

Hälsorisker, prevention och rehabilitering i gummiindustrin

Slutrapport 2003-03-06

Istvan Balogh, Ulf Bergendorf, Lars Hagmar, Gert Åke Hansson,
Bo Jönsson, Christian Lindh, Margareta Littorin, Catarina Nordander,
Kerstina Ohlsson.

Avdelningen för yrkes- och miljömedicin, Universitetssjukhuset, 221 85 Lund

www.ymed.lu.se

1. BAKGRUND	4
2. KEMISK EXPONERING I GUMMIINDUSTRIN	4
2.1. Inledning	4
2.2. Metoder	5
2.2.1. Företag	5
2.2.2. Arbetare och prover	6
2.2.3. Uppsamling och analys av nitrosaminer i luft	6
2.2.4. Uppsamling och analys av toluen och bensen i luft	9
2.2.5. Respirabelt damm	9
2.2.6. Uppsamling och analys av aldehyder i luft	9
2.2.7. Analys av 1-Hydroxypyrene(1-HP) i urin	9
2.2.8. Analys av anilin i urin	10
2.2.9. Analys av ftalsyra (FA) och tiotiazolidin-2-karboxylsyra (TTCA)	10
2.2.10. Statistik	10
2.3. Resultat	12
2.4. Diskussion	15
2.5. Fortsatta studier	18
3. RISKER FÖR CANCER, ÖKAD DÖDLIGHET OCH REPRODUKTIV OHÄLSA BLAND GUMMIARBETARE	20
3.1. Introduktion	20
3.2. Metoder	20
3.2.1. Kohort av anställda i svensk gummiindustri	20
3.2.2. Jämförelsekohort	21
3.2.3. Cancerincidens och dödsorsaksmönster	21
3.2.4. Reproduktionsepidemiologi	22
3.3. Resultat	22
3.4. Diskussion	23
3.5. Planerade fortsatta studier	24
3.5.1. Cancer och dödlighet	24
3.5.2. Fortsatta studier av reproduktiv hälsa	24
4. LUFTVÄGS- OCH HUDSJUKDOM I GUMMIINDUSTRIN	27
4.1. Introduktion	27
4.2. Material och metoder	27
4.3. Resultat	29
4.4. Diskussion	31
4.5. Fortsatta studier	32
5. FYSISK BELASTNING OCH BELASTNINGSRELATERAD SJUKDOM INOM GUMMIINDUSTRIN	35
5.1. Bakgrund	35
5.2. Undersökta personer	35
5.3. Metoder	36
5.3.1. Muskuloskeletal sjuklighet och psykosocial arbetsmiljö	36
5.3.2. Fysisk exponering	36
5.4. Resultat	39
5.4.1. Blandningsarbete	39
5.4.1.1 Fysisk exponering	39

5.4.1.3. Muskuloskeletal sjuklighet.	45
5.4.2. Maskinoperatörsarbete och efterbearbetning	48
5.4.2.1 Fysisk exponering	48
5.4.2.2. Psykosocial arbetsmiljö	49
5.4.2.3. Muskuloskeletal sjuklighet	50
5.5. Diskussion	51
5.6. Förslag till åtgärdsarbete	53
5.7. Fortsatt forskning och utveckling	53
6. REFERENSER	54

1. BAKGRUND

I gummiindustrin finns en rad arbetsmiljörisker. Arbetarna exponeras för hundratals ämnen, varav många kan ge upphov till sjukdomar som cancer, luftvägsjukdomar, hjärtkärl- och nervsjukdomar. Det är omöjligt att övervaka exponeringen genom att mäta alla kemiska ämnen som förekommer i gummiindustrin. Tidigare har man mätt lufthalter av damm samt den cyklohexanextraherbara fraktionen i gummiröken som mått på fettlösliga kemikalier. Även kvarts, asbest, lösningsmedel, nitrosaminer har mätts men systematiska kartläggningar av specifika ämnen saknas i stort sett och endast enstaka tillämpning av biologiska markörer finns beskrivet. Det finns ett stort behov av goda metoder för exponeringsövervakning och av systematisk kartläggning.

