersökta belastningsfaktorerna i arbete vid elproduktion och eldistribution.

Belastningsfaktorer

Arbete invid spänning	Kreosotimpregnering
Arbete under spänning	Salt/arsenikimpregnering
Elektriska urladdningar	Sprängmedel
Buller	Silikon
Helkroppsvibrationer	Syror/lut
Lokala vibrationer	Olja
	Lösningsmedel
Tunga lyft	PCB
Svåra arbetsställningar	Akrylater
Gång i svår terräng	Epoxi
Stolpgång	Isocyanater
	Bly
Resor i arbetet	Kvarts
Körning under svåra förhållanden	Ozon
Arbete i trafikmiljö	SF6-gas
Arbete utanför ordinarie arbetstid	Avgaser
Nattarbete	Svetsrök
Övernattningar borta	
Ensamarbete	
Arbete under tidspress	
Jourarbete (på arbetsplatsen)	
Beredskapsarbete (i bostaden)	
Olycksfall eller allvarligare tillbud	

Hörselskador och andra bullereffekter

Hörselskadorna utgjorde 1993 åtta procent av de arbetssjukdomar som Riksförsäkringsverket godkände (21) , och de var därmed den näst största

kategorin bland arbetsjukdomar (efter muskuloskeletala skador). Även SCB:s undersökningar av levnadsförhållanden (20) visar att buller är ett av de mest utbredda arbetsmiljöproblemen; 39 procent av den arbetande befolkningen anser sig vara utsatta för buller i arbete, och även bland tjänstemän är denna andel så hög som 25 procent.

Hörselskador är den självklart allvarligaste effekten av buller i arbetet, och föreliggande undersöknings viktigaste målsättning är att identifiera de grupper och exponeringsbetingelser som lett till de största hörsselförsämringarna.

Hörselskador i arbetet är naturligtvis främst en effekt av bullerexponeringen. I en analys av hörselskador finns dock anledning att även beakta andra förhållanden i arbetsmiljön. Skadan kan tänkas förvärras genom samtidig exponering för t ex vissa kemiska ämnen eller för vibrationer (2).

Buller kan även ha andra oönskade effekter än hörselskador. I ett stort antal epidemiologiska studier har man t ex funnit ett samband mellan högt blodtryck och yrkesmässig bullerexponering. Sambandet bedöms dock som osäkert eftersom även många negativa resultat har rapporterats (för översikter över denna forskning se (19, 24)). Flera förklaringar till de skilda resultaten har föreslagits. En hypotes är att den subjektiva reaktionen på bullret har betydelse för dess hälsokonsekvenser (13). Blodtrycket skulle då alltså förväntas ha ett starkare samband med besvärsggraden än med exponeringsnivån.

I kartläggande studier har man ofta funnit att bullerexponerade klagat på besvärande trötthet (15, 26). Ett klarare stöd för en sådan effekt ges av två kvasiexperimentella fältstudier där man kunde visa ökad subjektiv trötthet efter arbete i buller och i den ena studien (11) även en prestationsförsämring och i den andra en ökad kortisolutsöndring (16). Ett annat besvär som kan tänkas vara förknippat med bullerexponering är huvudvärk eftersom människor som plågas av huvudvärk ofta anger att buller är en viktig utlösande faktor (18). Liksom när det gäller andra symptom finns det anledning att tro att sambandet kan vara starkare med besvärsggrad än med exponeringsnivå.

Buller kan också skapa problem genom att vara distraherande och genom att det kan göra det svårt att uppfatta tal, varningssignaler och annan akustisk information. Buller skulle därmed kunna öka risken för felhandlingar, och ett visst stöd finns också för att buller kan öka risken för arbetsolycksfall(25).

Undersökningens syften var

- att beskriva utvecklingen av hörseln under nio års anställning utifrån audiogrammen som togs vid de regelbundet återkommande hörselundersökningarna;
- att beskriva bullerexponeringen och viktigaste bullerkällor i olika grupper och vid olika arbetsuppgifter;
- att ta reda på inom vilka grupper som de största hörsselförsämringarna har uppstått;
- att relatera hörsselförsämringen till bullerexponeringen och till andra förhållanden som skulle kunna påverka hörseln;

-att relatera andra tänkbara bullereffekter, nämligen höjt diastoliskt blodtryck, trötthet, huvudvärk och olycksfall till bullerexponering, besvärsgard och hörsel försämring.

Metod

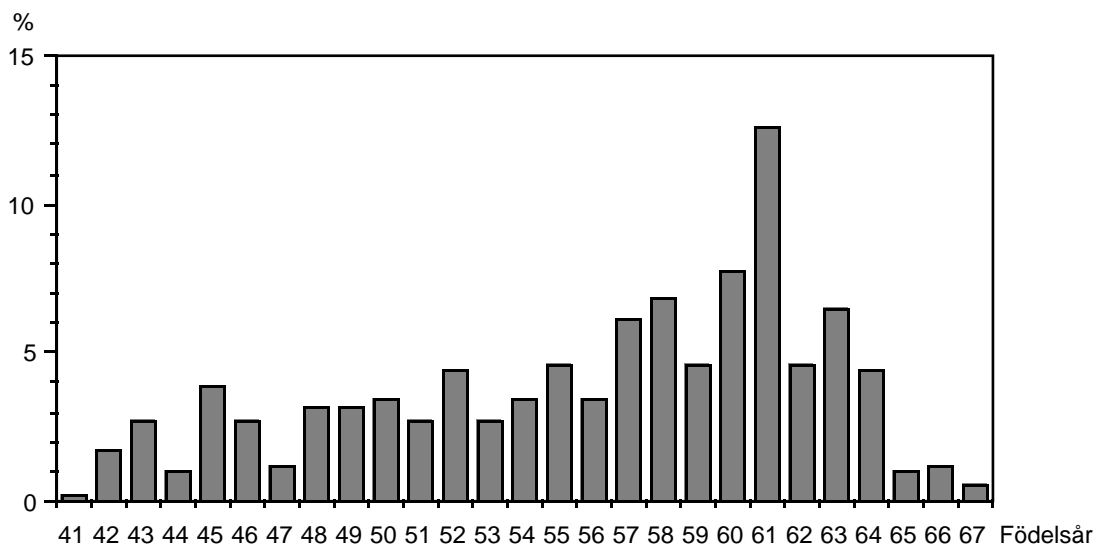
Tekniska bullermätningar genomfördes inom ramen för Elmiljöundersökningen med personburen dosimeter under åren 1994 och 1995. Hälsoundersökningar inklusive audiogram med intervju utfördes var tredje år vid fyra tillfällen med början 1982 till 1985. I föreliggande delredovisning rapporteras en fall-kontrollstudie av personer med försämrad hörsel över undersökningsperioden och en normalhörande kontrollgrupp. Utöver dessa redovisas data för övriga normalhörande och för dem som hade hörselnedsättningar redan vid undersökningens början. De data som har använts är tekniska mätningar av buller, de anställdas subjektiva bedömningar i personformuläret av exponering för buller och andra arbetsmiljöbelastningar och av subjektiva symtom samt kliniska test i form av audiogram med intervjudel. Tillvägagångssättet för datainsamlingen har beskrivits i tidigare delrapporter (5, 6, 22) .

Undersökningsgrupp

Vid första undersökningstillfället (1982-1985) besvarade 698 elarbetare personformuläret och gick dessutom igenom en hörselundersökning med audiometri och en intervju. De elarbetare som ingår i denna redovisning är de personer som undersöktes vid alla fyra undersökningstillfällena, vilket var 413 elarbetare (se Tabell 3). Den genomsnittliga åldern för gruppen vid undersökningstillfälle fyra var 37,1 år (variationsvidd: 27,0 - 52,0). Åldersfördelningen visas i Figur 1. Elarbetarna hade i genomsnitt varit anställda i 10,5 år vid fjärde undersökningstillfället.

Tabell 3. Förändring av antalet elarbetare som genomgått hörselundersökning över de fyra undersökningstillfällena.

<u>Undersökningstillfälle</u>	
1	698
2	525
3	467
4	458
Deltagit vid alla undersökningstillfällen	413



Figur 1. Procentuell fördelning av elarbetarnas födelseår (n=413). Urval av elarbetare med försämrad hörsel

Urval av elarbetare med försämrad hörsel

Bland de 413 elarbetarna identifierades en grupp personer vars hörsel hade försämrats över undersökningsperioden. Urvalet av personer gjordes enligt ett antal kriterier varvid hänsyn togs till åldersförändringar av hörseln samt inom vilket frekvensområde man kan förvänta sig hörtröskelförändringar till följd av buller i arbetsmiljön. Urvalet gjordes utifrån uppmätta hörtrösklar vid frekvensen 4000 Hz på höger och vänster öra. För beräkningen av genomsnittlig hörtröskel i grupperna, användes elarbetarnas hörtröskelvärden för sitt sämsta öra.

Ett kriterium för urvalet var att gruppen inte skulle ha någon hörselnedsättning vid första mättillfället, dvs en hörtröskel på mindre än 15 dB. Dessutom sattes kriteriet att differensen mellan uppmätt hörtröskel vid undersökningstillfälle fyra och ett var större än 20 dB. Inom den åldersgrupp som elarbetarna utgör kan man förvänta sig en åldersrelaterad hörtröskelförändring på 3 dB. Utifrån dessa kriterier kunde en grupp på 81 personer identifieras vars hörsel försämrats på åtminstone ett öra. Av de övriga 332 elarbetarna hade 53 personer en hörselnedsättning redan vid undersökningens början, och deras hörsel försämrades inte nämnvärt under undersökningsperioden.

Resterande 279 elarbetare var alla normalhörande vid första mättillfället och deras hörselstatus försämrades inte nämnvärt över tiden. Till var och en av de 81 personer som försämrat sin hörsel mellan första och sista undersökningstillfället kunde en jämnårig person väljas ut ur gruppen 279 normalhörande personer. På det viset erhöles en fallgrupp med försämrad hörsel och en åldersmatchad normalhörande kontrollgrupp.

Den genomsnittliga åldern vid undersökningstillfälle fyra var för fallgruppen 39,7 år, kontrollgruppen 39,4 år, övriga normalhörande 34,2 år och 40,3 år för gruppen med en hörselnedsättning redan vid första undersökningstillfället.

Tekniska mätningar av bullerexponering

Mätinstrument

Vid de tekniska mätningarna av buller på arbetsplatser användes två olika dosimetrar, Quest M28 och Quest Q400 som elarbetarna bar på sig. Instrumentens funktion kontrollerades med en kalibrator omkring var tredje månad. Instrumenten visade alltid inom osäkerhetsmarginalen. Under mätning placerades mikrofonen uppåtriktad på höger krages ovansida. Inga kläder fick täcka mikrofonen. Dosimetern lagrade ljudets medelnivå var 10:e sekund eller, vilket var vanligast, varje minut.

Mättid och företag

Arbetarna bar dosimetern under en hel arbetsdag, minst 6 timmars mättid. Genomsnittlig mättid var sju timmar och 36 minuter. För åtta av 210 mätningar var mättiden kort, omkring fyra timmar. Dessa har ändå medtagits i analysen eftersom de ansågs representativa. Att mättiden var kort berodde i de flesta fall på att instrumentet inte nått arbetaren i tid.

Mätningarna gjordes främst på tre stora kraftföretag där vi hade kontakt med ett antal arbetsledare. Av 210 mätdagar gjordes 106 på Stockholm Energi, 63 på Elektro Sandberg och 22 på Vattenfall. Resterande 19 mätdagar gjordes på sju olika företag. Vid arbetarnas hälsoundersökning efter nio år arbetade 57 % av deltagarna i undersökningen på något av de tre nämnda företagen. Mätningarna gjordes huvudsakligen under perioden november -1994 till och med maj -1995.

Yrkesgrupper

Mätningarna gjordes inom sju yrkesgrupper: 1) linjearbetare, 2) kabel och linjepersonal inom stadselverk, 3) stations / ställverkspersonal, 4) vattenkraftverkspersonal, 5) elreparatörer, 6) mekaniska reparatörer och 7) maskinister. De tre sist nämnda grupperna var inom kraftvärmeverk.

Val av arbetare och dagar

1. Mätningar skulle göras på slumpmässigt vald dag och arbetare. Kontakt togs med arbetsledare med önskan att få mäta buller under några bestämda dagar, vanligtvis en tisdag plus eventuellt onsdag och torsdag. Arbetsledaren informerades om syftet med mätningen och valde lämplig arbetare. Det skulle vara samma arbetare under hela "mätveckan". Vi poängterade särskilt att valet av arbetare inte skulle styras mot låga eller höga bullernivåer utan ske slumpmässigt. Antalet mätdagar var normalt två (1-4 dagar) och var en kompromiss mellan en önskan att mäta flera dagar och att inte besvära för mycket. Mätinstrumentet

skickades per post till arbetsledaren och var programmerat för att automatiskt starta och stoppa mätning under överenskomna dagar. Med instrumentet följde en skriftlig information om bl a vikten av att arbeta som normalt samt ett frågeformulär om arbetsuppgifter och buller under mätdagen. I vissa fall, beroende på tillgång av mätinstrument, gjordes mätningar på flera personer som arbetade tillsammans.

2. Mätningarna gick till på samma sätt som under punkt 1 ovan men riktades mot förmodat bullriga arbetsuppgifter. Arbetsledaren valde person och mätdag. Detta gjordes för att kartlägga bullriga arbetsuppgifter på arbetsplatsen.

3. Mätningar i kraftvärmeverk gjordes i fyra av Stockholm Energis anläggningar. Mätinstrumentet lämnades till ett arbetslag som använde mätaren under 4 dagar och själva bestämde vem som skulle bära instrumentet. Vanligtvis valdes olika personer olika dagar. Mätningarna gjordes ofta på personer som arbetade ute i anläggningen. Detta speglar deltagarnas arbetsuppgifter eftersom arbete i tyst miljö, t ex kontrollrum, är något som arbetarna normalt avancerar till först efter ett antal år.

Mätningar på kabel och linjepersonal gjordes i form av två koncentrerade mätperioder under loppet av en vecka i juni och två veckor i augusti på personal inom tre av Stockholm Energis regioner. Mätningarna gjordes normalt två dagar i rad på samma person. Arbetarna avgjorde själva vem som skulle bära mätinstrumentet.

Med kännedom om människans önskan att visa fram det mest extrema, kan mätstrategi tre liknas vid "worst case" inom en slumpmässigt vald anläggning och mätvecka. Mätvärdena kan därför vara högre än vad som är normalt för arbetarna.

Beräkningar

Då bullermätning gjordes på en eller flera personer som arbetade tillsammans under en eller flera dagar beräknades först ett gruppmedelvärde baserat på deras dagsmedelvärden. Detta användes sedan tillsammans med andra gruppmedelvärden för att beräkna medel exponering inom ett yrke. Detta gjordes för att arbetare som arbetade tillsammans eller gjorde samma sak under några dagar kunde förväntas ha en snarlik exponering. Därigenom undveks problem med att mätningar som gjordes under bullriga tillfällen kan ha givit upphov till fler mätdagar och därigenom kommit att väga tyngre vid beräkning av yrkesmedelvärde. Vid mätning på elreparatörer, mekaniska reparatörer och maskinister i kraftvärmeverk utgjorde i princip varje mätning ett eget gruppmedelvärde.

Genomsnittlig dagsmedelnivå (gruppmedelvärde) baserad på totalt n stycken mätdagar, genomförda på en eller flera individer, beräknades som

$$\text{Genomsnittlig } L_{eq} = 10 \text{Log} \left(\frac{1}{n} \sum 10^{L_{eq}/10} \right)$$

där L_{eq} betecknar dagsmedelnivå. Samma formel användes för att beräkna yrkesmedelvärde. L_{eq} var då gruppmedelvärde. Standardfelet SE för

yrkesmedelvärde beräknades från gruppmedelvärden i dBA. Den personliga bullerexponeringen för var och en av deltagarna, beräknades som ett tidsvägt medelvärde baserat på typiska bullernivåer i olika yrken enligt ovan och personliga uppgifter om yrken och tider som lämnats av deltagarna själva.

För att belysa i vilken mån indelningen i sju yrkesgrupper avspeglade meningsfulla skillnader i exponering i förhållande till de skillnader som fanns totalt sett mellan uppmätta dagsmedelvärden gjordes en variansanalys. Andelen av den totala variansen s_{Total}^2 som förklarades av yrkesgrupp $s_{mellangrupper}^2$ skattades från en en-vägs "random" effekt ANOVA modell. Andel förklarad varians beräknades som $(s_{mellangrupper}^2 / s_{Total}^2) * 100$. Vid variansanalysberäkningarna togs hänsyn till att stickprovsstorlekarna skilde sig mellan yrkesgrupper. Beräkningarna gjordes på gruppmedelvärden och modellenpassningen kontrollerades genom att plotta residualer mot modellvärden(12).

Impulsljud

Förekomst av impulsljud registrerades kontinuerligt som förekom / förekom ej per insamlingsintervall som var 10 sekunder respektive 1 minut beroende på instrumentinställning. Impulsljud mättes både som ljudnivå högre än 140 dB mätt med instrumentrespons "peak" och som ljudnivå högre än 115 dBA mätt med instrumentrespons "fast".

Klassificering av arbetsuppgifter

En klassificering gjordes gällande elarbetarnas arbetsuppgifter under undersökningsperioden. Olika yrkeskarriärskombinationer gjordes på grundval av vilket typarbete elarbetarna hade vid nyanställningen och vad de sedan arbetade med.