Arbete i gummiindustri har enligt publicerade data visat sig öka risken för vissa cancertyper. Dit hör tumörer i urinblåsa, lunga, struphuvud, matstrupe samt leukemi. Gummiindustriarbetare har också haft en ökad risk för hjärt-kärl-sjukdom. Det är viktigt med en aktuell genomgång av tumörsjuklighet och dödsorsaker. Många gummikemikaliers skadliga egenskaper innebär också att effekter på fortplantningen bör undersökas. Endast fåtal mindre sådana studier har tidigare gjorts.

Flera yrkesgrupper från gummiindustrin, till exempel vulkaniserare och blandare, har haft en ökad risk för allergier och för luftvägssjukdom som kronisk bronkit, emfysem och astma. Det finns rapporter om sänkt lungfunktion och om symtom från ögon och luftvägar. Rökning kan verka synergistiskt och bör studeras. Det finns många kemikalier i gummiindustrin som är kända för att kunna ge kontaktallergi.

Flera arbetsuppgifter i gummiindustrin är belastande för muskler och leder. Det gäller såväl tunga lyft och besvärliga kroppsställningar som ensidiga, ofta upprepade arbetsmoment. Det är väl känt från andra verksamheter att sådana arbeten medför risk för belastningssjukdomar.

Tidigare studier i gummiindustrin har främst omfattat män. Det angeläget att kunskapen om kvinnors sjuklighet i denna industri också beskrives.

I syfte att uppdatera kunskapsläget om sjuklighet och risk i aktuell gummiindustrimiljö har Avdelningen för yrkes- och miljömedicinska i Lund genomfört ett större forskningsprojekt som nu löpt under tre år. Projektet initierades av ALMEGA, Industrifacket och Gummibranschens förening för miljöfrågor (GFFM) och har finansierats av AFA. Ola Hjalmarson, Allmänna IndustriGruppen, och Kenneth Strandh, Industrifacket, har tillsammans med en referentgrupp ansvarat för projektet.

2. KEMISK EXPONERING I GUMMIINDUSTRIN

2.1. Inledning

Exponeringen i gummiindustrin är mycket komplex och arbetarna utsätts för många kemikalier med hög giftighet. Det är naturligtvis omöjligt att mäta halterna av alla dessa enskilda kemikalier. Olika strategier har därför traditionellt använts för att kartlägga exponeringen i gummiindustrin. En strategi har varit att mäta luftburna

partiklar och cyklohexanextraherbar fraktion i gummirök. Denna metod har främst använts i Holland (Vermeulen et al. 2000) och Storbritannien (Dost et al. 2000). Metoden ger ett mått på den sammanlagda exponeringen men skiljer inte mellan exponeringen för kemikalier med olika giftighet.

I Tyskland har en helt annan strategi använts. Här har man i stället analyserat en specifik ämnesgrupp som ett mått på giftigheten av de kemikalier som finns i gummiindustrin, nämligen nitrosaminer som är kända cancerframkallande kemikalier (Straif et al. 2000). Denna metod är således specifik för en grupp av mycket giftiga ämnen men ger inget mått på andra giftiga ämnen. För att kunna utvärdera eventuella hälsorisker i gummiindustrin krävs dock tillgång till goda exponeringsuppgifter för flera giftiga ämnen eller ämnesgrupper.

Målsättningen med detta delprojekt vara dels att ta fram nya markörer för exponeringen i gummiindustrin och dels att använda dessa för att kartlägga den kemiska exponeringen i den svenska gummiindustrin. Även traditionella exponeringsmarkörer har använts.

2.2. Metoder

2.2.1. Företag

På de flesta företag är en stor del av de tillverkade produkterna av EPDM-gummi, men även nitrilgummi, kloroprenogummi, butylgummi med flera kvaliteter eller kombinationer av dessa förekommer. Svavelvulkning är klart vanligast för dessa gummityper, men på flera företag tillverkas enstaka produkter med peroxidvulkning. Dessa förhållanden gäller om inget annat specificeras nedan. Silikongummi vulkas däremot normalt med peroxid. På fristående pressar tillverkas diverse gummidetaljer, packningar med mera. På saltbads-, mikrovågs-, fluid-bed- och varmluftslinjer tillverkas kontinuerligt lister, profiler med mera, vilka sedan upprullas eller kapas och eventuellt efterbearbetas.

Företag A har två produktionsavdelningar. På avd 1 finns ett större antal enskilda pressar av olika storlek med i huvudsak peroxidvulkning. Här finns också efterhärdningsugnar. På underavd 1a vulkas material av speciell sammansättning. Avd 2 finns i annan byggnad. Denna avdelning rymmer kontinuerliga vulkningslinjer med varmluft och saltbad. I denna byggnad finns också företagets blandningsavdelning.

Företag B har kontinuerlig strängsprutning i mikrovågs- och saltbadslinjer. Även ångvulkning förekommer. Det finns dessutom ett antal fristående skarvpressar.

Företag C är organiserat i två avdelningar. Avd 1 har produktion av latexprodukter med egen blandningsavdelning. En underavdelning tillverkar silikonprodukter för medicinsk utrustning i separat renrum. Avd 2 har ett antal fristående pressar av olika storlek och typ. Flera underavdelningar med olika produktionsinriktning finns.

Företag D har tillverkning av extruderad slang genom ångvulkning i autoklav.

Företag E har ett flertal saltbadslinjer och en varmluftslinje i en större produktionshall. I anslutning till detta ligger ett rum där efterbearbetning av produkter sker. En separat varmluftslinje för silikonprodukter finns i annan byggnad.

Företag F tillverkar produkter av gummi i kombination med metall. På en avdelning förbehandlas metallen. Pressning sker sedan i olika typer av pressar. Pressarna är organiserade i tre underavdelningar.

Företag G har ett flertal fabriker. Mätningar har gjorts på tre enheter. Fabrik 1 tillverkar sk spengummi till mjölkkningsmaskiner. Fabrik 2 tillverkar olika typer av tekniska laminat i ett antal stora automatiska vulkmaskiner. Fabrik 3 tillverkar tunga däck.

Företag H består av två helt separata fabriker. Fabrik 1 rymmer en blandningsavdelning samt några saltbadslinjer. Fabrik 2 rymmer en stor hall med saltbadslinjer och en angränsande hall med fluid-bed och mikrovågslinjer. I fabrik 2 finns dessutom en avdelning för tillverkning av gummiduk som eftervulkas i ånga i en stor autoklav.

Företag I har ett större antal kompressions- och injektionspressar.

Företag J har ett antal fristående pressar av olika dimensioner. Eftervulkning av vissa detaljer sker i hetluftsgagnar.

2.2.2. Arbetare och prover

I projektet har urinprover samlats från 180 arbetare från 10 olika gummiföretag och från 120 oexponerade kontrollpersoner som arbetade med montering av armatur, som brevbärare och varuhusarbetare samt inom livsmedelsbranschen. Urinen samlades under de fyra sista timmarna av arbetsskiftet. Från 42 av gummiarbetarna samlades urin vid två olika tillfällen. När det gäller nitrosaminer och lösningsmedel samlades 98 personburna luftprover. För nitrosaminerna samlades dessutom 20 stationära prover på två företag. Dessa samlades parallellt, två och två, och hälften av dessa analyserades med vår nyutvecklade metod medan de andra skickades till ett kommersiellt laboratorium för nitrosaminanalyser (ISCONLAB, Heidelberg). Respirabelt damm samlades från 41 arbetare medan aldehyder samlades från 20 arbetare.

2.2.3. Uppsamling och analys av nitrosaminer i luft

Proven samlades på Thermosorb/N adsorptionsrör, flödet var 1,5 l/min och uppsamlingstiden 3 timmar per arbetsskift. Vi analysen tillsattes 50 µl av en 25 µg/ml deuteriummärkt N-nitrosodimetylaminlösning i metanol till varje provtagare. Efter att provtagaren torkats genom att luft pumpades genom denna eluerades nitrosaminerna med 2,0 ml metanol. Eventuell fällning centrifugerades bort. Analyserna utfördes med vätskekromatografi tandem masspektrometri (LC-MS-MS; API 3000, Applied Biosystems) med atmospheric pressure chemical ionisation (APCI) jonkälla vid 450°C.