Individuell bedömning av bullerexponering

I "Personformuläret", som användes i undersökningen, tillfrågades elarbetaren hur ofta han i sitt nuvarande arbete var utsatt för belastningar från olika arbetsmiljöfaktorer, däribland buller (se Tabell 2). Han fick välja på fem svarsalternativ från "aldrig" till "varje dag". Han tillfrågades också om han upplevde det som påfrestande med respektive arbetsmiljöfaktor, med fem svarsalternativ från "inte alls" till "i hög grad". Ur det medicinska frågeformuläret hämtades uppgifter om man regelbundet varit utsatt för buller på fritiden. Samma fråga, men med möjlighet att ge en verbal beskrivning av fritidsbullret, ställdes i samband med audiogramintervjun. I denna frågades också efter tidigare bullerarbete, militärtjänst, detonationsskador, öronsjukdomar eller skallskador eller hörselskada i släkten. Vidare frågades efter en beskrivning av arbetsplatsens buller och om man använt hörselskydd i arbetet. Ur frågeformuläret om muskuloskeletala besvär kunde uppgiften om elarbetaren var vänster- eller högerhänt inhämtas, vilket kan ha betydelse för vilket öra som drabbas värst vid

hörselnedsättningar. I hela gruppen var 31 personer vänsterhänta (8 %) och 376 personer högerhänta (91 %). Sex personer hade inte uppgett om de var vänster- resp. högerhänta. Frågeformulären finns som bilagor till Elmiljöundersökningens delrapport 1 och 3 (5, 22) .

Medicinsk hälsoundersökning

Det audiogram som utfördes skulle enligt instruktion till företagshälsovårds- enheterna omfatta trösklar för 500, 1000, 2000, 3000, 4000 och 6000 Hz toner. På vissa företagshälsovårdenheter fanns inte resurser för att mäta alla ovanstående frekvenser varför uppgifter om 3000 och 6000 Hz saknades för ett antal personer. Utöver audiometrimätningen gjordes en otoskopiundersökning, samt en intervju med deltagarna om hörseluppfattning och om eventuell öronsus. Förfarandet vid hörselundersökningarna har redovisats i Elmiljöundersökningens delrapport 3. I det medicinska formuläret frågades efter om man haft någon öronsjukdom det senaste året eller de senaste tre åren. Utöver dessa uppgifter togs blodtryck, systoliskt och diastoliskt efter 10 minuters vila.

Subjektiv symtomatologi

I personformuläret fick deltagarna göra en bedömning av sin hörsel nu jämfört med tidigare, dvs om den var ungefär lika eller hade försämrats de tre senaste åren. De fick också ange om de tyckte att de hörde bättre, ungefär lika eller sämre än jämnåriga.

Elarbetarna fick svara på om de under de senaste 12 månaderna haft kännning av olika besvär med svarsalternativen "sällan eller aldrig", "ibland", "ganska ofta" och "mycket ofta". Vilka symtom som studerades framgår av Tabell 4. Av de grupper symtom med rubrikerna trötthet, sömnsvårigheter, psykiska symtom samt handsymtom, bildades index för vidare analyser. Grupperingen av symtom gjordes enligt tidigare gjorda faktoranalyser (7) .

I Personformuläret fick elarbetarna också svara på om de råkat ut för olycksfall i arbetet och om de var oroliga för olycksfall.

Tabell 4. De subjektiva symtom som ingick i studien.

Trötthet:	Sömnsvårigheter:	Handsymtom:
Psykiskt trött på morgonen	Sover oroligt/orolig sömn	Vita fingrar
Psykiskt trött vid arbetsdagens slut	Svårt att somna in	Stickningar eller
Fysiskt trött på morgonen	Vaknar för tidigt	domningar
Fysiskt trött vid arbetsdagens slut		Kalla eller svettiga
"Allmän trötthetskänsla" eller		händer
känsla av kraftlöshet		Fumlighet eller
Sömnig under dagen		darrningar
		Värk i händerna
Psykiska symtom:	Somatiska symtom:	
Irriterad, lättretlig	Huvudvärk	
Nedstämd, ledsen utan anledning	Öronbesvär	
Svårt att koncentrera sig,	Ont i eller spänning i axlarna	
tankspridd, lätt uttröttad	"Orolig mage"	
Minskat sexuellt intresse	Hjärtklappning	
Ängslig, orolig, rastlös		
Svårt att minnas, glömsk		
Svårt att påbörja något, initiativlöshet		

Statistiska analyser

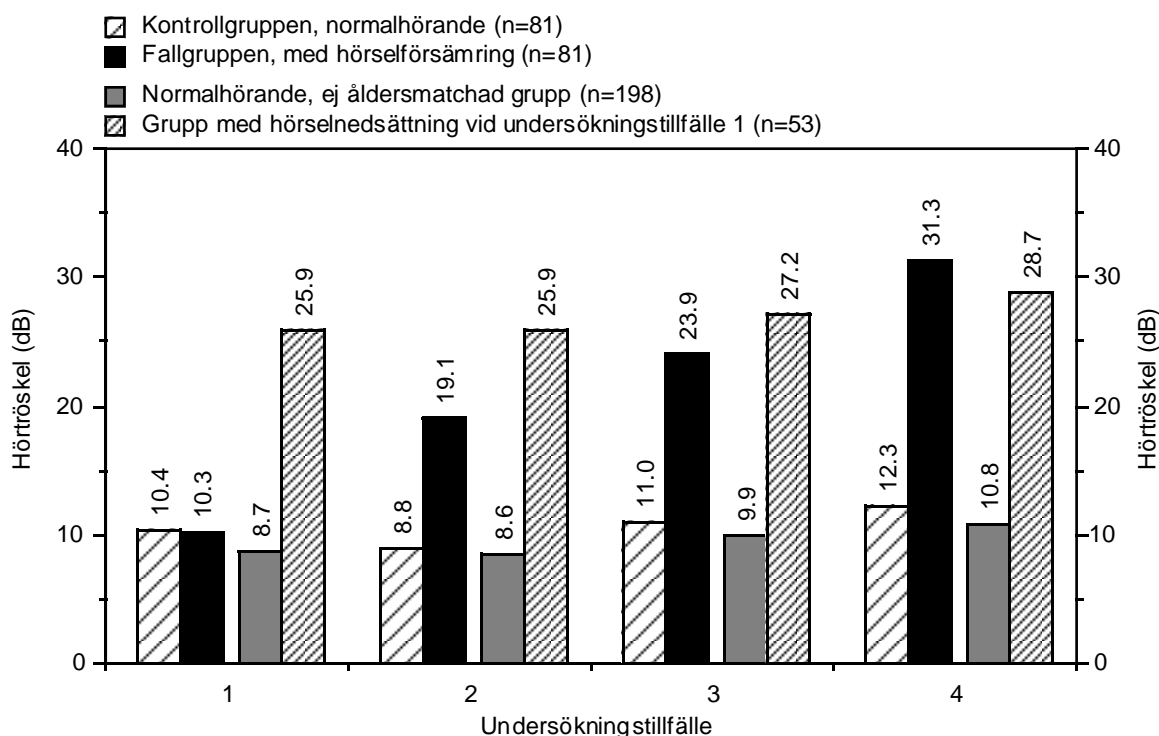
Gruppernas resultat presenteras i form av andel (procent) personer i olika grupper eller i form av medelvärde för olika grupper. Signifikansskillnader mellan andelar i olika grupper har testats med hjälp av Chi 2, medan skillnader mellan medelvärden för olika grupper har testats med hjälp av variansanalyser. Skillnaderna mellan fall- och kontrollgrupp över de fyra undersökningstillfällena har utförts med hjälp av två-vägs variansanalys där hänsyn har tagits till de upprepade mätningarna. Sambandet mellan två variabler har beräknats som produktmomentkorrelation. Dessa koefficienter har vidare testats för signifikans genom beräkning av t-värden.

Resultat

Hörselutveckling under undersökningsperioden

I Figur 2 visas genomsnittliga hörtrösklar vid 4000 Hz för de fyra hörselstatusgrupperna. Fallgruppen hade sämre hörsel vid tillfälle 2, 3 och 4 jämfört med både kontrollgruppen och övriga normalhörande. I Bilaga 2 redovisas genomsnittliga hörtrösklar för samtliga frekvenser vid de fyra undersökningstillfällena för de fyra hörselstatusgrupperna. Det visade sig att kontrollgruppen och de övriga normalhörande inte hade någon höjning av sin hörtröskel över tid i frekvenserna upp till 4000 Hz medan man vid 6000 Hz kunde se en tendens till tröskelhöjning. Fallgruppen hade en kraftig höjning över tid i frekvensområdet 3000 - 6000 Hz och gruppen med hörselnedsättning redan från början höjde sina hörtrösklar ytterligare i samma frekvensområde.

Vid första undersökningstillfället uppgav 43 personer (10 %) att de hade haft någon öronsjukdom. Av dessa var 25 personer (13 %) i gruppen övriga normalhörande, sju i fallgruppen (9 %), sex i kontrollgruppen (7%) samt fem personer i gruppen med hörselnedsättningen sedan tidigare (9 %). Det fanns en grupp på omkring 10 personer (2%) som uppgav att de hade haft en öronsjukdom det senaste året. Dessa personer återfanns framförallt i gruppen övriga normalhörande.



Figur 2. Genomsnittliga hörtrösklar i dB för sämsta öra på frekvensen 4 kHz i de fyra hörselstatusgrupperna vid fyra undersökningstillfällena.

Det var en tämligen jämn fördelning av vänster och högerhänta i de fyra hörselstatusgrupperna. En något större andel (9%) var vänsterhänta i gruppen övriga normalhörande, jämfört med de övriga grupperna där andelen vänsterhänta var 6%. De högerhänta hade genomgående något högre hörtröskelnivåer på vänster öra. Bland de vänsterhänta förelåg inte den motsatta skillnaden, dvs de hade inte högre hörtrösklar på sitt högra öra.

I Tabell 5 redovisas en sammanställning av elarbetarnas svar på frågor som ställdes i samband med hörselundersökningen vid undersökningstillfällena 2, 3 och 4. De procentandelar som redovisas är de elarbetare som uppgett något vid varje fråga, därav ett visst internt bortfall.

Hörselskador i släkten var antingen far eller mor, undantagsvis något syskon, mor- eller farföräldrar. Företrädesvis uppgavs hörselskadorna i släkten vara till följd av bullerexponering. Gruppen med hörselnedsättning redan vid undersökningens början hade en större andel personer som hade hörselskador i släkten jämfört med de övriga grupperna. Skillnaden var dock inte signifikant. Bland de elarbetare som uppgav att de hade en detonationsskada var vanliga orsaker smällare på fritiden samt kraftiga smällar under militärtjänsten. I fallgruppen och gruppen med hörselnedsättning vid undersökningens början var det en större andel som råkat ut för denna typ av skada jämfört med de normalhörande grupperna (Chi 2: 8.4, p=.038). Bland svaren på om de råkat ut för någon skallskada, var den vanligaste orsaken hjärnskakning i samband med någon form av olycksfall. Fallgruppen tenderade att ha fler personer med skallskador

Tabell 5. Elarbetarnas svar på frågor i samband med hörselundersökningen. Tabellen redovisar andel "ja" svar inom de fyra hörselstatusgrupperna för respektive fråga vid undersökningstillfälle 2, 3 och 4.

	Kontrollgrupp, normalhörande (n=81)	Fallgrupp, med försämrad hörselsstatus (n=81)	Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)	Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)
	% andel i gruppen	% andel i gruppen	% andel i gruppen	% andel i gruppen
Hörselskada i släkten	21.0	14.8	15.2	24.5
	2.5	11.1	5.6	13.2
Detonationsskador	4.9	14.8	8.1	7.5
Skallskador	4.9	9.9	7.1	17.0
Öronsus	50.0	64.2	52.0	50.9
Militärtjänst				
Bullerexp. - fritid	6.2	12.3	12.6	26.4
- jakt/skytte	13.6	9.9	16.7	24.5
- övrigt (ex. motorsåg)				
	81.5	79.0	75.8	77.4
Använt hörselskydd				

jämfört med de övriga grupperna, men detta var inte någon signifikant skillnad. De elarbetare som besvarades av öronsus fanns framförallt i gruppen med hörselnedsättning redan vid undersökningens början, dock inte signifikant fler än i de övriga grupperna. I alla grupperna uppgav en nästan lika stor andel att de hade gjort sin militärtjänstgöring. Kåpor och proppar var den vanligaste typen av hörselskydd som användes i alla grupperna. På fritiden exponerades elarbetarna för buller från exempelvis skytte och motorsåg. I fallgruppen var det fler som utövade skytte av något slag jämfört med kontrollgruppen (Chi 2: 8.6, p=.013). De som utövade skytte eller var jägare fanns nästan uteslutande bland linje eller stationsarbetarna. I de två normalhörande grupperna var det fler som exponerades för bl a motorsågsbuller jämfört med fallgruppen (Chi 2: 17.1, p=.009). I gruppen med en hörselnedsättning vid undersökningens början var det totalt sett fler som exponerades för buller på sin fritid jämfört med de övriga grupperna.

Subjektiv hörselbedömning

Elarbetarnas egen bedömning av sin hörsel redovisas i Tabell 6. Andelen som upplevde sig ha sämre hörsel än sina jämnåriga var större redan vid första undersökningstillfället och tenderade att öka mer i fallgruppen än i kontrollgruppen. Andelen personer som bedömde att hörseln successivt hade försämrats vid varje undersökningstillfälle, tenderade också att vara större i fallgruppen.

Tabell 6. Elarbetarnas egna bedömningar av sin hörsel i fallgruppen och kontrollgruppen vid fyra undersökningstillfällen. Tabellen visar en procentuell fördelning inom respektive grupp. Chi 2 och signifikansnivå för bedömning av hörseln jämfört med jämnåriga var: tf 1 Chi 2: 9.6, p=.047; tf 2 Chi 2: 5.0, p=.168; tf 3 Chi 2:8.4, p=.038; tf 4 Chi 2: 7.8, p=.049. Chi 2 och signifikansnivå för bedömning av hörseln jämfört med tidigare var: tf 1 Chi 2: 0.91, p=.341; tf 2 Chi 2: 2.43, p=.300; tf 3 Chi 2:4.16, p=.125; tf 4 Chi 2: 1.93, p=.165. tf = Tillfälle.

		Hur bedömer du att din hörsel är jämfört med andra i din ålder?				
		Mkt sämre	Ngt sämre	Ungefär lika	Ngt bättre	Mkt bättre
Fallgruppen, med försämrad hörselstatus (n=81)						
tf 1		1.3	22.4	70.0	6.3	0
tf 2		3.8	17.7	74.7	3.8	0
tf 3		6.3	16.3	75.0	2.4	0
tf 4		5.0	20.0	72.5	2.5	0
Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)						
tf 1		0	7.7	83.3	6.4	2.6
tf 2		0	10.4	84.4	5.2	0
tf 3		0	9.7	81.9	8.4	0
tf 4		0	12.0	80.0	8.0	0

		Hur bedömer du att din hörsel är nu jämfört med för tre år sedan?		
		Mkt sämre	Ngt sämre	Ungefär lika
Fallgruppen, med försämrad hörselstatus (n=81)				
tf 1		0	7.4	92.6
tf 2		2.5	16.0	81.5
tf 3		1.3	17.5	81.3
tf 4		0	20.0	80.0
Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)				
tf 1		0	3.9	96.1
tf 2		0	12.7	87.3
tf 3		0	8.0	92.0
tf 4		0	11.8	88.2

Hörselstatusgruppernas fördelning på yrkesgrupper och arbetsuppgifter

En klassificering av elarbetarnas typarbeten vid de fyra undersökningstillfällena görs i Tabell 7. Kombinationerna av bokstäver i Tabell 7 ska läsas som typarbetsbeteckningar vid varje undersökningstillfälle, för undersökningstillfälle ett till fyra. Typarbetsbeteckningar inom parentes betyder att arbetstiden fördelades till lika delar på dessa typarbeten. I tabellen har de olika typarbetskombinationerna slagits samman till tre grupper med övervägande linjearbete, två stationsarbetsgrupper, fem kraftvärmeverksgrupper samt en grupp med andra arbetsuppgifter.

Tabell 7. Klassificering av elarbetarna i olika kombinationer av typarbeten vid de fyra undersökningstillfällena.

Typarbetsbeteckningar:	Linjearbete	Stationsarbete	Arbete på kraftvärmeverk	Övriga arbeten
L=linje	<i>Linje 1 (n=109):</i>	<i>Station 1 (n=48):</i>	<i>K-värmeverk 1 (n=14):</i>	<i>Övriga 1 (n=18):</i>
E=Kabel och linje (elverk)	LLLL LLL(LÖ) LLLS	SSSS SSSÖ SS(SÖ)	KKmaKmaKma KKmaKma(KmaÖ) KKmaKmaÖ	ÖÖÖÖ
S=station	LLLKo	SS(SÖ)S	KKKmaKma	
V=vattenkraftverk		SÖSS		
K= kraftvärmeverk	<i>Linje 2 (n=19):</i>	SSVS	<i>K-värmeverk 2 (n=6):</i>	
Kel= kraftvärmeverk, elreparatör	LLÖÖ L(LÖ)ÖL LL(LÖ)(LÖ)	SVSS SS(SV)S SS(ES)(ES)	KKelKelKel KKKelKel	
Kme=kraftvärmeverk, mekanisk reparatör	LÖÖÖ		<i>K-värmeverk 3 (n=6):</i>	
Kma= kraftvärmeverk, maskinist	<i>Linje 3 (n=15):</i>	<i>Station 2 (n=47):</i>	KKmeKmeKme KKmeKmeÖ KKmeKme(KmeÖ)	
Ö=Övriga arbeten (förråd, planerare, kontrollrum)	LLEE LLEE LLEE LL(LE)E	SVVV SSVV SVVL SVVÖ SVSV SVVE SÖVV SVV(VÖ)	<i>K-värmeverk 4 (n=18):</i> KKmaÖÖ KKKmaÖ KKma(KmaÖ)(KmaÖ) KÖ(KmaÖ)(KmaÖ) K(KmaÖ)ÖÖ	
			<i>K-värmeverk 5 (n=13):</i> KÖÖÖ	

I Tabell 8 redovisas hörselstatusgruppernas fördelning över typarbetsprofiler. Grupperna "ej klassificerade" är enstaka elarbetare som inte har kunnat klassificeras under de profiler som redovisas i Tabell 7. Av Tabell 8 framgår att det i fallgruppen fanns en större andel linjearbetare (Linje 1) och fler som arbetat på station (Station 2). I kontrollgruppen var det fler som arbetat på kraftvärmeverk (K-värmeverk 1-5) eller med övriga arbeten, dvs förråd, planerare eller kontrollrum (Övriga 1). Chi 2 var för nämnda skillnader mellan fall- och kontrollgrupp: 27.5, p=.004.