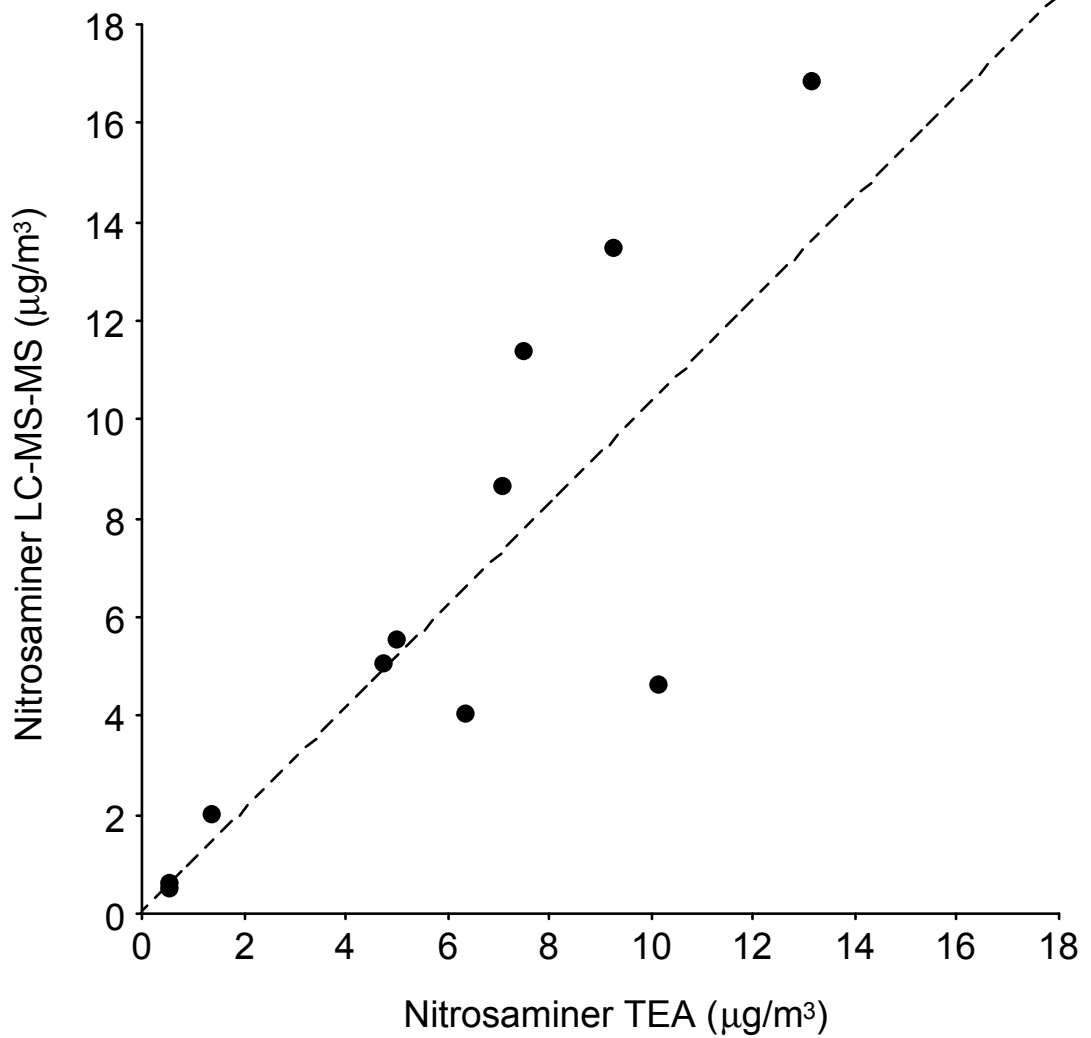
Kolonnen var en C-18 (50 × 4,6 mm) från Vydac. Injektionsvolumen var 10 µl. Mobilfas var (A) 10 mM ammoniumacetat och (B) metanol. LC programmet var en gradient från 30 till 100% B under 4 minuter. Flödet var 0,8 ml/min. Mätta fragment, retentionstider, kollisionsenergierna (CE) deklustering potentialerna (DP) samt detektionsgränserna för de olika nitrosaminerna finns i **Tabell 1**. Det fanns en stor överensstämmelse mellan halterna av nitrosaminer bestämda med vår nyutvecklade LC-MS-MS metod och den traditionella termoenergianalysatorn som används vid ISCONLAB (**Figur 1**).