Tabell 8. Kombinationer av typarbeten i hörselstatusgrupperna vid de fyra undersökningstillfällena. Tabellen visar procentandelar i respektive grupp.

Typarbetsprofiler:	Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)	Fallgruppen, med försämrad hörselsstatus (n=81)	Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)	Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)
<i>Linje 1:</i>	17.3	37.0	24.7	30.2
<i>Linje 2:</i>	3.7	6.2	3.5	7.5
<i>Linje 3:</i>	4.9	0	5.6	0
<i>Linje totalt:</i>	25.9	43.2	33.8	37.7
<i>Station 1:</i>	2.5	9.9	16.2	11.3
<i>Station 2:</i>	8.6	16.0	9.6	15.1
<i>Station totalt:</i>	11.1	25.9	25.8	26.4
<i>K-värmeverk 1:</i>	8.6	1.2	3.0	0
<i>K-värmeverk 2:</i>	2.5	0	1.5	1.9
<i>K-värmeverk 3:</i>	2.5	1.2	0	5.7
<i>K-värmeverk 4:</i>	6.2	2.5	4.5	3.8
<i>K-värmeverk 5:</i>	4.9	3.7	2.5	1.9
<i>K-värmeverk tot:</i>	24.7	8.6	11.5	13.3
<i>Övriga 1:</i>	7.4	3.7	3.0	5.7
<i>Ej klassificerade:</i>	30.9	18.5	25.8	15.1
<i>Totalt:</i>	100	100	100	100

Tekniska bullermätningar i olika yrkesgrupper

En sammanställning av hur mycket buller som förekom inom olika yrkesgrupper ges i Tabell 9. När det gäller impulsljud mätt både enligt "fast"- och "peak"-kriteriet så överskreds dessa vid något eller några tillfällen under praktiskt taget samtliga mätningar.

Tabell 9. Bullerexponering i olika yrkesgrupper. Tecknet < betyder att angiven ljudnivå kan vara en överskattning av vad som är genomsnittligt inom yrket och SE = standardfel. På grund av urvalsförfarandet kan de genomsnittliga dagsnivåerna vara överskattade.

Yrkesgrupp	Antal mättdagar	Ljudnivå dBA	Överskattning dBA	SE dBA
Linjearbetare	44	85	0	1.3
Kabel och linje inom elverk	30	<90	4	1.9
Station / ställverk	10	77	0	1.3
Vattenkraftverk	27	88	0	1.7
Kraftvärmeverk, elreparatör	34	<85	2	0.9
Kraftvärmeverk, mekanisk reparatör	22	<85	2	1.0
Kraftvärmeverk, maskinist	22	<88	2	0.7

Linjearbete

Eftersom kraftledningsnätet var relativt väl utbyggt innebar linjearbete ofta besiktning och underhåll. Viss nybyggnad förekom. Bullret vid linjearbete beskrevs av arbetare och arbetsledare som relativt lindrigt men att kraftigt buller förekom periodvis. Bullret kom exempelvis från motorsåg, bensinmotor driven träborr, mutterdragare, snöskoter, bergbormaskin, tryckluftskompressor och grävmaskin. Förutom de två sist nämnda ger dessa buller i storleksordningen 100 dBA. Vi fann att under sex av 44 mättdagar (14 %) översteg bullret 95 dBA i mer än 15 minuter. För dessa sex dagar, som alla gällde röjningsarbete i kraftledningsgata med motorsåg, var den genomsnittliga "över 95 dBA tiden" 71 minuter per dag. Av övriga nämnda bullerkällor ovan var det bara grävmaskin som förekom under mättdagarna, och då under en av 44 dagar och det gällde ett grävaggregat monterat på en jeep.

Mätningarna gjordes vid slumpvis valda tillfällen. Totalt gjordes 44 mättdagar fördelade på 17 gruppmedelvärden. I ett antal mätningar, 20 dagar med fyra gruppmedelvärden, stod det klart att alla arbetarna hos den utvalde arbetsledaren skulle vara lågt exponerade för buller under den utslumpade mätveckan. Vi avstod då från att mäta och använde resultat från tidigare jämförbara mätningar. Arbetsuppgifterna under mätveckorna då ingen dosimeter bars var (approximerat värde inom parentes): delta i kurs (75 dBA), linjebesiktning (79 dBA), linjebesiktning (79 dBA) samt montera optokabel på topplina (80 dBA). Dagsmedelnivån under 44 mättdagar varierade från 74 dBA, delta i kurs, till 95 dBA vid röjning i kraftledningsgata.

Den funna genomsnittliga exponeringen för linjearbetare baserat på 17 gruppmedelvärden var 85 dBA. Värdet bestämdes i hög grad av mätningar som gjordes vid röjning av kraftledningsgata med motorsåg. Om de två högsta

gruppmedelvärdena uteslöts från analysen så sjönk yrkesmedelvärdet till 81 dBA. Användningen av motorsåg varierade mellan linjearbetare. En arbetsledare uppgav att fyra av 15 linjearbetare arbetade med motorsåg upp till 60 dagar per år medan en annan arbetsledare på ett annat företag menade att "några" eller "flera" linjearbetare använde motorsåg och då omkring två till fyra dagar per år. Eftersom användningen av motorsåg, grävmaskin etc varierade mellan arbetare så kan också arbetarnas genomsnittliga exponering vara annorlunda än yrkesmedelvärdet.

Ett sätt att uppskatta hur mycket buller linjearbetarna varit utsatta för är att dela upp exponeringen, sett över en lång tid, på tre olika typer av arbetsdagar. 1) Dagar som är relativt tysta, t ex linjebesiktning, med dagsmedelvärden på 80 dBA. Detta är den normala bullernivån om inte arbetsuppgifter enligt punkt 2 eller 3 nedan förekommer. 2). Dagar som är bullriga t ex åka snöskoter / bandvagn under 2 timmar per dag eller arbeta med vinkelslip / borrhkotte / mutterdragare etc mer än 15 minuters drifttid per dag eller arbete vid bullriga entreprenadmaskiner minst halva dagen. Ljudnivån för dessa arbetsdagar skattas till 88 dBA. 3). Dagar som är mycket bullriga t ex arbete med motorsåg under en hel dag vid röjning i kraftledningsgata. Detta ger dagsmedelvärden på 94 dBA. Resultatet visas i Tabell 10. Det förväntade årsmedelvärdet för den stora majoriteten av linjearbetare ligger enligt denna modell sannolikt i området 82 till 86 dBA. Ett mindre antal arbetare har årsmedelxponeringar mellan 86 och 90 dBA.

Tabell 10. Årsmedelvärde (dBA) då två arbetsuppgifter med dagsmedelvärden på 94 respektive 88 dBA förekommer med ett visst antal dagar per år. Övriga dagar antas nivån vara 80 dBA.

Buller 94 dBA förekommer (d/år)	Buller 88 dBA förekommer (d/år)		
	11	33	66
66	89	90	90
44	88	88	89
22	86	86	87
11	84	85	86
5.5	83	84	85
0	81	82	84

Kabel och linjearbetare inom elverk

Elarbetarna inom denna kategori arbetade med bl a schaktning och återställande av mark / körbana, arbete med elkablar och arbete med park- och gatubelysning.

Det förekom ett flertal bullrande maskiner vid schaktning och återställande av mark / körbana t ex grävmaskin, tryckluftspett och vibbra-komprimator. Elarbetarna själva uppgav att även trafikbullret kunde vara högt. Inom yrkesgruppen fanns det arbetare som gjorde både schakt- och kabelarbete, andra arbetade med bara schakt eller bara kabelarbete. Under sex av 30 mättdagar (20 %) översteg bullret 95 dBA i mer än 15 minuter. För dessa sex dagar var den genomsnittliga "över 95 dBA tiden" 67 minuter per dag.

Resultatet från 30 mät dagar fördelade på 15 gruppmedelvärden var 90 dBA. Mätningarna var jämt fördelade mellan schakt / kabelarbete och arbete på park- och gatubelysning. Inom park- och gatubelysning varierade dagsmedelvärdena från <72 dBA vid kabelfelsökning på belysningsstolpar till 94 dBA vid arbete med att montera ner och sätta upp belysningsstolpar. Inom kabelarbete varierade dagsmedelvärdena från 75 dBA vid felsökning och kabelreparation på Östermalm till 102 dBA vid arbete med kabeldragning vid ett järnvägsspår.

Arbetarna bestämde själva vem som skulle bära bullermätaren. Sannolikt var det den inom stationen som förväntades bli utsatt för det kraftigaste bullret som bar mätaren. Arbetsuppgifter och arbetslag med förmodat låg bullerexponering kan ha varit underrepresenterade. Därför kan yrkesmedelvärdet 90 dBA vara en överskattning av den genomsnittliga arbetarens exponering. Rena kabelarbetare har sannolikt en exponering som är lägre än det funna yrkesmedelvärdet eftersom kabelarbete inte behöver ske samtidigt eller i närheten av grävmaskiner, markvibratörer etc. Under mätdagarna förekom kabelarbete vid fyra tillfällen. Det gällde då mätningar som gjorts på fyra olika platser i Stockholm och elarbetarna pekade här ut trafiken som den värsta bullerkällan. Följande fyra dagsmedelvärden erhöles; 75, 77, 78 och 82 dBA (medelvärde 80 dBA).

Sammanfattningsvis är yrkesmedelvärdet 90 dBA sannolikt en överskattning av genomsnittlig exponering. Baserat på vår allmänna kunskap om buller på arbetsplatser bedömer vi att 86 dBA kan ligga närmare sanningen och använder detta värde som ett alternativ vid analyserna. Sannolikt har arbetarna inom gruppen en relativt olikartad genomsnittlig exponering. Rena kabelarbetare är minst utsatta. Schaktarbetare är mest utsatta. Vi har dock inte information om vem som gör vad på en så detaljerad nivå för arbetarna i undersökningen.

Stationsarbetare

Relativt få mätningar gjordes på stationsarbetare eftersom arbetsledare bedömde att dessa ofta arbetade i tyst miljö. Inom yrket förekom dock arbeten som var så bullriga att hörselskydd normalt användes t ex provkörning av reservkraftverk och användning av elektriska handverktyg. Vid provning av brytare förekom kraftiga impulsjud. Vi gjorde bullermätning vid brytarrevision under 3 olika dagar och fick följande dagsmedelvärden 87, 75 och 77 dBA. Arbetarskyddsstyrelsens gränsvärde för impulsbuller överskreds vid ett eller några tillfällen per dag. Resultatet av mätningar under 10 slumpmässigt valda dagar var 77 dBA. Dagsmedelvärdena varierade från 69 till 81 dBA. Lägst dagsmedelvärde, 69 dBA kom från arbete i kontroll och relärum, högst dagsmedelvärde kom från att städa och röja på verkstad. Ljudnivån översteg 95 dBA i några enstaka minuter under en av mätdagarna.

Vattenkraftstationsarbete

Arbete i vattenkraftstationer innebar rondering och underhåll av anläggningar. Kraftigt buller förekom i generator och turbinhallar. Under fem av 27 mätdagar (19 %) översteg bullret 95 dBA i mer än 15 minuter. För dessa fem dagar var den genomsnittliga "över 95 dBA tiden" 32 minuter per dag.

Mätningar vid slumpvis valda tillfällen gjordes i fyra kraftverk. Resultatet från mätningar under 18 dagar med sex gruppmedelvärden, visade att den genomsnittliga dagsmedel exponeringen var 89 dBA. Dagsmedelvärdena varierade från 75 dBA vid byte av likspänningshuvudcentral till 93 dBA vid rondning. Av de sex gruppmedelvärdena gällde två stycken rondning, två stycken revision av generator och turbin och två stycken "annat arbete" vilket bl a innebar kabeldragning inom- och utomhus till en batterienhet. Vi gjorde också mätningar riktade mot revision och rondning eftersom vi förväntade oss högt buller vid dessa arbeten. Av nio mätdagar med sex gruppmedelvärden, gjordes två mätdagar vid rondning i ett antal små kraftverk med effekt under 10 MW och sju mätdagar vid revision och rondning i större kraftverk. Resultatet från de riktade mätningar visade dagsmedelvärden som var något lägre än vad vi fann under slumpmätningarna. Detta kan åtminstone delvis förklaras av att mätningarna gjordes i olika kraftverk. Om slump- och riktade mätningar slås samman blir yrkesmedelvärdet 88 dBA baserat på 27 mätdagar, 12 gruppmedelvärden.

Kraftvärmeverk

Kraftvärmeverk producerar elektricitet och hetvatten för fjärrvärme. Personalen arbetar med underhåll, reparationer och övervakning. I de undersökta anläggningarna var det bullrigt i maskinhallar och andra lokaler. Bullret kom från pumpar, motorer, turbiner och generatorer. Elreparatörer och mekaniska reparatorer arbetade i sina respektive verkstäder samt ute i anläggningen. Maskinister arbetade i kontrollrum och ronderade ute i anläggningen. Hur ofta arbetarna utsattes för bullernivåer över 95 dBA framgår av Tabell 11.

Tabell 11. Förekomst av mycket höga bullernivåer.

	Elreparatör	Mek. reparator	Maskinist
Antal dagar då nivån översteg 95 dBA i mer än 15 minuter.	2 av 34 (6 %)	4 av 22 (18 %)	3 av 22 (14 %)
Genomsnittlig "över 95 dBA tid" för de dagar då nivån översteg 95 dBA i mer än 15 minuter. (Minuter)	36	27	35

Kraftvärmeverk: mekanisk reparator

Mätningar gjordes i fyra kraftvärmeverk och täckte in en mångfald arbetsuppgifter där mätningar gjorda under några dagar i rad vanligtvis innebar arbetsuppgifter som inte var relaterade till varandra. Antal gruppmedelvärden (n=22) var därför lika stort som antal mätdagar. De funna dagsmedelvärdena varierade från 75 dBA vid diverse arbetsuppgifter ute i anläggningen till 91 dBA vid rondning och förebyggande underhåll på olika platser ute i maskinhallen och andra lokaler. Yrkesmedelvärdet var 85 dBA. Som huvudsakliga bullerkällor angavs ofta olika pumpar, fläktar och handverktyg.

Eftersom arbetarna själva avgjorde vilka som skulle bära mätinstrumentet är yrkesmedelvärdet 85 dBA sannolikt en överskattning av genomsnittlig

exponering. Baserat på vår allmänna kunskap om buller på arbetsplatser bedömer vi att 83 dBA kan ligga närmare sanningen och använder detta värde som ett alternativ vid analyserna.

Kraftvärmeverk: maskinist

Mätningar gjordes i fyra kraftvärmeverk och täckte in en mångfald arbetsuppgifter där mätningar gjorda under några dagar i rad vanligtvis innebar arbetsuppgifter som inte var relaterade till varandra. Antalet gruppmedelvärden (n=17) var därför nästan lika stort som antalet mätdagar (n=22). De funna dagsmedelvärdena varierade från 81 dBA som kom från kolkrossar, fläktar, slipmaskin och industridammsugare (vi saknar uppgift om arbete under dagen) till 91 dBA vid rondering och reparation av kolkvarn. Yrkesmedelvärdet var 88 dBA. Som huvudsakliga bullerkällor angavs ofta olika pumpar, fläktar, pelletsvarn och kolkross. I enlighet med vad vi sagt om yrkesmedelvärdet för mekaniska reparatörer ovan bedömer vi att 87 dBA kan ligga närmare sanningen och använder detta värde som ett alternativ vid analyserna.

Kraftvärmeverk: elreparatör

Mätningar gjordes i fyra kraftvärmeverk och täckte in en mångfald arbetsuppgifter där mätningar gjorda under några dagar i rad vanligtvis innebar arbetsuppgifter som inte var relaterade till varandra. Antal gruppmedelvärden (n=31) var därför nästan lika stort som antal mätdagar (n=34). De funna dagsmedelvärdena varierade från 74 dBA vid felsökning på varvtalsvakt vid kolkross till 95 dBA vid tubprov med luft på värmepanna. Genomsnittligt dagsmedelvärde var 85 dBA. Som huvudsakliga bullerkällor angavs vanligtvis olika pumpar, fläktar och handverktyg. Om de två högsta gruppmedelvärdena uteslöts, av 31 stycken, så sjönk det genomsnittliga dagsmedelvärdet från 85 till 80 dBA. Detta beroende av några enstaka observationer gör yrkesmedelvärdet osäkert.

I enlighet med vad som ovan sagts om att arbetarna själva valt vem som skall bära mätaren så reducerar vi det funna genomsnittliga dagsmedelvärdet 85 dBA med 2 dB och skattar därmed yrkesmedelvärdet till 83 dBA.

Kraftvärmeverkets betydelse

Inom Stockholm Energi betraktades Hässelbyverket som extra bullrigt. Fläktar och pumpar var monterade i maskinhallen utan tanke på buller. En uppdelning av resultatet på olika kraftvärmeverk visade att bullret i Hässelby var i genomsnitt 4-7 dB högre än i tre andra kraftvärmeverk, Tabell 12. Även inom de tre andra kraftvärmeverken kan det ha funnits skillnader men resultatet pekar på att dessa var mindre.

Tabell 12. Bullerexponering i kraftvärmeverk där 3 eller fler mätningar har gjorts. Antal dagsmedelvärden betecknas med n. Medelvärde är det aritmetiska medelvärdet av angivna dBA-nivåer.