Tabell 1. Fragment använda vid analysen, retentionstid (RT), kollisionsenergi (CE), deklustering potential (DP) samt detektionsgräns (DG) för olika nitrosaminer.

Nitrosamin	Fragment	RT (min)	CE (volt)	DP (volt)	DG
	(ng/prov)				
N-nitrosodimetylamin	74,8/42,8	1,03	25	30	50
D ₆ -N-nitrosodimetylamin	81,7/46,0	1,03	25	30	IT ^a
N-nitrosomorfolin	116,9/86,2	1,06	20	40	50
N-nitrosometyletylamin	88,8/60,7	1,23	22	25	5
N-nitrosopyrrolidin	100,9/54,7	1,33	25	25	5
N-nitrosodietylamin	102,8/74,7	1,50	15	60	20
N-nitrosopiperidin	114,8/68,7	1,74	20	25	5
N-nitrosodipropylamin	130,9/88,9	2,15	17	38	5
N-nitrosodibutylamin	158,9/102,8	2,94	15	30	5

^a Icke tillämpbart

Figur 1. Korrelation mellan nitrosaminer i luft bestämda med termoenergi-analysator (TEA) och vätskekromatografi-masspektrometri (LC-MS-MS). Linjen $x=y$ finns inlagd i figuren.



2.2.4. Uppsamling och analys av toluen och bensen i luft

Bensen och toluen analyserades med en traditionellt metod etablerad som serviceanalys på vårt laboratorium sedan många år. Dessa lösningsmedel samlades på kolrör, med flödet omkring 0,2 l/min och uppsamlingstiden var 3 timmar per arbetsskift. Kolrören eluerades med bensenfri koldisulfid och analyserades med gaskromatografi med flamjonisationsdetektor.

2.2.5. Respirabelt damm

Personburen provtagning av respirabelt damm gjordes med Casellacykloner på cellulosaesterfilter med porstorleken 0,8 µm, anslutna till portabel pump. Flödet var 1,9 L/min och provtagningstiden så stor del av ett arbetsskift som möjligt, i praktiken 6-7 timmar. Vägning av filtren gjordes på YMK:s laboratorium.

2.2.6. Uppsamling och analys av aldehyder i luft

Formaldehyd och acetaldehyd provtogs med en passiv dosimeter, UME_x 100, vilken analyserats vid Arbetslivsinstitutet i Umeå. Provtagningsstiden var den samma som för dammätningarna.

Försök gjordes även att provta ett antal högre aldehyder. Detta gjordes då med pumpad provtagning på speciella aldehydprovtagare (Waters Sep Pak XPosure) vilka analyserades av Yrkes- och miljömedicin i Örebro. Då halterna av dessa aldehyder var mycket låga beslöts att enbart mäta formaldehyd och acetaldehyd med dosimetermetoden.

2.2.7. Analys av 1-Hydroxypyrene(1-HP) i urin

1-HP analyserades enligt en metod beskriven av Jongeneelen och Anzion (1991). Till 10 ml urin tillsattes 20 ml 0,1 M acetatbuffert (pH 5,0). Standardprover för kvantifieringen bereddes genom att kända mängder av 1-HP tillsattes till urin från oexponerade personer. pH i lösningen justerades till 5,0 med saltsyra varefter 12,5 µl α-glukoronidas/aryl sulfatas tillsattes. Proverna inkuberades i 37°C över natten för att avlägsna glukuronsyra och sulfat från hydroxylgruppen. Proverna uppenades därefter med fastfas extraktion. Isolute C-18 kolonner (500 mg; IST) konditionerades med 5 ml metanol och 10 ml vatten varefter proven sögs igenom dessa. Kolonnerna tvättades med 10 ml vatten och 1-HP elueras med 9 ml metanol. Proverna indunstades, återlöstes i 0,5 ml metanol och analyserades med LC (Hewlett Packard 1050). Den injicerade provvolymen var 10 µl. Kolonnen var en Genesis C-18 (150 x 4,6 mm; Jones) och mobila fasen var metanol:vatten blandning (80:20) med ett flöde på 0,5 ml/min. 1-HP kvantifierades med en fluorescensdetektor (Hewlett Packard) med excitation vid 242 nm och emission vid 388 nm. Metodens detektionsgräns sattes till 0,01 ng/ml och precisionen var 7% vid 2,3 ng/ml. Avdelningen för yrkes- och miljömedicin i Lund deltar i ett interlaboratoriekontrollprogram med analyserna av 1-HP med halter inom referensvärdena (Round Robin; Professor Dr. med. Hans Drexler, University of Erlangen-Nuremberg, Germany).

2.2.8. Analys av anilin i urin

Anilin analyserade med en nyutvecklade metod. Intern standard, deuteriummärkt anilin (100 ng i 0,5% ättiksyra), tillsattes till 1,0 ml urin. Standardprover bereddes genom att kända mängder av anilin tillsattes till urin från oexponerade personer. Proven gjordes basiska genom tillsatts av 2 ml 0,3 M natriumhydroxid och skakades med 5 ml etylacetat. Etylacetaten överfördes till nya provrör, indunstades och återupplöstes i 0,1 ml 0,5 % ättiksyra. Proverna analyserades med LC-MS-MS (API 3000) med elektropray jonkälla vid 350°C och de positiva jonerna analyserades. Den injicerade provvolymen var 5 µl och kolonnen var en fenyl Genesis (150 x 2 mm). Mobil fas var (A) 0,5% ättiksyra i vatten och (B) 0,5% ättiksyra i metanol. En gradient från 2 till 100% B gjordes på 5 minuter. Fragmenten som användes var 93,9/76,7 för anilin och 98,9/81,7 för deuteriummärkt anilin. CE var 29 volt och DP 40 volt. Detektionsgränsen för anilin sattes till 2 ng/ml urin och precisionen, bestämd från dubbelanalyser av samma prover vid olika dagar var vid 6 ng/ml 10% och vid 50 ng/ml 14%.

2.2.9. Analys av ftalsyra (FA) och tiotiazolidin-2-karboxylsyra (TTCA)

En metod för att gemensamt upparbeta FA och TTCA från urinprover utarbetades. Deuteriummärkt FA (0,5 ng i 0,5% ättiksyra) tillsattes till 1 ml urin som intern standard. Standardprover bereddes genom att kända mängder av FA och TTCA tillsattes till urin från oexponerade personer. Proverna surgjordes med 0,1 ml 6 M saltsyra och jonstyrkan höjdes med 0,5 ml 6 M natriumklorid. Proverna skakades med 6 ml etylacetat, organfasen indunstades och återupplöstes i 0,5 ml vatten innehållande 0,5% ättiksyra. Analysen utfördes med LC-MS-MS (API 3000) med en Turbo electropray jonkälla vid 350°C och de negativa jonerna analyserades. Kolonnen var en C-18 Genesis (50 x 2 mm) och mobil fas var (A) 0,5% ättiksyra i vatten och (B) 0,5% ättiksyra i metanol. Injektionsvolymen var 10 µl. FA och TTCA analyserades separat.