Yrke	Kraftvärmeverk			
	Hässelby dBA (n)	Högdalen dBA (n)	Värtan PFBC dBA (n)	Hammarby dBA (n)
Elreparatör	86 (11)	81 (8)	81 (8)	75 (3)
Mekanisk reparatör	89 (4)	84 (4)	83 (6)	80 (4)
Maskinist	90 (4)	86 (4)	85 (4)	88 (3)
<i>Medelvärde</i>	88	84	83	81

Alternativ kategoriindelning

För att uppskatta hur mycket buller som elarbetarna utsattes för gjordes en bedömning grundad på typarbeten som slagits ihop till yrkesgrupper. Typarbetsprofilen för varje tre-årsintervall var känd genom frågeformulär som besvarats av elarbetarna. Typarbetena skapades vid studiens början som en metod för att klassificera deltagarna vad avser olika faktorer i arbetsmiljön. Det är inte givet att ett sådant system var optimalt för t ex faktorn buller. En variansanalys visade att yrkesgrupp förklarade 32 % av variationen i gruppmedelvärden. Vi gjorde också variansanalys på de av arbetarna angivna primära källorna till bullret. Angivna källor som vi bedömde som likvärdiga sammanfördes till en gemensam kod vid databearbetning för att få fler observationer per angiven källa. Således betraktades tex "tryckluftspett", "asfaltsåg" och "hydralhammare" som likvärdiga. Detta gav 21 bullerkällor som förklarade 25 % av variansen mellan gruppmedelvärden. Det är den förstnämnda metoden för exponeringsbedömning som används i denna undersökning.

Elarbetarnas egna bedömningar av bullerkällor

I samband med hörselundersökningen, tillfrågades elarbetarna om bullerkällor i arbetsmiljön. I Tabell 13 redovisas de bullerkällor som elarbetarna uppgav vara vanligt förekommande i sin arbetsmiljö. Bullerkällor som de själva hade angivit överensstämde väl med vad som iaktogs vid de tekniska bullermätningarna, dvs ett antal bullerkällor kunde identifieras som vanligt förekommande för olika typarbeten.

Tabell 13. Elarbetarnas egna bedömningar av vilka bullerkällor som förekom i olika typarbeten.

Linjearbete	Stationsarbete	Arbete på kraftvärmeverk	Övriga arbeten
fordonsbuller	fläktljud	fläktar	fläktar
trafikbuller	smällar från brytare	pumpar	verkstad
motorsåg	fordonsbuller	turbiner	värmepump
borrknatte	kraftstation	generatorer	ångturbiner
cobra	transformatorer	maskinsal	
grävtraktor	generatorer		
skoter	kompressorer		
bergborr	borrmaskin		
röjsåg			

Buller och andra arbetsmiljöförhållanden i hörselstatusgrupperna

Bullerexponering i hörselstatusgrupperna enligt de tekniska mätningarna

Utifrån de tekniska mätningarna konstruerades en uppskattad bullernivå för varje enskild elarbetare. Denna baserades på en sammanvägning av hur stor del av arbetstiden som varje elarbetare arbetade inom olika typarbeten samt uppmätta nivåer inom respektive typarbete. Inga skillnader förelåg mellan grupperna vad gäller uppskattade bullernivåer under undersökningsperioden. Fallgruppen hade en genomsnittlig nivå på 81.9 dB(A) (SD=4.7), kontrollgruppen 80.6 dB(A) (SD=5.0), gruppen med övriga normalhörande 81.4 dB(A) (SD=4.8) samt gruppen med hörselnedsättning en genomsnittlig nivå på 80.9 dB(A) (SD=5.1).

Egenbedömning av exponering för buller och andra belastningar i arbetsmiljön

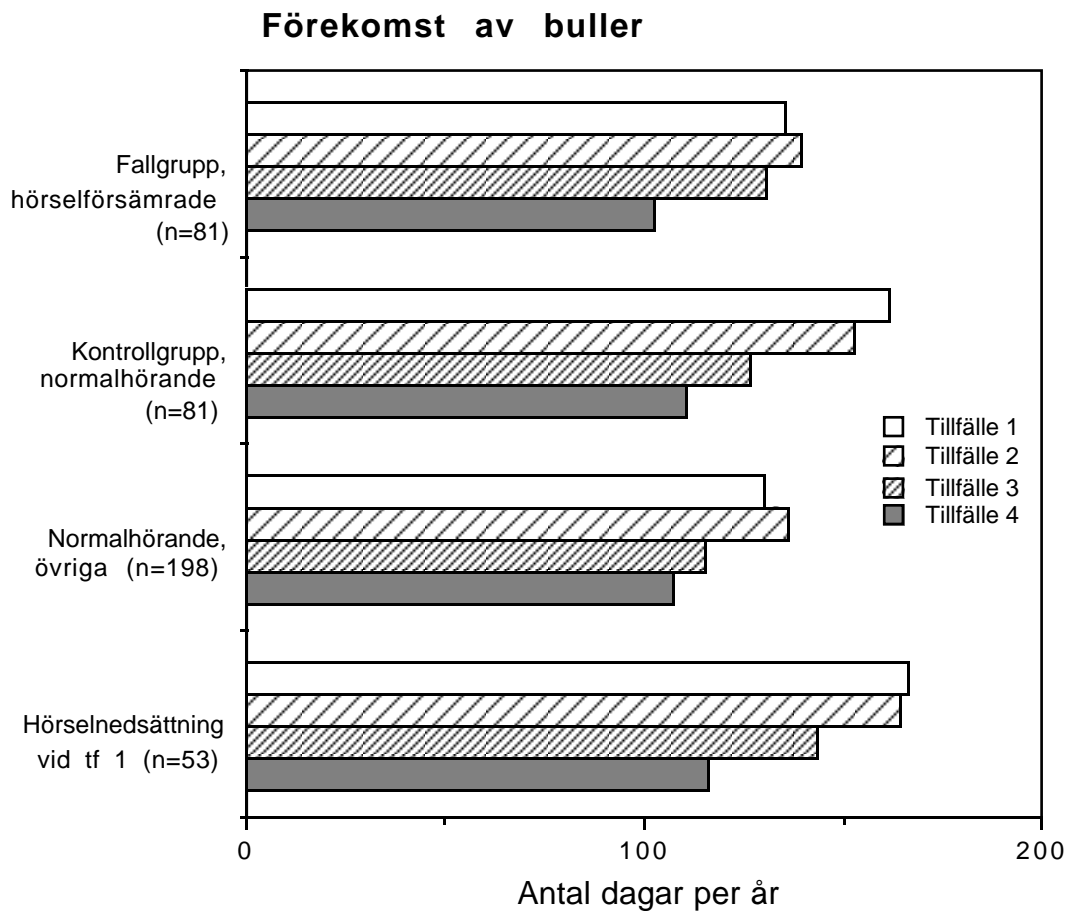
Buller är den exponering, av de fysiska arbetsmiljöfaktorerna, som enligt elarbetarna förekom i större utsträckning än andra exponeringar och belastningar. Av de organisatoriska arbetsmiljöförhållandena var det vistelse i trafikmiljö som förekom oftast. Exponering för fysiska arbetsmiljöfaktorer minskade genomgående över tid, till skillnad från de organisatoriska arbetsmiljöförhållandena. Ensamarbete, arbete under tidspress och övertidsarbete förekom i allt större utsträckning. Elarbetarnas genomsnittliga bedömningar av hur ofta olika exponeringar och belastningar förekom i deras arbete, redovisas för hela gruppen och för fyra undersökningstillfällen i Bilaga 1: figur 1 och 2.

I tabell 14 ges en sammanställning av variansanalyser för skillnaderna mellan fall- och kontrollgruppen samt mellan undersökningstillfällena beträffande arbetsmiljöförhållanden. Fallgruppen utsattes inte oftare än kontrollgruppen för buller. Däremot tenderade de att oftare exponeras för lokala vibrationer, tunga lyft, och kreosot. Kontrollgruppen utsattes oftare för svetsrök och syror/lut. Fysiska miljöfaktorer minskade över tid medan förekomsten av ensamarbete ökade.

Tabell 14. Resultat av variansanalys av *hur ofta* olika arbetsmiljöförhållanden förekom enligt elarbetarnas egna bedömningar. Testning av skillnaderna mellan fall- och kontrollgruppen samt mellan undersökningstillfällena (1–4).

Variationskälla	Grupp Fall–kontroll	Undersöknings- tillfällen	Grupp* Undersöknings- tillfällen
	p	p	p
Buller	.442	.000	.410
Vibrationer, lokalt	.095	.663	.297
Vibrationer, helkroppss-	.808	.056	.696
Svåra klimatförhållanden	.953	.000	.484
Elektriska fält	.206	.077	.135
Magnetfält	.667	.027	.195
Resor i arbetet	.122	.789	.801
Körning under svåra förhållanden, t ex halka, köer	.304	.279	.681
Vistelse i trafikmiljö	.686	.355	.949
Stolpgång	.209	.001	.907
Tunga lyft	.094	.031	.532
Svåra arbetsställningar	.245	.013	.578
Arbete på hög höjd	.939	.003	.671
Svår terräng	.258	.002	.179
Kreosot	.102	.004	.875
Salt/arsenik/impregnering	.422	.105	.179
Sprängmedel	.691	.864	.615
Silikon	.722	.397	.995
Syror/lut	.059	.332	.664
Oljor	.805	.000	.773
Lösningsmedel	.500	.096	.725
Andra kemiska substanser	.376	.271	.578
Bly	.616	.611	.604
Kvarts	.548	.327	.094
Gas	.547	.449	.322
Avgaser	.825	.484	.154
Svetsrök	.044	.409	.360
Övertidsarbete	.406	.407	.572
Nattarbete	.263	.160	.302
Ensamarbete	.283	.001	.791
Arbete under tidspress	.287	.094	.093
Övernattningar borta	.091	.214	.415

Figur 3 visar hörselstatusgruppernas bedömningar av bullerförekomsten i genomsnittligt antal dagar per år. Antal dagar per år är uppskattade utifrån de fem svarsalternativen från "aldrig" till "varje dag" för exponering av buller. Som framgår av figuren bedömde samtliga grupper bullerförekomsten vid undersökningstillfälle 1 och 2 som lika, medan en minskning var tydlig för samtliga grupper mellan undersökningstillfällena 2 och 3 respektive 3 och 4. Fallgruppen tenderade att utsättas för buller färre dagar vid första och andra undersökningstillfället än kontrollgruppen. Denna skillnad var dock inte signifikant.



Figur 3. Medelvärde av hur ofta buller förekom enligt elarbetarnas egen bedömning. Figuren visar de fyra hörselstatusgrupperna vid fyra undersökningstillfällen. Antal dagar per år uppskattades utifrån svarsalternativen "aldrig" = 0, "någon gång per år" = 1, "någon gång per månad" = 11, "någon gång per vecka" = 47 och "varje dag" = 250.

Upplevd påfrestning av buller och annan belastning i arbetsmiljön

I Tabell 15 återges variansanalyser av skillnader mellan fall- och kontrollgruppen och mellan undersökningstillfällena beträffande upplevd påfrestning av olika arbetsförhållanden. Den signifikanta interaktionseffekten för buller innebär att elarbetarna i fallgruppen upplevde buller som mer påfrestande än kontrollgruppen och att skillnaden ökade mellan undersökningstillfällena. Båda grupperna blev

Tabell 15. Resultat av variansanalys av *upplevd påfrestning* av olika arbetsmiljöförhållanden. Test av skillnaderna mellan fall- och kontrollgruppen samt mellan undersökningstillfällena (1–4) .

Variationskälla	Grupp Fall - kontroll	Undersöknings- tillfällen	Grupp* Undersöknings- tillfällen
	p	p	p
Buller	.487	.239	.045
Vibrationer, lokalt	.763	.097	.587
Vibrationer, helkroppss-	.641	.178	.962
Svåra klimatförhållanden	.968	.219	.308
Arbete invid spänning	.168	.253	.670
Resor i arbetet	.145	.168	.999
Körning under svåra förhållanden, t ex halka, köer	.851	-	-
Vistelse i trafikmiljö	.345	.002	.509
Stolpgång	.973	.096	.151
Tunga lyft	.085	.695	.661
Svåra arbetsställningar	.287	.086	.493
Arbete på hög höjd	.425	.442	.733
Svår terräng	.601	.070	.135
Kreosot	.910	.264	.483
Salt/arsenik/impregnering	.628	.103	.367
Sprängmedel	.148	.936	.537
Silikon	.697	.051	.288
Syror/lut	.705	.761	.023
Oljor	.243	-	-
Lösningsmedel	.969	.004	.012
Andra kemiska substanser	.733	.748	.060
Bly	.919	.461	.288
Kvarts	.660	.737	.224
Gas	.596	.205	.121
Avgaser	.880	.008	.189
Svetsrök	.635	.124	.044
Övertidsarbete	.303	.001	.445
Nattarbete	.688	.134	.405
Ensamarbete	.396	.027	.599
Arbete under tidspress	.418	.349	.640
Övernattningar borta	.114	.209	.754

mer besvärade av arbete i trafikmiljö över tid. Bilaga 1: figur 3 och 4 visar andel elarbetare som upplevde arbetsmiljöfaktorerna som påfrestande vid alla undersökningstillfällen.

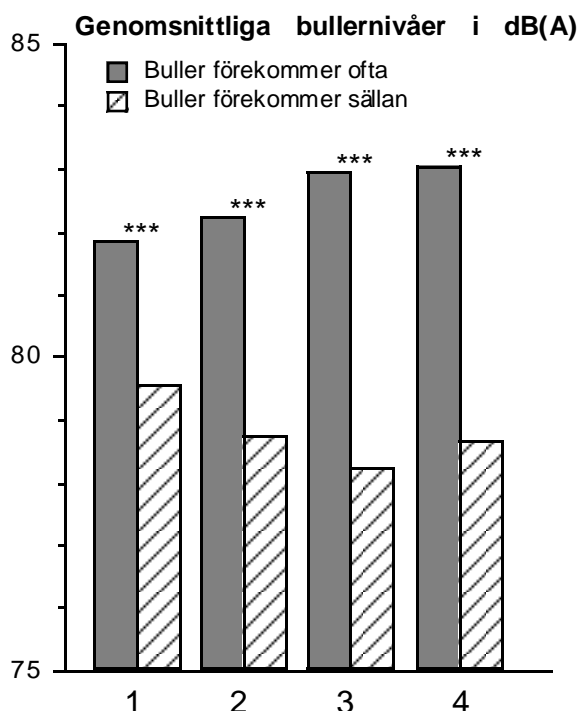
Samband mellan förekomst och upplevd påfrestning av buller samt bullernivåer
Som förväntat var buller mer besvärande ju mer det förekom.

(korrelationskoefficienterna var 0,35, 0,38, 0,42 och 0,45 för tillfälle1–4).

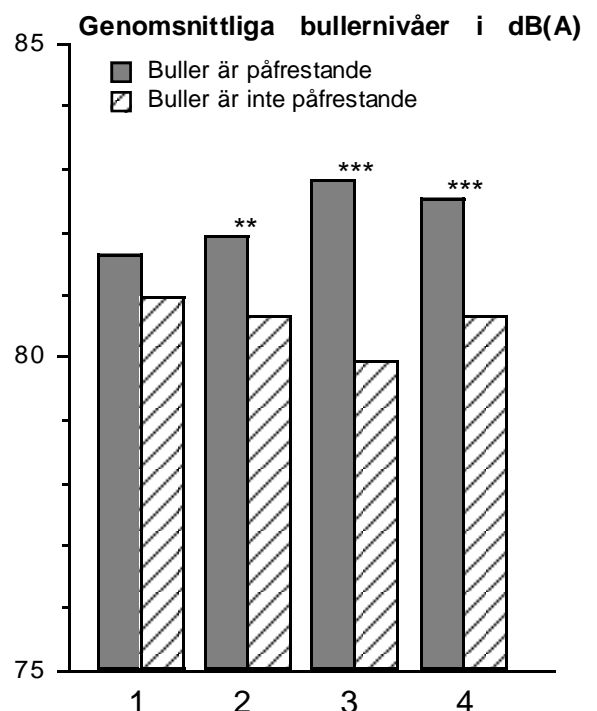
Två undergrupper bildades: De som angav att buller förekom i arbetet någon gång i veckan eller oftare ("Buller förekommer ofta") och de som angav att buller förekom någon gång per månad, sällan eller aldrig ("Buller förekommer sällan"). En jämförelse gjordes mellan de två gruppernas bullerexponering som den uppskattats utifrån bullermätningarna. Samma jämförelse gjordes mellan de elarbetare som upplevde buller som påfrestande i arbetsmiljön och de som inte tyckte att buller var påfrestande.

Figur 4 visar bl a skillnader över undersökningstillfällen i bullernivåer mellan de två grupperna som angav att buller förekom ofta eller sällan. Figuren visar hur bullerexponeringen ökade över tid och var genomgående högre i gruppen som angav att buller förekom ofta i arbetet.

I Figur 5 åskådliggörs skillnaderna i uppskattade bullernivåer över undersökningstillfällen för de elarbetare som upplevde bullret som påfrestande och de som inte upplevde det som påfrestande. De som upplevde bullret som påfrestande hade också högst bullernivåer.



Figur 4. Uppskattade bullernivåer vid varje undersökningstillfälle för dem som bedömdes exponerade ofta respektive sällan för buller. tf1: $p < 0.001$, tf2: $p < 0.001$, tf3: $p < 0.001$, tf4: $p < 0.001$ (n=413).



Figur 5. Uppskattade bullernivåer vid varje undersökningstillfälle för dem som bedömdes vara vara mer respektive mindre besvärade av buller. tf1: $p = 0.245$, tf2: $p = 0.014$, tf3: $p < 0.001$, tf4: $p < 0.001$ (n=413).

Symtomatologi - Samband med hörselstatus, bullerexponering och påfrestning av buller

Symtom i hörselstatusgrupperna

Förekomsten av olika psykiska och somatiska symtom för alla grupperna återges i Tabell 16. Tabellen grundas på medelvärdesbildade index för de grupper av symtom som presenterades i Tabell 4.

Tabell 16. Förekomst av psykiska och somatiska symtom i hörselstatusgrupperna (medelvärdesbildade index).

	Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)				Fallgruppen, med försämrad hörselsstatus (n=81)			
	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4
Psykiska:								
Trötthet	1.44	1.47	1.54	1.57	1.44	1.47	1.51	1.45
Sömnsvårigheter	1.20	1.24	1.30	1.28	1.29	1.28	1.27	1.31
Psykiska symtom	1.26	1.28	1.31	1.28	1.25	1.27	1.30	1.26
Somatiska:								
Händer	1.12	1.14	1.18	1.12	1.14	1.16	1.17	1.17
Enskilda symtom:								
Huvudvärk	1.35	1.53	1.61	1.56	1.42	1.53	1.52	1.43
Öronbesvär	1.09	1.06	1.11	1.13	1.19	1.30	1.21	1.21
Ont i axlarna	1.27	1.38	1.48	1.46	1.40	1.53	1.58	1.57
"Orolig" mage	1.41	1.44	1.49	1.42	1.38	1.41	1.36	1.41
Hjärtklappning	1.00	1.09	1.08	1.09	1.06	1.06	1.12	1.07
	Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)				Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)			
	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4
Psykiska:								
Trötthet	1.46	1.50	1.49	1.56	1.50	1.59	1.59	1.59
Sömnsvårigheter	1.22	1.23	1.26	1.30	1.24	1.29	1.33	1.30
Psykiska symtom	1.22	1.25	1.23	1.27	1.26	1.38	1.33	1.31
Somatiska:								
Händer	1.13	1.11	1.14	1.15	1.22	1.34	1.40	1.31
Enskilda symtom:								
Huvudvärk	1.37	1.42	1.50	1.48	1.42	1.44	1.54	1.58
Öronbesvär	1.13	1.10	1.06	1.10	1.25	1.27	1.48	1.39
Ont i axlarna	1.28	1.34	1.39	1.52	1.29	1.58	1.67	1.62
"Orolig" mage	1.31	1.39	1.35	1.36	1.42	1.52	1.56	1.46
Hjärtklappning	1.06	1.05	1.05	1.06	1.04	1.14	1.10	1.08

En sammanfattning av variansanalyser för testning av skillnaderna mellan fall- och kontrollgrupp redovisas i Tabell 17.

Tabell 17. Resultat av variansanalys av psykiska och somatiska symtom. Variansanalys av skillnaden mellan fall- och kontrollgrupp samt mellan undersökningstillfällena.

Variationskälla	Grupp Fall-kontroll	Undersöknings tillfällen	Grupp* Undersöknings tillfällen
	p	p	p
Psykiska:			
<i>Trötthet</i>	.561	.057	.293
Fysiskt trött på morgonen	.533	.249	.261
Fysiskt trött vid arbetsdagens slut	.651	.437	.545
Psykiskt trött på morgonen	.076	.006	.068
Psykiskt trött vid arbetsdagens slut	.177	.001	.524
Allmän trötthetskänsla	.553	.722	.620
Sömnig under dagen	.518	.722	.646
<i>Sömnsvårigheter</i>	.594	.485	.446
Svårt att somna in	.703	.640	.089
Sover oroligt/orolig sömn	.782	.771	.905
Vaknar för tidigt	.098	.113	.751
<i>Psykiska symptom</i>	.765	.299	.998
Minskat sexuellt intresse	.190	.248	.286
Svårt att påbörja ngt, initiativlöshet	.988	.000	.158
Svårt att koncentrera sig	.838	.457	.584
Ängslig, orolig, rastlös	.344	.507	.631
Svårt att minnas, glömsk	.670	.081	.252
Nedstämd, ledsen utan anledning	.690	.533	.859
Irriterad, lättretlig	.806	.606	.583
Somatiska:			
<i>Händer</i>	.637	.180	.551
Värk i händerna	.218	.211	.802
Kalla eller svettiga händer	.836	-	-
Stickningar eller domningar	.542	.497	.753
Vita fingrar	.960	.378	.289
Fumlighet eller darrningar	.479	.091	.634
Huvudvärk	.649	.001	.254
Öronbesvär	.021	.770	.276
Ont i axlarna	.205	.029	.980
"Orolig" mage	.533	.912	.637
Hjärtklappning	.568	.003	.155

Trötthet Trötthetssymtom blev mer frekventa över tid för både fallgruppen och kontrollgruppen. Det var framförallt psykisk trötthet morgon och kväll som ökade över tid.

Övriga symtom Somatiska symtom som ont i axlarna och hjärtklappning blev mer frekventa över tid. Fallgruppen uppgav sig dessutom ha mer öronbesvär än kontrollgruppen. I kontrollgruppen var det fler som hade huvudvärk ofta och symtomet visade sig också öka över tid.

Blodtryck Det systoliska och diastoliska blodtrycket kontrollerades vid varje undersökningstillfälle (se Bilaga 3). Det genomsnittliga systoliska blodtrycket var 124, 121, 122, och 124 vid undersökningstillfälle ett till fyra och det diastoliska 75, 76, 76, och 76. Ingen av de fyra hörselstatusgrupperna uppvisade någon nämnvärd förändring av blodtrycket över tid. Däremot hade både fallgruppen och gruppen med hörselnedsättning vid undersökningstillfälle ett generellt något högre blodtryck än kontrollgruppen och övriga normalhörande. Skillnaden var signifikant eller nästan signifikant vad gäller det systoliska blodtrycket vid undersökningstillfälle två och tre (tf 2: $F=3.7$, $p=.056$ och tf 3: $F=9.6$, $p=.002$) och för det diastoliska blodtrycket vid undersökningstillfälle tre ($F=7.2$, $p=.008$).

Samband mellan uppmätta bullernivåer och symtom

Sambanden mellan uppmätta bullernivåer och olika besvär redovisas i Tabell 18. I tabellen kan utläsas att bara ett fåtal samband fanns mellan nivåerna på bullret och symtomförekomst. För åtminstone två undersökningstillfällen var nivån positivt korrelerad till besvär i händerna. Även ett antal enskilda trötthetssymtom var relaterade till nivån, såsom fysisk trötthet vid arbetsdagens slut och sömnighet under dagen. Psykisk trötthet vid arbetsdagens slut var negativt korrelerad till bullernivån. Bland de psykiska symtomen var nivån relaterad till minnessvårigheter och nedstämdhet. Bullernivån var även relaterad till öronbesvär och ont i axlarna. Inget signifikant samband förelåg mellan uppmätta bullernivåer och blodtrycksnivå.

Tabell 18. Korrelationkoefficienter (Pearsons produktmomentkorrelationer) och p-värden för samband mellan uppmätta bullernivåer och symtom.

Grupper av symtom och enskilda symtom	Undersökn tillfälle 1	Undersökn tillfälle 2	Undersökn tillfälle 3	Undersökn tillfälle 4
	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)
Psykiska:				
<i>Trötthet</i>	.02 (.696)	.04 (.411)	.00 (.981)	.09 (.070)
Fysiskt trött på morgonen	.01 (.890)	-.01 (.877)	.08 (.099)	.09 (.085)
Fysiskt trött arbetsdagens slut	.05 (.295)	.07 (.187)	.12 (.014)	.20 (.000)
Psykiskt trött på morgonen	-.02 (.733)	.06 (.232)	-.05 (.300)	.04 (.428)
Psykiskt trött arbetsdagens slut	-.08 (.107)	-.04 (.472)	-.25 (.000)	-.15 (.003)
Allmän trötthetskänsla	.04 (.386)	.06 (.266)	.01 (.788)	.12 (.019)
Sömnig under dagen	.07 (.139)	.03 (.496)	.10 (.051)	.11 (.026)
<i>Sömnsvårigheter</i>				
Svårt att somna in	.04 (.381)	.02 (.616)	.02 (.680)	.03 (.509)
Sover oroligt/orolig sömn	.03 (.527)	-.03 (.607)	-.01 (.862)	.06 (.240)
Vaknar för tidigt	.08 (.102)	.00 (.998)	.02 (.691)	.08 (.094)
<i>Psykiska symptom</i>				
Minskat sexuellt intresse	-.07 (.178)	-.06 (.204)	.02 (.695)	-.05 (.291)
Svårt att påbörja ngt. initiativlöshet	.01 (.838)	.04 (.399)	.02 (.697)	.08 (.129)
Svårt att koncentrera sig	.05 (.344)	.04 (.442)	.01 (.825)	-.01 (.865)
Ängslig, orolig, rastlös	.04 (.417)	.08 (.106)	.03 (.496)	.10 (.041)
Svårt att minnas, glömsk	.07 (.132)	.05 (.354)	.13 (.012)	.14 (.006)
Nedstämd, ledsen utan anledning	.01 (.812)	.08 (.095)	.11 (.030)	.12 (.014)
Irriterad, lättretlig	.02 (.711)	.04 (.436)	.06 (.211)	.04 (.465)
Somatiska:				
<i>Händer</i>				
Värk i händerna	-.02 (.608)	.00 (.960)	.12 (.013)	.11 (.029)
Kalla eller svettiga händer	.00 (.959)	.03 (.503)	.07 (.156)	.07 (.141)
Stickningar eller domningar	.05 (.282)	.05 (.347)	.10 (.044)	.07 (.138)
Vita fingrar	.12 (.017)	.03 (.575)	.11 (.027)	.09 (.063)
Fumlighet eller darrningar	.04 (.426)	.06 (.207)	.03 (.497)	.13 (.010)
<i>Huvudvärk</i>				
Öronbesvär	.09 (.057)	.05 (.349)	.03 (.500)	.11 (.028)
Ont i axlarna	.03 (.556)	.07 (.151)	.11 (.032)	.15 (.003)
"Orolig" mage	.13 (.010)	.09 (.076)	.07 (.141)	.14 (.007)
Hjärtklappning	.01 (.878)	.01 (.801)	.07 (.173)	.01 (.847)
Hjärtklappning	-.03 (.576)	-.03 (.499)	.03 (.551)	.09 (.068)

Samband mellan självskattad bullerexponering och symtom

I Tabell 19 redovisas korrelationer mellan symtomindex, de symtom som ingår i indexen, enskilda somatiska symtom samt förekomst av buller. Av tabellen framgår att alla symtom utom fyra var positivt korrelerade till bullerförekomst vid två eller flera undersökningstillfällen. Med ökad förekomst av buller ökade också graden av besvär. Vidare kan utläsas av tabellen att trötthetsymtom och besvär relaterade till händerna hade störst samband med hur ofta elarbetarna exponerades för buller. Bland symtomen på trötthet var det framförallt symtom som fysisk trötthet morgon och kväll, en allmän trötthetskänsla och sömnhet under dagen

Tabell 19. Korrelationkoefficienter (Pearsons produktmomentkorrelationer) och p-värden för samband mellan förekomst av buller och symtom .

Grupper av symtom och enskilda symtom	Undersökn tillfälle 1	Undersökn tillfälle 2	Undersökn tillfälle 3	Undersökn tillfälle 4
	r	r	r	r
Psykiska:				
<i>Trötthet</i>	.13 (.007)	.18 (.000)	.19 (.000)	.14 (.004)
Fysiskt trött på morgonen	.08 (.087)	.10 (.034)	.19 (.000)	.11 (.031)
Fysiskt trött arbetsdagens slut	.13 (.007)	.18 (.000)	.28 (.000)	.23 (.000)
Psykiskt trött på morgonen	.04 (.424)	.13 (.007)	.04 (.439)	.04 (.376)
Psykiskt trött arbetsdagens slut	.03 (.535)	.02 (.742)	-.05 (.339)	-.06 (.203)
Allmän trötthetskänsla	.14 (.003)	.10 (.048)	.15 (.002)	.15 (.003)
Sömnhet under dagen	.11 (.020)	.21 (.000)	.17 (.001)	.13 (.006)
<i>Sömnsvårigheter</i>				
Svårt att somna in	.10 (.040)	.08 (.091)	.12 (.016)	.06 (.223)
Sover oroligt/orolig sömn	.09 (.063)	.09 (.054)	.07 (.128)	.15 (.003)
Vaknar för tidigt	.12 (.018)	.06 (.199)	.12 (.018)	.13 (.007)
<i>Psykiska symptom</i>				
Minskat sexuellt intresse	.08 (.090)	.12 (.020)	.15 (.002)	.13 (.011)
Svårt att påbörja ngt, initiativlöshet	.06 (.213)	.05 (.338)	.09 (.064)	.06 (.208)
Svårt att koncentrera sig	.13 (.009)	.07 (.159)	.05 (.284)	.11 (.028)
Svårt att koncentrera sig	.05 (.339)	.07 (.165)	.09 (.057)	.05 (.268)
Ängslig, orolig, rastlös	.03 (.540)	.06 (.260)	.07 (.136)	.11 (.033)
Svårt att minnas, glömsk	.04 (.391)	.12 (.020)	.13 (.011)	.12 (.012)
Nedstämd, ledsen utan anledning	.06 (.244)	.11 (.033)	.08 (.104)	.08 (.108)
Irriterad, lättretlig	.05 (.315)	.09 (.060)	.13 (.008)	.07 (.136)
Somatiska:				
<i>Händer</i>				
Värk i händerna	.15 (.002)	.15 (.003)	.18 (.000)	.20 (.000)
Värk i händerna	.06 (.218)	.11 (.020)	.14 (.005)	.18 (.000)
Kalla eller svettiga händer	.07 (.131)	.09 (.083)	.11 (.034)	.13 (.008)
Stickningar eller domningar	.13 (.010)	.11 (.033)	.16 (.002)	.11 (.020)
Vita fingrar	.14 (.003)	.09 (.073)	.12 (.018)	.09 (.065)
Fumlighet eller darrningar	.07 (.168)	.10 (.040)	.10 (.043)	.12 (.015)
<i>Huvudvärk</i>				
Huvudvärk	.05 (.285)	.02 (.694)	.12 (.014)	.04 (.404)
Öronbesvär	.10 (.043)	.08 (.108)	.13 (.010)	.13 (.007)
Ont i axlarna	.17 (.001)	.11 (.021)	.12 (.014)	.14 (.005)
"Orolig" mage	.05 (.320)	.01 (.879)	.14 (.004)	.12 (.018)
Hjärtklappning	.09 (.071)	.09 (.061)	.13 (.007)	.06 (.208)

som ökade ju oftare buller förekom. Besvär i händerna som ökade med ökad bullerförekomst var värk i händerna, stickningar och domningar samt fumlighet eller darrningar. Öronbesvär och ont i axlarna är andra somatiska symtom som rapporterades oftare med ökad grad av buller. Inget signifikant samband förelåg mellan förekomst av buller och blodtrycksnivå.

Samband mellan upplevd påfrestning av buller och symtom

I Tabell 20 redovisas sambanden mellan hur besvärade elarbetarna kände sig av bullret och hur ofta de kände av olika symtom.

Tabell 20. Korrelationskoefficienter (Spearman's rangkorrelationer) och p-värden för samband mellan upplevd påfrestning av buller och symtom.

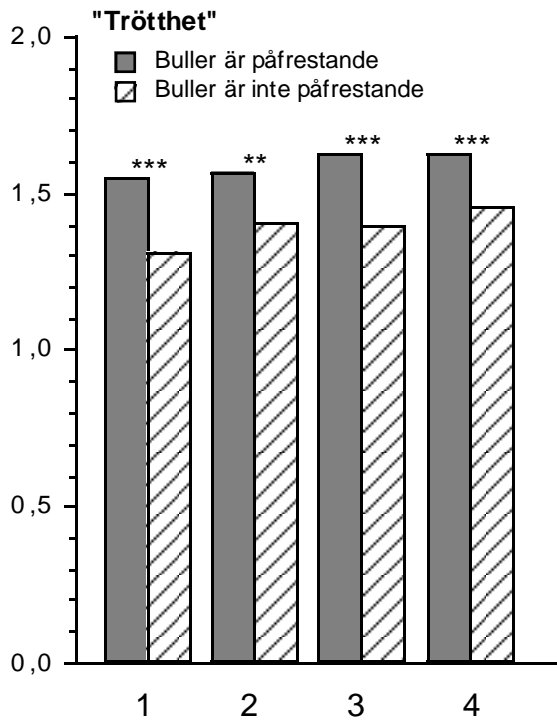
Grupper av symtom och enskilda symtom	Undersökn	Undersökn	Undersökn	Undersökn
	tillfälle 1	tillfälle 2	tillfälle 3	tillfälle 4
	r	r	r	r
Index:				
<i>Trötthet</i>	.30 (.000)	.18 (.000)	.28 (.000)	.25 (.000)
Fysiskt trött på morgonen	.20 (.000)	.14 (.005)	.20 (.000)	.16 (.001)
Fysiskt trött arbetsdagens slut	.26 (.000)	.20 (.000)	.23 (.000)	.25 (.000)
Psykiskt trött på morgonen	.12 (.013)	.11 (.032)	.20 (.000)	.21 (.000)
Psykiskt trött arbetsdagens slut	.21 (.000)	.07 (.137)	.12 (.014)	.13 (.009)
Allmän trötthetskänsla	.16 (.001)	.11 (.020)	.19 (.000)	.14 (.007)
Sömnig under dagen	.17 (.000)	.12 (.015)	.16 (.002)	.13 (.009)
<i>Sömnsvårigheter</i>	.20 (.000)	.11 (.026)	.12 (.020)	.17 (.001)
Svårt att somna in	.17 (.001)	.19 (.054)	.10 (.043)	.11 (.029)
Sover oroligt/orolig sömn	.17 (.000)	.07 (.141)	.12 (.013)	.12 (.024)
Vaknar för tidigt	.15 (.002)	.08 (.113)	.07 (.162)	.11 (.024)
<i>Psykiska symptom</i>	.22 (.000)	.12 (.019)	.25 (.000)	.17 (.001)
Minskat sexuellt intresse	.07 (.169)	.08 (.113)	.09 (.083)	.10 (.051)
Svårt att påbörja ngt, initiativlöshet	.20 (.000)	.09 (.054)	.17 (.001)	.14 (.005)
Svårt att koncentrera sig	.14 (.004)	.12 (.016)	.22 (.000)	.15 (.003)
Ängslig, orolig, rastlös	.10 (.047)	.10 (.050)	.15 (.002)	.14 (.005)
Svårt att minnas, glömsk	.17 (.001)	.06 (.189)	.18 (.000)	.13 (.009)
Nedstämd, ledsen utan anledning	.06 (.190)	.09 (.069)	.13 (.010)	.11 (.027)
Irriterad, lättretlig	.14 (.003)	.13 (.010)	.12 (.015)	.11 (.027)
<i>Händer</i>	.19 (.000)	.17 (.000)	.19 (.000)	.22 (.000)
Värk i händerna	.14 (.004)	.21 (.000)	.20 (.000)	.23 (.000)
Kalla eller svettiga händer	.13 (.008)	.09 (.074)	.15 (.004)	.17 (.001)
Stickningar eller domningar	.12 (.011)	.09 (.076)	.14 (.005)	.09 (.065)
Vita fingrar	.15 (.001)	.09 (.058)	.17 (.001)	.12 (.018)
Fumlighet eller darrningar	.06 (.213)	.12 (.016)	.13 (.009)	.07 (.199)
<i>Huvudvärk</i>	.14 (.003)	.18 (.000)	.13 (.008)	.16 (.002)
Öronbesvär	.16 (.001)	.16 (.001)	.23 (.000)	.23 (.000)
Ont i axlarna	.26 (.000)	.08 (.092)	.11 (.031)	.19 (.000)
"Orolig" mage	.05 (.308)	.00 (.921)	.13 (.009)	.04 (.454)
Hjärtklappning	.03 (.544)	.06 (.186)	.12 (.017)	.12 (.017)

De elarbetare som ofta besvärades av bullret uppgav också att de besvärades av många olika symtom, dvs alla samband var i positiv riktning som framgår av tabellen. Det var endast ett av symtomen, minskat sexuellt intresse, som inte var korrelerat till upplevd påfrestning av buller vid något tillfälle. Liksom när det gällde förekomsten av buller, var det framförallt olika trötthetssymtom som ökade med ökad besvärsgrad av buller. Men även sömnsvårigheter, handbesvär, huvudvärk och öronbesvär ökade ju mer besvärade elarbetarna var av buller. Inget signifikant samband förelåg mellan påfrestning av buller och blodtrycksnivå.