För FA användes först en isokratisk eluering med 30% B under 3,5 minuter följt av en gradient från 30 till 100% B under 2 minuter. Fragmenten som analyserades var för FA 164,7/76,9 (CE -23 volt) och för deuteriummärkt FA 168,7/81,0 (CE -25 volt). DP var -26 volt. Detektionsgränsen för FA sattes till 10 ng/ml urin och precisionen, bestämd från dubbelanalyser av samma prover vid olika dagar var 9%.vid 50 ng/ml och 10%.vid 300 ng/ml.

För TTCA användes först en isokratisk eluering med 5% B under 3 minuter följt av en gradient från 5 till 100% B under 2 minuter. Fragmenten som analyserades var 161,9/57,9 med CE -14 volt och DP-26 volt. Ingen intern standard användes. Detektionsgränsen för TTCA sattes till 1 ng/ml urin och precisionen, bestämd från dubbelanalyser av samma prover vid olika dagar var 11%.vid 10 ng/ml och 7%.vid 70 ng/ml.

2.2.10. Statistik

Bivariata associationer utvärderades med Spearman`s rank korrelations koefficienten Skillnader mellan grupper utvärderades med Mann-Whitney U-test eller Student oparametriserad t-test. Med ”statistiskt signifikant” menas att $p < 0.05$

Tabell 2. Halterna av nitrosaminer, partiklar, formaldehyd och acetaldehyd i luft vid olika företag och avdelningar.

Företag	Antal	Nitrosaminer		Antal	Resp damm		Antal	Formaldehyd		Acetaldehyd	
		(µg/m3)			(mg/m3)			(µg/m3)		(µg/m3)	
		Median	Range		Median	Range		Median	Range	Median	Range
A - blandningsavd	2	<0,2	<0,16-0,23								
A - avd 1	9	<0,2									
A - underavd 1a	3	<0,2									
A - avd 2	5	0.78	0,30-1,50								
B	12	0.72	0,20-1,60	9	<0,30	<0,26-0,32	8	9.3	7,2-14	10.5	7,6-16
C - avd 1 - latex	3	<0,2									
C - avd 1 - renrum	2	<0,2									
C - avd 1 - totalt	5	<0,2									
C - avd 2a	2	<0,2									
C - avd 2b	6	<0,2	<0,15-0,25								
C - avd 2c	2	<0,2	<0,17-0,24								
C - avd 2 - totalt	13	<0,2	<0,15-0,25								
D	4	<0,2									
E - efterbearbetning	2	6.06	4,2-7,9	2	<0,25						
E - silikon	1	<0,2		8	<0,25	<0,22-0,38					
E - saltbad	6	11.00	6,4-36								
F - pressavd 1	8	<0,2		9	0.36	<0,30-0,78	9	7.9	5,5-14	14	12-19
F - pressavd 2	1	<0,2		1	<0,30		1	4.9		7.5	
F - pressavd 3	1	<0,2		2	<0,30		2	5.9	4,3-7,5	15	12-17
G - spengummi	2	<0,3									
G - tekniska laminat	3	<0,3									
G - tunga däck	2	<0,3									
H - fabrik 1 - saltbad (miljösalt)	5	<0,2									
H - fabrik 1 - blandningsavd	1	<0,2									
H - fabrik 2 - saltbadslinjer	8	4.20	3,5-9,8	5	0.36	0,32-0,43					
H - fabrik 2 - mikrovågslinjer	5	6.30	3,9-7,0	5	<0,25	<0,23-0,26					