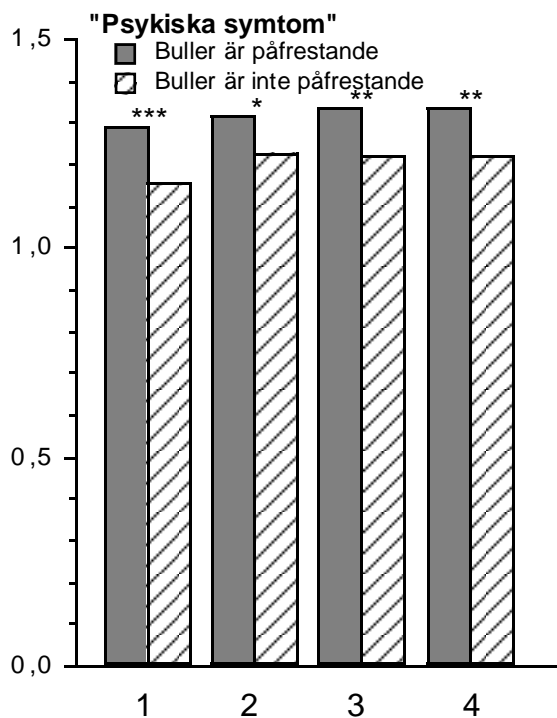
För att tydliggöra sambanden mellan upplevd påfrestning av buller och symtomrapportering delades elarbetarna in i de som upplevde buller som mer respektive mindre påfrestande. Figurerna 6, 7 och 8 visar hur ofta elarbetarna i de två grupperna besvärades av symtomen trötthet, psykologiska symtom och handsymtom. För övriga symtomindex förelåg ingen signifikant skillnad mellan grupperna. Trötthetssymtom, psykiska symtom och handrelaterade symtom var mer frekvent bland de elarbetare som upplevde bullret som påfrestande. Fysiskt trött på morgonen och kvällen, psykiskt trött på morgonen samt en allmän trötthetskänsla var de enskilda trötthetssymtom som angavs oftare i gruppen som upplevde att bullret var påfrestande.

Bland de symtom som ingår i indexet "Händer" var det framförallt värk i händerna samt kalla eller svettiga händer som gruppen "Bullret är påfrestande" oftare besvärades av jämfört med gruppen "Bullret är inte påfrestande".

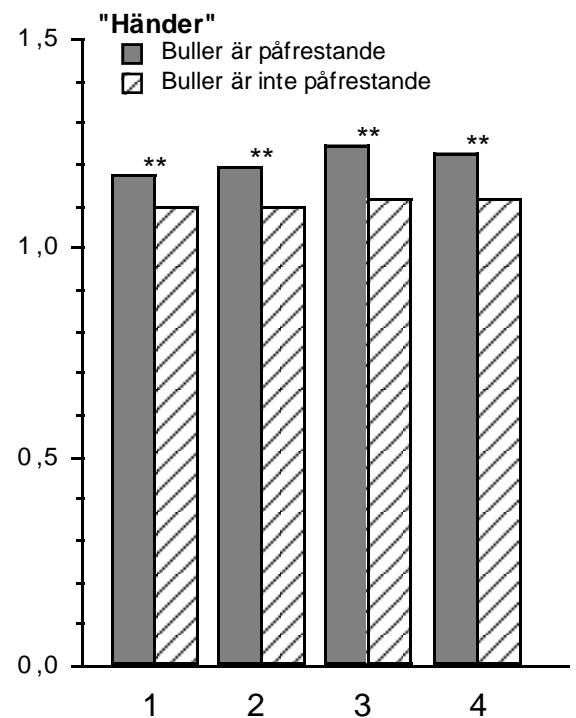
För "Psykiska symtom" förekom i större utsträckning symtomen initiativlöshet och irritation eller lättretlighet i gruppen "Bullret är påfrestande".



Figur 6. Förekomst av trötthetssymtom vid varje undersökningstillfälle för dem som bedömdes vara mer respektive mindre besvärade av buller, tf1: $p < 0.001$, tf2: $p = 0.001$, tf3: $p < 0.001$, tf4: $p = 0.013$ (n=413).



Figur 7. Förekomst av psykiska symtom (index) vid varje undersökningstillfälle för dem som bedömdes vara mer respektive mindre besvärade av buller tf1: $p < 0.001$, tf2: $p = 0.013$, tf3: $p < 0.001$, tf4: $p = 0.017$ (n=413).



Figur 8. Förekomst av besvär relaterade till händerna (index) vid varje undersökningstillfälle för dem som bedömdes vara mer respektive mindre besvärade av buller, tf1: $p = 0.002$, tf2: $p = 0.023$, tf3: $p = 0.064$, tf4: $p = 0.005$ (n=413).

Olycksfall - Samband med hörselstatus och buller

Andel personer som hade råkat ut för olycksfall under undersökningsperioden visas i Tabell 21 för de fyra hörselstatusgrupperna. Fallgruppen och gruppen med en hörselnedsättning redan vid undersökningens början hade råkat ut för signifikant fler olycksfall vid undersökningstillfälle två jämfört med kontrollgruppen och de övriga normalhörande (Chi 2 =3.80, p=.051).

I Tabell 22 redovisas andelen elarbetare som råkat ut för olycksfall i arbetet och hur många av dessa som ofta respektive sällan exponerades för buller samt upplevde bullret som påfrestande respektive inte påfrestande. Vid undersökningstillfälle två och fyra var det en större andel som hade råkat ut för olycksfall bland de som uppgav att buller förekom ofta (tf 2: Chi 2=6.2, p=.012; tf 4: Chi 2=9.1, p=.003).

Tabell 21. Andel elarbetare inom hörselstatusgrupperna som råkat ut för någon typ av olycksfall vid undersökningstillfälle två till fyra.

	Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)	Fallgruppen, med försämrad hörselsstatus (n=81)	Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)	Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)
	% andel i gruppen	% andel i gruppen	% andel i gruppen	% andel i gruppen
Råkat ut för olycksfall				
tf 2	29.1	34.6	20.9	28.8
tf 3	23.0	22.5	18.7	27.5
tf 4	18.2	20.0	18.8	23.5

Tabell 22. Andel elarbetare som råkat ut för olycksfall vid undersöknings-tillfälle två till fyra. Elarbetarna indelades i grupper efter hur ofta buller förekom respektive i vilken grad buller upplevdes som påfrestande.

	<i>Buller förekommer ofta</i>	<i>Buller förekommer sällan</i>	<i>Buller är påfrestande</i>	<i>Buller är inte påfrestande</i>
	% andel i gruppen (n)	% andel i gruppen (n)	% andel i gruppen (n)	% andel i gruppen (n)
Råkat ut för olycksfall				
tf 2	29.5 (88)	17.3 (19)	30.5 (81)	21.6 (25)
tf 3	23.8 (62)	16.8 (22)	26.3 (63)	17.1 (20)
tf 4	24.4 (59)	12.3 (20)	24.7 (54)	17.6 (23)

Diskussion

I föreliggande studie var två av syftena att beskriva hörselutvecklingen och att identifiera exponeringsbetingelser som ledde till de största hörselförsämringarna. Under de nio år som elarbetarna studerades var det en påfallande stor grupp som fick en betydligt större försämring av sin hörsel jämfört med vad man skulle kunna förvänta sig utifrån åldersförändringar. De var nästan 20 % av hela undersökningsgruppen. Försämringar från en hörtröskel på 10 dB vid 4000 Hz då undersökningen började till över 30 dB efter nio år förekom.

Buller är mycket vanligt förekommande, såväl i många elarbetares arbetsmiljö som på deras fritid. Den viktigaste frågan var därför om de hörselförsämringar vi kunde iaktta främst orsakades av bullerexponering i eller utanför arbetet. Uppgifter om fritidsexponering finns för hela undersökningsperioden och det visade sig att fler i fallgruppen och även i gruppen med hörselnedsättningar från början hade utsatts för detonationsskador, skallskador och jakt/skytte än i de normalhörande grupperna. Detta måste ha påverkat hörselstatusen och troligtvis hade en del hörselnedsättning sin förklaring i förhållanden utanför arbetet. Det var exempelvis fler linjearbetare och stationsarbetare som hade jakt som hobby än andra yrkeskategorier och man kan anta att det var ett skäl till att de överrepresenterades i fallgruppen. Hörselskador i den närmaste släkten var främst resultat av bullerexponering vilket kan tolkas antingen som att en del var mer utsatta för buller eller att de var mer känsliga än andra. Inga signifikanta skillnader kunde dock iakttagas mellan grupperna beträffande hörselskador i släkten. Inget tyder alltså på att elarbetarna i fallgruppen skulle ha någon genetiskt grundad överkänslighet.

Det förelåg ett samband mellan resultatet på audiogram och den egna hörseluppfattningen. De elarbetare som hade hörselnedsättningar enligt audiogram var i allmänhet också själva medvetna om dessa. En intressant iakttagelse var att fler i fallgruppen än i kontrollgruppen ansåg sig ha sämre hörsel än jämnåriga redan vid undersökningens början, dvs då de fortfarande enligt audiogrammet hade fullgod hörsel. En förklaring kan vara att man trodde sig ha sämre hörsel på grund av medvetenhet om att man utsattes för buller. En annan är att mätsäkerheten vid undersökning med tonaudiogram kan variera. Den är bland annat beroende av hur väl instrumentet är kalibrerat. Inget tyder dock på att det skulle finnas en systematisk skillnad mellan fall- och kontrollgrupp härvidlag. Annat som kan påverka mätningen är störande omgivningsljud, instruktionen till den undersökta och koncentrationssvårigheter vid mättillfället (14) . Undersökningspersonens "dagsform" kan också påverka, exempelvis tidigare audiometrisk erfarenhet, uppmärksamhet, motivation, förkylning och eventuella droger (17) . Bullerexponering före mätningen borde inte ha påverkat eftersom det hölls under kontroll med hörselskyddsanvändning. Störande omgivningsljud skulle i så fall gälla ljud i mätlokalen eftersom mätningen enligt audiogramenkäten skett i ljudavskärmat rum.

För att jämföra hörselutvecklingen mellan fall- och kontrollgrupp användes hörtröskeln vid 4000 Hz. Det är i allmänhet vid denna frekvens bullerskador först visar sig. Fallgruppen visade en tydlig försämring även i andra frekvenser, speciellt vid 3000 och 6000Hz vilket pekar på att urvalet gjordes på de personer vars hörsel verkligen försämrats.

Hörtröskeln tenderade att vara högre för vänsterörat än för högerörat hos högerhänta i alla hörselstatusgrupper. Att denna sida var mest utsatt kan ha berott på att vänsterörat vanligen riktas mot bullerkällan vid arbete med handhållna verktyg. Många elarbetare hade skytte som hobby vilket kan ge hörselnedsättningar främst på vänsterörat av samma anledning. De vänsterhänta uppvisade inte sämre högeröron.

Vid analys av bullerexponeringen med hjälp av tekniska mätningar framgick att yrkeskategori förklarade mer av variationen i gruppmedelvärdet än en alternativ kategoriindelning där man utgick ifrån av elarbetaren angivna bullerkällor. En exponeringsbedömning grundad på yrkeskategori användes därför i undersökningen.

Fall- och kontrollgrupp skilde sig inte beträffande bullernivåer enligt dagsmedelvärdena som uppskattats utifrån de tekniska mätningarna. Beträffande yrkeskategori visade det sig att linjearbete var överrepresenterat i fallgruppen samt att fler än förväntat arbetade vid station. Arbete på kraftvärmeverk var däremot underrepresenterat i fallgruppen. Linjearbete hade en genomsnittlig bullernivå på 85 dBA. De genomsnittliga bullernivåerna skilde sig inte mellan linjearbete och arbete i kraftvärmeverk och värdena var lägre för linjearbete än för arbete på vattenkraftverk. Linjearbete på kabel och linje inom elverk var en specialgrupp med högre bullernivåer men ingen i fallgruppen tillhörde detta yrke. Att det var fler linjearbetare än andra som fått nedsatt hörsel skulle möjligen kunna förklaras av att de i vissa arbetsuppgifter utsattes för höga bullernivåer under jämförelsevis långa tidsperioder. Vid 14 % av mätdagarna var bullret över 95 dBA så lång tid som 71 minuter i genomsnitt. Dessa höga värden uppmättes vid röjningsarbete av kraftledningsgata med motorsåg. Andra bullerkällor som gav linjearbetarna höga nivåer var träborr, mutterdragare, snöskoter, bergbormaskin, tryckluftskompressor och grävmaskin. De höga värdena uppmättes under relativt kort tid men ska ändå inte underskattas. Det kan vara farligare för hörseln att befinna sig i högre bullernivåer under kortare tid än i något lägre nivåer under längre tid. Exempelvis är 15 minuter i 100 dBA att jämföra med en hel dag i 85 dBA beträffande bullerdos (14). Annat som kan ha bidragit till att linje- och stationsarbetare hamnade i fallgruppen var att jakt var ett vanligt fritidsintresse hos dem. Den allmänna uppfattningen hos skyddsingenjörer i branschen att kraftvärmeverk skulle orsaka hörselnedsättningar på grund av hög jämn bullernivå har inte kunnat bekräftas i föreliggande studie. Få arbetare i kraftvärmeverk hade nämligen haft sådan hörselförändring att de tillhörde fallgruppen. Kanske var det, utöver ovannämnda skillnader mellan lägre och högre ljudnivå naturligt för dem att använda hörselskydd eftersom de vistades i bullret långa perioder.

Hörselskydd användes av ungefär lika stor andel i fall- och kontrollgruppen. Med hänvisning till att fler i fallgruppen var linjearbetare och därmed ofta borde

ha utsatts för starkare buller än kontrollgruppen så borde hörselskyddsanvändningen ha varit mer frekvent i denna grupp. Vid kortvarigt höga bullerexponeringar är det dock inte säkert att elarbetarna ansåg det vara motiverat att hämta och sätta på sig skyddet. Kortvarigt högt buller bör som nämnts inte ignoreras som orsak till hörselnedsättningar. I föreliggande studie utgjorde hörselskyddsanvändningen en felkälla eftersom den uppmätta persondosen då inte stämde överens med vad individens hörsel i praktiken utsattes för.

Fall- och kontrollgrupperna skilde sig inte beträffande den subjektiva bedömningen av arbetsmiljöförhållanden. Fallgruppens hörselnedsättning kunde heller inte förklaras av längre tid i buller än kontrollgruppen räknat i antal dagar per år. Enligt de subjektiva bedömningarna utsattes de nämligen för buller färre antal dagar per år än kontrollgruppen. Vibrationer och en del kemiska ämnen sägs kunna förvärra effekter av buller på hörseln (2). Av sådan belastning var det endast kreosot som fallgruppen utsattes för oftare än kontrollgruppen. Detta beror på att linjearbete, i vilket man ofta klättrar i kreosotimpregnerade stolpar, var överrepresenterat i fallgruppen och har rimligen ingen direkt koppling till hörselnedsättningarna. Interaktionseffekter mellan buller och kreosot är dock inte utrett.

En del i undersökningens sista syfte var att studera i vilken mån besvärsggrad hade betydelse för uppkomsten av eventuella hälsoeffekter av buller. Fallgruppen utsattes inte oftare för buller och inte på högre nivåer än kontrollgruppen generellt. De upplevde dock buller som mer påfrestande och denna effekt ökade över tid. Bland tänkbara orsaker till denna upplevelse kan nämnas att de som har en hörselskada lättare blir störda av buller än andra. De linjearbetare som exponerades för höga bullernivåer vid få tillfällen bidrog kanske till viss del. Även om man inte utsätts för buller ofta så kan det vara mycket besvärande när det förekommer om nivån är hög. Upplevd påfrestning av buller visade starka samband med en stor mängd belastningar och symtom. Detta skulle kunna innebära antingen mycket besvärliga arbetsförhållanden eller en allmän ökad rapportbenägenhet hos vissa individer. Vi vet sedan tidigare att de som utsattes för buller också hade andra belastningar i sitt arbete som till exempel fysiskt krävande arbete, svåra arbetsställningar och exponering för en del kemiska ämnen.

Enskilda symtom som skulle kunna vara effekter av buller studerades. Det enda symtom där fall- och kontrollgruppen skilde sig åt var naturligt nog öronbesvär. Vid jämförelser av symtomindex förelåg inga skillnader mellan fall- och kontrollgrupp. Värt att notera är att en del symtom ökade över tid för båda grupperna. Psykisk trötthet, initiativlöshet och huvudvärk ökade liksom ont i axlarna.

De elarbetare som ofta utsattes för buller hade mer av trötthetssymtom, sömnsvårigheter, psykiska symtom, handbesvär, öronbesvär, ont i axlar, orolig mage och hjärtklappning än de som inte var lika utsatta. De som upplevde mer besvär av bullret än andra hade oftare trötthetssymtom, psykiska symtom och handrelaterade symtom. Hur mycket av symtomen som kunde förklaras av bullret och hur mycket som kunde förklaras av annat som elarbetarna utsattes för i och

utanför arbetet är oklart. Buller och vibrationer brukar till exempel uppträda samtidigt vid arbete med handhållna verktyg och man kan förutsätta att det snarare var vibrationerna än bullret som orsakade handsymtomen.

Fallgruppen och de som hade hörselnedsättningar redan från början tenderade att ha högre blodtryck än kontrollgruppen och de övriga normalhörande. Skillnaden för det systoliska blodtrycket var signifikant vid flera tillfällen men bara vid ett tillfälle för det diastoliska. Enligt tidigare studier kan det diastoliska blodtrycket höjas som en effekt av buller medan det systoliska anses bli opåverkat (1). Inget samband kunde säkerställas mellan blodtryck och förekomst av buller och inte heller mellan blodtryck och upplevd påfrestning av buller. Den hypotes som nämnts tidigare att den subjektiva reaktionen på buller och inte bullret i sig skulle orsaka höjt blodtryck kunde därför inte besvaras i föreliggande studie. Det finns forskning som visar på att råttor med genetiskt betingat förhöjt blodtryck fick mera hörselskador av buller än andra (3). Skillnaderna i blodtryck mellan fall- och kontrollgrupp är dock för små i föreliggande studie för att man skall kunna uttala någon slutsats om att personer med högt blodtryck skulle ha lättare att förvärva hörselskador.

Olycksfall inträffade oftare för dem som utsattes ofta för buller och som tyckte buller var påfrestande än för dem med mindre bullrig arbetsmiljö. Naturligtvis utsattes de med bullrig miljö även för andra typer av belastning och även för olycksfallsrisker. Buller kan följaktligen ha varit en av flera orsaker till olycksfallen. Bullret kan ha distraherat så att elarbetaren inte uppfattade varningssignaler. Trötthet och huvudvärk till följd av bullret kan också ha spelat in som orsak till minskad uppmärksamhet och flera så kallade felhandlingar som kan resultera i olycksfall.

Det förekom tre typer av mått på bullerexponering i studien. Det var den mest objektiva, baserad på tekniska mätningar, den subjektiva där elarbetarna fick svara på hur ofta buller förekom och det var elarbetarnas upplevelse av hur påfrestande buller var. Tekniska mätningar är visserligen objektiva till sin natur men ibland kan dess representativitet ifrågasättas. Det förelåg i vissa fall svårigheter med att bilda grupper av likartat exponerade personer vilket var den fundamentala basen i exponeringsbedömningen. Ett annat problem gällde vilka dagar man mätte på, dvs vilka arbetsuppgifter som utfördes just dessa dagar och vilken elarbetare man lät bära dosimetriutrustningen. Elarbetarna har i vissa fall missuppfattat sin uppgift att bära dosimeter. De har lämnat instrumentet vidare till någon som arbetat i en bullrigare miljö för att få så höga mätvärden som möjligt. Personburen dosimetri innebär också en viss risk att bärarens egen röst påverkar dosen på ett orimligt sätt. Vid orimliga värden, vilket var ovanligt, har kontakt tagits med bäraren som fått förklara händelsen. Enstaka extremnivåer kan ha påverkat medelvärdena. För elreparatörer vid kraftvärmeverk sjönk det genomsnittliga dagsmedelvärdet till exempel fem dBA om de två högsta gruppmedelvärdena uteslöts. Bullret varierade också mellan olika anläggningar. Sådana skillnader kan göra resultaten från sambandsanalyser mellan buller utifrån de tekniska mätningarna i olika yrkeskategorier och hörsel mindre tillförlitliga.

I denna undersökning kan förekomst av buller för de olika individerna bara bedömas subjektivt och det är bara individen personligen som har en klar uppfattning om hur just han exponerats. Samtidigt är det rent praktiskt svårt att samla in tekniska mätningar på var och en med dosimeter vid alla förekommande arbetsuppgifter. I första hand gäller detta för linjearbete med både varierande arbetsuppgifter och arbetsplatser. Problemen men de tekniska mätningarna gör att de inte självklart fungerar mer tillförlitligt än de subjektiva.

Hur ofta arbetsmiljöbelastningar förekom enligt elarbetarna hade genomgående starka samband med hur besvärade man upplevde dem. Besvärsgraden av bland annat buller och vibrationer gav dessutom starkare samband med de flesta symtom än vad förekomsten av desamma gjorde. Detta är naturligt eftersom förekomst i första hand är ett dosmått medan besvärsgraden främst kan ses som ett effektmått. Upplevd påfrestning synes vara en säkrare prediktor för utvecklandet av symtom än vad förekomsten av belastning är.

Sammanfattningsvis kan följande konstateras:

Hörseln hade försämrats betydligt mer än den naturliga åldersförsämringen hos en stor grupp elarbetare under de studerade nio åren.

De största hörsselförsämringarna tycktes uppstå hos personer i linjearbete. De var överrepresenterade i fallgruppen. Hörselnedsättningarna skulle bland annat kunna relateras till högre bullernivåer korta stunder vid linjearbete. Fler än förväntat arbetade också vid station, vilket var något förvånande eftersom de inte ansågs högexponerade. Fritidsbuller kan ha spelat en viss roll. De som hade hörselnedsättningar var mer besvärade av buller än de normalhörande.

Bullerexponeringen var enligt både tekniska mätningar och subjektiva bedömningar likartad mellan de studerade yrkeskategorierna. Den genomsnittliga bullernivån var likartad för alla utom för station/ställverk som hade lägre nivå och Kabel- och linje inom elverk som hade högre. Kortare perioder av högre ljudnivåer förekom dock, främst i linjearbetarnas arbetsmiljö. Viktiga bullerkällor var motorsåg, trä- och bergborr, mutterdragare, snöskoter, tryckluftskompressor och grävmaskin.

De enda symtom som skilde fall- och kontrollgrupp åt var att fallgruppen rapporterade mer öronbesvär än kontrollgruppen. Vid analys av förekomst av buller och symtom visade de flesta studerade symtom samband med bullerförekomst. Ännu starkare samband erhöles mellan symtomen och upplevd påfrestning av bullret.

När arbetsplatser och arbetsuppgifter varierar som exempelvis för linjearbete är det svårt att mäta bullret tillfredsställande. Nivåerna var dock klart över gränsvärdena vid flera tillfällen vilket borde föranleda åtgärder i kraftindustrin. En viktig felkälla i vårt material är hörselskyddsanvändning.

Det har i föreliggande studie inte varit möjligt att avgöra om det är just buller som orsakat de symtom vi funnit. Vi kan exempelvis inte avgöra om skador förvärrats av kemiska ämnen eller vibrationer. Detta beror bland annat på att en stor del av variablernas variation är samma för flera belastningar.

Sammanfattning

Buller - exponering och hälsoeffekter inom kraftindustrin. Rose-Marie Högström, Maria Tesarz, Tomas Lindh, Francesco Gamberale, Anders Kjellberg. *Arbete och Hälsa* 1997:12.

Buller visade sig vara det mest utbredda arbetsmiljöproblemet enligt elarbetarnas subjektiva bedömning i Elmiljöundersökningen. I en fall- kontrollstudie jämfördes en grupp elarbetare vars hörsel försämrats över undersökningsperioden med en normalhörande grupp. Linjearbete och stationsarbete var överrepresenterat i fallgruppen. Inom linjearbete förekom korta perioder med höga ljudnivåer vilket kan ha orsakat hörselnedsättningar. Viktiga bullerkällor var motorsåg, borr, mutterdragare, snöskoter, tryckluftskompressor och grävmaskin. Fritidsbuller kan också ha bidragit till hörselnedsättningarna.

Fallgruppen upplevde buller som mer påfrestande än kontrollgruppen, vilket ökade över tid.

De enda symtom som skilde fall- och kontrollgrupp var att fallgruppen rapporterade mer öronbesvär än kontrollgruppen. De flesta studerade symtom visade samband med bullerförekomst och påfrestning av buller.

När arbetsplatser och arbetsuppgifter varierar är det svårt att mäta bullret tillfredsställande. Interkorrelationer mellan variabler gjorde det också svårt att avgöra om det var buller som orsakat de symtom som uppkom. En genomgående felkälla var hörselskyddsanvändning.

Nyckelord: Audiometri, buller, bullereffekter, dosimeter, hälsa, hörselskador, kraftindustri, subjektiv symtomatologi.

Summary

Noise - Exposure and Health Effects in the Power Industry. Rose-Marie Högström, Maria Tesarz, Tomas Lindh, Francesco Gamberale, Anders Kjellberg. *Arbete och Hälsa* 1997:12.

In the Elmiljö investigation noise turned out to be the most common work load in the power industry. In a case- controlstudy a cohort employees who developed a hearing impairment during the studied period were compared to a controlgroup without hearing impairment. Linemen and substation workers were overrepresented in the casegroup. The linemen were exposed to short periods of noise at high levels which can have caused the hearing impairment. The main sources of the noise were power saw, drill, snowscooter, aircompressor and excavator. Noise in leisure time could have contributed to the hearing impairments.

The noise was considered as more annoying by the casegroup than by the controlgroup and this difference increased during the studied period. The only symptoms that differed between the groups was earproblems which were more common in the case group. The majority of the symptoms studied was related to how often the noise exposure occurred and to the feeling of annoyance.

When the workplaces and the worktasks vary it was not possible to measure the noise exposure satisfactory. Intercorrelations between variables made it difficult to decide whether noise or other workloads caused the occurring symptoms. A general source of uncertainty was the use of hearing protectors.

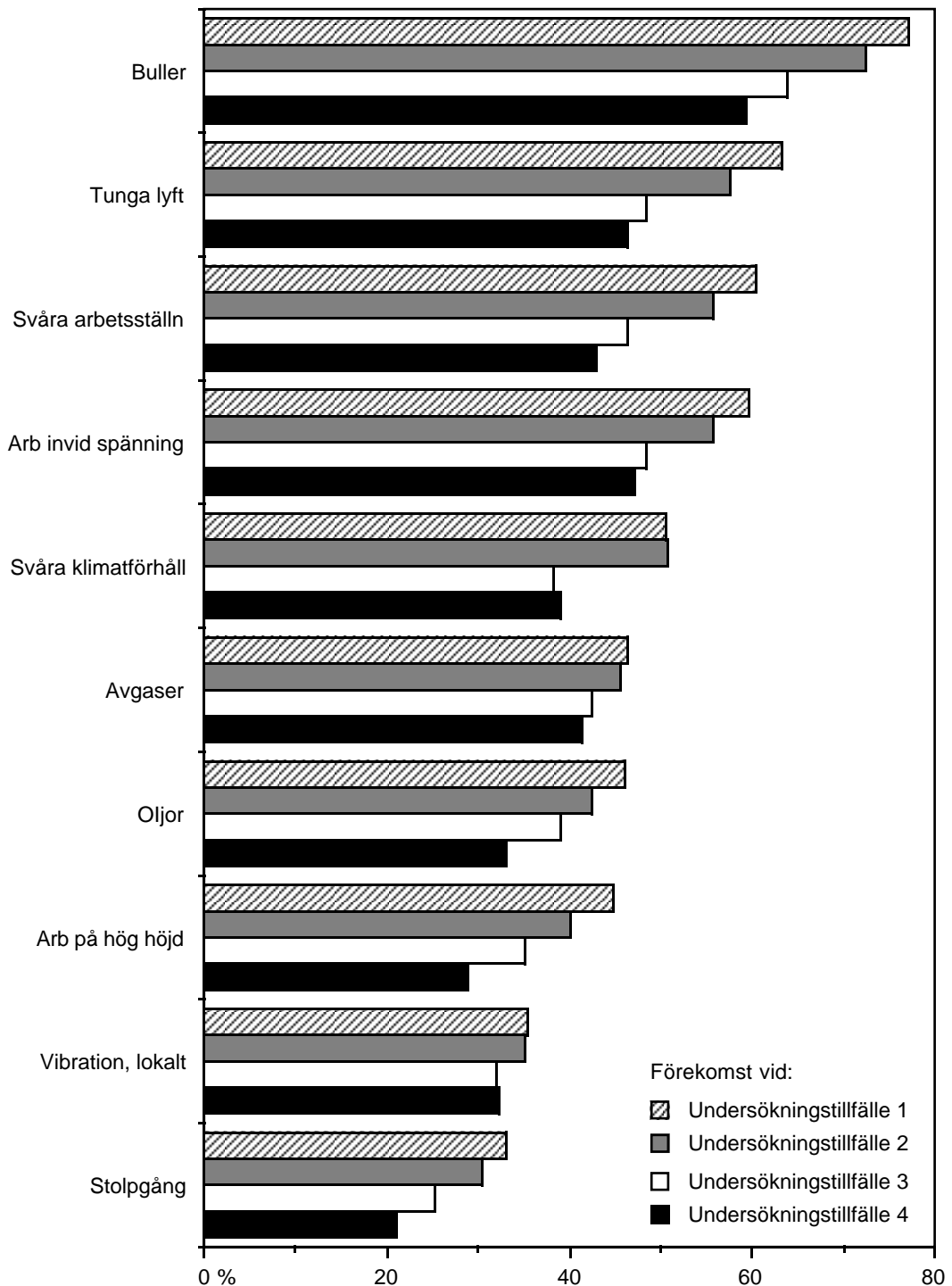
Key words: Audiometri, dosimeter, electric power industry, health effects, hearing damage, noise, subjective symptomatology.

Referenser

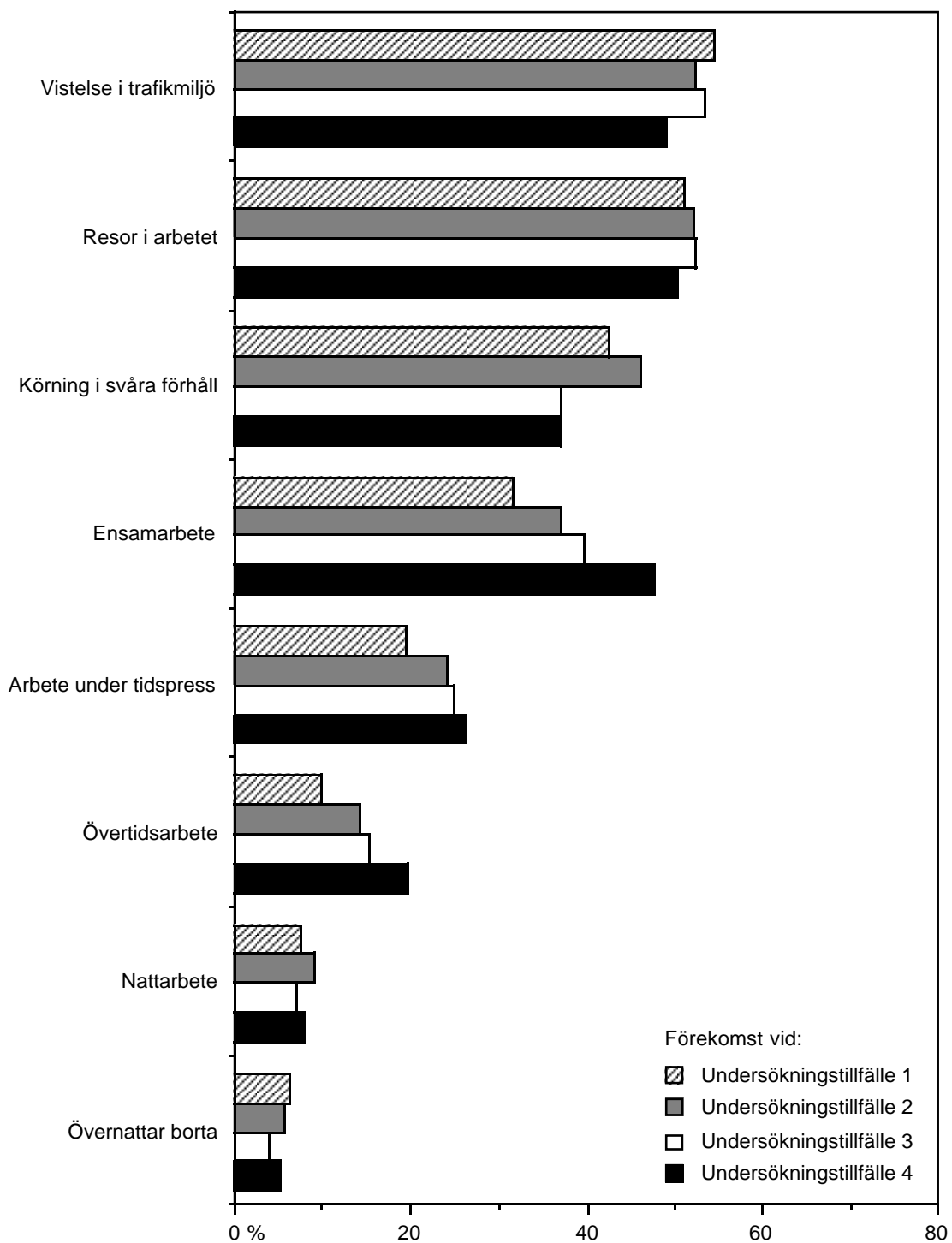
1. Andrén L HL, Björkman M, Jonsson A, Borg K O. Hemodynamic and hormonal changes induced by noise. *Acta Med Scand* 1978;1:13-18.
2. Boettcher FA, Henderson D, Gratton MA, Byrne C, Bancroft B. Recent advances in the understanding of noise interactions. *Archives of Complex Environmental Studies I* 1989:15–21.
3. Borg E. Noise-induced hearing loss in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Hearing Research* 1982:117-130.
4. Dallner-Örelius M Högström R-M, Gamberale F, Knave B och Törnqvist S. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 7: Redovisning av muskuloskeletal besvär vid första undersökningstillfället*. Arbetsmiljöinstitutet, Solna 1990 (Undersökningsrapport 1990:7).
5. Gamberale F Hallne U, Högström R-M, Knave B, Menckel E, och Törnqvist S. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 1: En introduktion till ELMILJÖ-undersökningen*. Arbetarskyddsstyrelsen, Solna 1984 (Undersökningsrapport 1984:25).
6. Gamberale F, Knave B, Menckel E, och Törnqvist S. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 2: Arbetsuppgifter och arbetsmiljö*. Arbetarskyddsstyrelsen, Solna 1984 (Undersökningsrapport 1984:26).
7. Högström R-M, Gamberale F, Tesarz M. *Elarbetares bedömning av arbetsförhållanden och hälsa vid fyra tillfällen - en metodbeskrivning*. Arbetslivsinstitutet 1995 (Undersökningsrapport 1995:24).
8. Högström R-M Gamberale F, Knave B, Törnqvist S. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 4: De anställdas bedömning av sin arbetsmiljö*. Arbetsmiljöinstitutet 1988 (Undersökningsrapport 1988:6).
9. Högström R-M Gamberale F. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 8: Rapporterade effekter av belastning i arbetsmiljön*. Arbetsmiljöinstitutet, Solna (Undersökningsrapport 1990:14).
10. Högström R-M Gamberale F, Knave B och Törnqvist S. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 10: De anställdas bedömning av arbetsförhållanden och hälsa vid treårsuppföljningen*. Arbetsmiljöinstitutet, Solna (Undersökningsrapport 1992:6).
11. Kjellberg A, Sköldström B, Andersson P, Lindberg L. Fatigue effects of noise among airplane mechanics. *Work and Stress* 1996:62–71.
12. Kleinbaum DG, Kupper LL. *Applied regression analysis and other multivariable methods*. Boston, Massachusetts: Duxbury Press, 1978.
13. Kryter KD. *The effects of noise on man*. New York: Academic Press, 1985.
14. Lidén G, red. *Audiologi*. Stockholm: Almqvist & Wiksell Förlag AB, 1985.
15. McDonald M, Ronayne T. Jobs and their environment: the psychological impact of work in noise. *Irish Journal of Psychology* 1989;10:39-55.
16. Melamed S, & Bruhis, S. The effects of chronic noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1996:252-256.
17. Morill J. Hearing measurement. In: Berger EH Ward WD, Morill JC, Royster LH, eds. *Noise and hearing conservation manual*. Akron: American Industrial Hygiene Association, 1986.
18. Philips C, Hunter M. Pain behaviour in headache sufferers. *Behaviour Analysis and Modification* 1981;4:257-266.
19. Sloan RP. Cardiovascular effects of noise. In : Fay TH, Eds. *Noise & health*. New York: The New York Academy of Medicine, 1991:15–26.

20. Statistiska centralbyrån. *Sysselsättning, arbetstider och arbetsmiljö 1986–87*. Stockholm: Sveriges officiella statistik, SCB, 1991.
21. Statistiska centralbyrån. *Arbetsjukdomar och arbetsolyckor 1993*. Stockholm: Sveriges officiella statistik, SCB, 1995.
22. Törnqvist S Gamberale F, Högström R-M och Knave B. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 3. Hälsotillståndet hos nyanställda*. Arbetsmiljöinstitutet, Solna, 1988 (Undersökningsrapport 1988:2).
23. Törnqvist S Gamberale F, Högström R-M och Knave B. *Hälsorisker i arbete vid elproduktion och eldistribution. Delrapport 11: Hälsotillståndet tre år efter nyanställningen*. Arbetsmiljöinstitutet, Solna, 1992 (Undersökningsrapport 1992:22).
24. van Dijk FJH. Epidemiological research on non-auditory effects of occupational noise exposure since 1983. In: Berglund B, Lindvall T, eds. *Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. Stockholm: Swedish Council for Building Research, 1990: 285-292.
25. Wilkins P A Acton W I. Noise and accidents - a review. *Annals of Occupational Hygiene* 1982:249-260.
26. Öhrström E, Björkman M, Rylander R. Subjective evaluation of work environment with special reference to noise. *Journal of Sound and Vibration* 1979;65:241-249. Även i avh Öhrström, 1982.

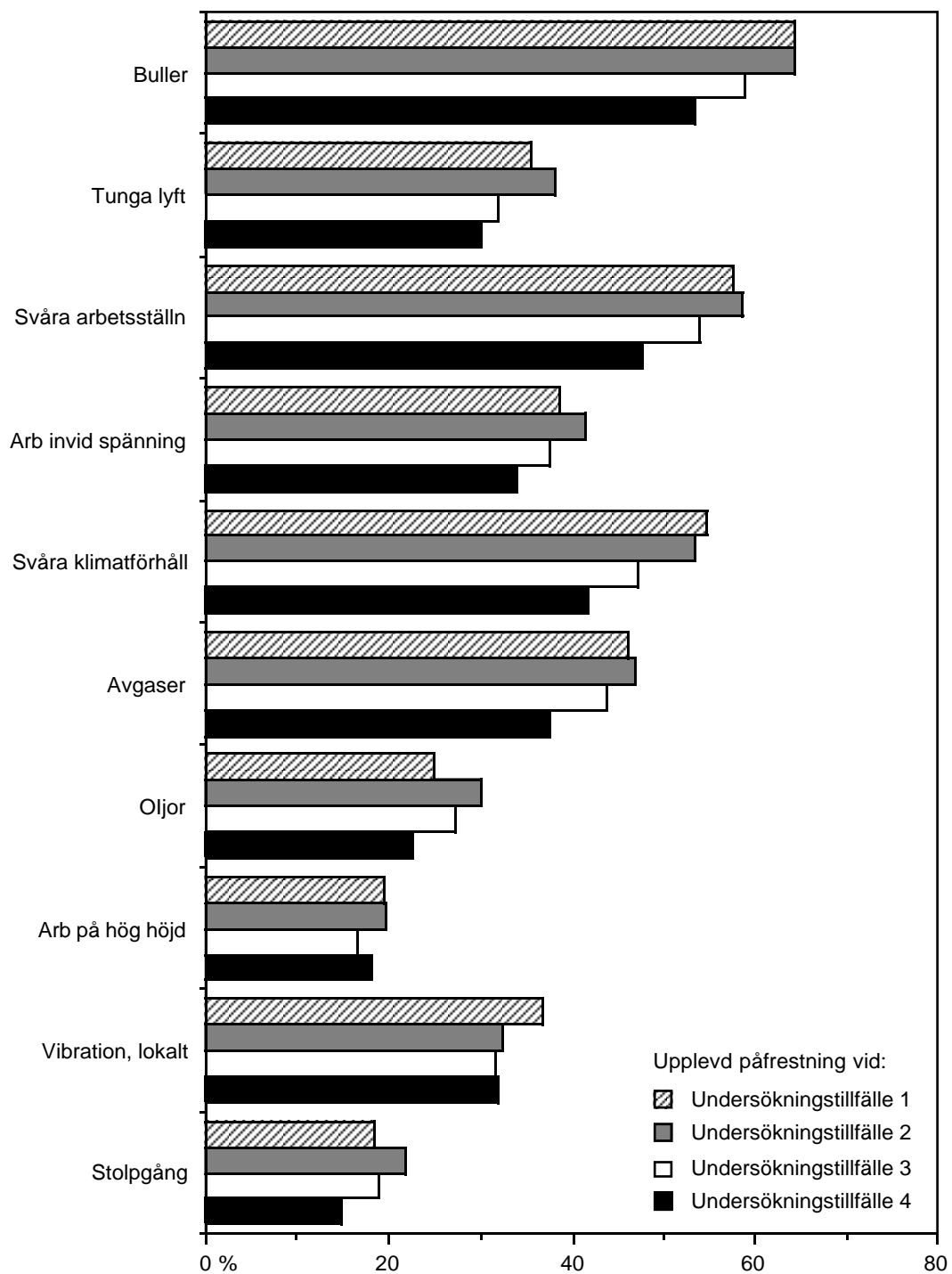
Bilaga 1



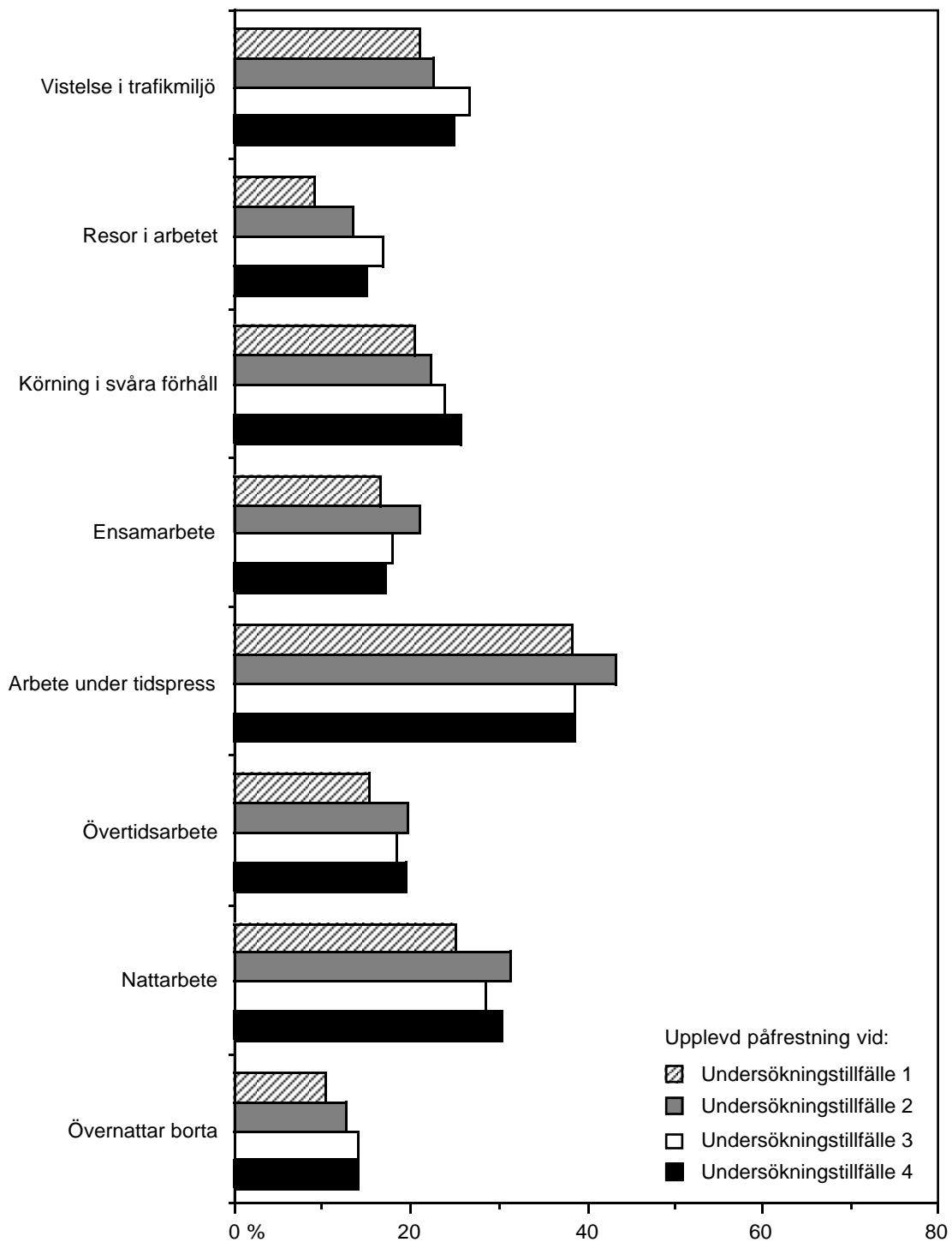
Figur 1. Andel elarbetare som angav förekomst av fysiska arbetsmiljöfaktorer *varje vecka* vid de fyra undersökningstillfällena (n=413). Figuren visar de oftast förekommande faktorerna.



Figur 2. Andel elarbetare som angav förekomst av belastningar av organisatoriska arbetsmiljöförhållanden *varje vecka* vid de fyra undersökningstillfällena (n=413).



Figur 3. Andel elarbetare som upplevde de fysiska arbetsmiljöfaktorerna som *påfrestande* vid de fyra undersökningstillfällena (n=413). Figuren visar de oftast förekommande faktorerna.



Figur 4. Andel elarbetare som upplevde de organisatoriska arbetsmiljöförhållandena som *påfrestande* vid de fyra undersökningstillfällena (n=413).

Bilaga 2

Tabell 1. Genomsnittlig hörtröskel på höger och vänster öra för de olika hörselstatusgrupperna vid fyra undersökningstillfällen.

Tonaudiometri	Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)		Fallgruppen, med försämrad hörselsstatus (n=81)		Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)		Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)	
	höger öra, dB	vänster öra, dB	höger öra, dB	vänster öra, dB	höger öra, dB	vänster öra, dB	höger öra, dB	vänster öra, dB
500 Hz, tf1	9.3	9.3	6.5	5.9	8.0	8.1	12.1	12.0
500 Hz, tf2	7.3	6.5	7.9	7.5	6.7	6.8	10.8	10.4
500 Hz, tf3	5.8	6.6	8.4	7.9	5.7	6.0	9.8	9.8
500 Hz, tf4	7.1	7.0	9.2	8.5	5.8	6.2	10.1	9.2
1000 Hz, tf1	8.9	8.8	5.8	6.1	7.8	7.5	11.3	11.6
1000 Hz, tf2	6.8	5.3	6.9	7.3	6.1	6.1	10.2	11.2
1000 Hz, tf3	5.6	5.3	7.9	7.7	5.3	5.8	9.3	10.5
1000 Hz, tf4	6.4	6.3	9.6	8.8	5.7	5.7	9.6	10.4
2000 Hz, tf1	9.0	8.9	5.3	5.8	7.3	7.8	12.8	13.3
2000 Hz, tf2	6.6	5.9	7.1	8.1	5.9	6.2	12.1	13.4
2000 Hz, tf3	5.7	5.1	7.1	8.4	5.0	6.0	11.6	13.3
2000 Hz, tf4	6.2	5.8	9.6	9.8	4.8	5.4	12.2	14.9
3000 Hz, tf1	9.0	9.3	9.9	8.8	7.4	7.6	19.4	23.2
3000 Hz, tf2	6.1	7.2	13.1	12.6	6.0	6.7	18.8	22.2
3000 Hz, tf3	5.2	7.1	14.1	14.1	5.3	6.1	20.6	25.3
3000 Hz, tf4	5.8	7.4	16.8	17.7	5.0	6.4	22.0	26.9
4000 Hz, tf1	10.1	11.0	13.0	14.0	8.5	9.0	26.9	31.6
4000 Hz, tf2	8.2	9.0	18.5	20.5	7.8	8.5	27.3	31.0
4000 Hz, tf3	9.3	10.9	22.3	24.1	7.9	9.6	28.0	32.6
4000 Hz, tf4	8.1	11.1	27.5	28.1	8.1	9.6	30.7	34.1
6000 Hz, tf1	15.0	16.0	15.1	18.7	10.0	10.3	20.1	27.7
6000 Hz, tf2	14.5	15.0	21.0	20.1	9.2	10.3	21.4	29.1
6000 Hz, tf3	13.2	16.2	24.4	24.1	10.3	12.0	23.1	32.2
6000 Hz, tf4	13.6	17.6	26.9	28.5	11.9	11.9	28.7	33.5

Bilaga 3

Tabell 2. Genomsnittligt systoliskt och diastoliskt blodtryck vid fyra undersökningstillfällen i hörselstatusgrupperna.

Blodtryck (mmHg)	Kontrollgruppen, normalhörande (n=81)				Fallgruppen, med försämrad hörselsstatus (n=81)			
	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4
Systoliskt	121.8	119.7	122.3	122.3	124.6	123.8	123.1	125.1
Diastoliskt	75.7	75.9	75.7	75.7	76.0	78.5	77.4	76.9
	Normalhörande vid tf 1 och oförändrad hörselstatus, ej åldersmatchad (n=198)				Hörselnedsättning vid tf 1 och oförändrad hörselstatus (n=53)			
	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4	tf 1	tf 2	tf 3	tf 4
Systoliskt	123.9	120.4	121.1	122.9	126.2	123.6	126.8	125.4
Diastoliskt	74.0	74.8	74.9	75.7	75.8	75.9	78.6	76.6