2.3. Resultat

Halterna av nitrosaminer, partiklar, formaldehyd och acetaldehyd i luft vid olika företag och avdelningar visas i **Tabell 2**. Det finns stora skillnader mellan olika företag och avdelningar när det gäller nitrosaminerna. De olika nitrosaminer som var över detektionsgränsen var N-nitrosodimetylamin, N-nitrosodietylamin, N-nitrosodibutylamin, N-nitrosodimorfolin samt N-nitrosopiperidin. Förekomsten av respektive nitrosamin överensstämde väl med de acceleratorer som användes i de olika processerna och från vilka nitrosaminerna bildas. Högst halter hittades för N-nitrosodimetylamin (max 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) följt av N-nitrosodietylamin (max 4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), N-nitrosopiperidin (max 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), N-nitrosodimorfolin (max 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) och N-nitrosodibutylamin (max 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). För partiklar, formaldehyd och acetaldehyd var halterna generellt låga. Parallellt med dosimeterprovtagningen för formaldehyd och acetaldehyd mätts även nio högre aldehyder. Dessa var bensaldehyd, propanal, butanal, pentanal, hexanal, heptanal, oktanal, nonanal och dekanal. Halterna var i samtliga prover mycket låga, $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, och ofta under detektionsgränsen $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Endast ett prov innehöll en mätbar halt av bensen, $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nio prover innehöll mätbara halter av toluen där det högsta värdet var $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Halterna av 1-HP, anilin, FA och TTCA vid olika företag och avdelningar visas i **Tabell 3 och 4**. Halter under detektionsgränsen har satts till halva värdet av denna. Det finns även här stora skillnader mellan olika företag och avdelningar. För 1-HP, anilin och TTCA i urin finns det högsignifikanta skillnader mellan halterna av dessa hos gummiarbetare och kontrollpersoner (**Tabell 4**) medan en sådan skillnad inte fanns för FA även om enstaka avdelningar har förhöjda eller mycket förhöjda värden.

Korrelationer mellan olika biomarkörer samt nitrosaminer i luft för gummiarbetare finns i **Tabell 5**. Korrelationer mellan olika biomarkörer för kontrollpersonerna finns i **Tabell 6**. En hög, signifikant, positiv korrelationer fanns mellan 1-HP och FA för gummiarbetarna. Det fanns även en signifikant, positiv korrelation mellan 1-HP och FA för kontrollerna men denna var betydligt svagare. För gummiarbetarna fanns höga, positiva, signifikanta, korrelationer mellan anilin, TTCA och nitrosaminer. För kontrollerna fanns i stället en negativt, marginellt signifikant korrelation mellan anilin och TTCA. Intressant nog fanns det hos gummiarbetarna negativa, signifikanta korrelationer mellan FA och TTCA samt nitrosaminer. Det fanns ingen korrelation mellan FA och TTCA hos kontrollpersonerna.

Urinproverna som tagit vid två olika tillfällen från samma personer visade på en viss individuell skillnad i exponeringen. Medianerna av de procentuella skillnaderna mellan proverna var för 1-HP 45 (range 2-196)%, för anilin 31 (range 0-183)%, för FA 43 (range 1-142)% och för TTCA 54 (range 3-186)%.

Tabell 3. Halterna av 1-HP, anilin, FA och TTCA vid olika företag och avdelningar.

Företag	Antal	1-HP ($\mu\text{mol/mol}$ kreatinin)		Anilin ($\mu\text{mol/mol}$ kreatinin)		FA ($\mu\text{mol/mol}$ kreatinin)		TTCA ($\mu\text{mol/mol}$ kreatinin)	
		Median	Range	Median	Range	Median	Range	Median	Range
A - blandningsavd	2	0.056	0,052-0,060	0.6	0,5-0,7	28	26-30	19.0	5,0-33
A - avd 1	9	0.370	0,210-0,630	1.2	0,3-13	100	53-300	4.2	1,7-82
A - underavd 1a	3	3.300	1,680-4,250	4.8	3,9-5,4	1370	1320-1440	5.3	5,2-6,7
A - avd 2	5	0.170	0,140-0,400	0.9	0,5-2,9	26	16-48	34.0	20-98
B	22	0.110	0,002-0,230	1.0	0,5-9,0	55	16-300	14.0	5,5-65
C - avd 1 - latex	3	0.015	0,005-0,059	14.0	9,8-24	30	12-45	3.1	1,2-25
C - avd 1 - renrum	2	0.041	0,016-0,067	0.7	0,6-0,9	20	20-20	25.0	2,5-47
C - avd 1 - totalt	5	0.016	0,005-0,067	9.8	0,6-24	20	12-45	3.1	1,2-47
C - avd 2a	6	0.057	0,005-0,450	2.4	0,3-5,4	74	15-110	3.0	1,5-4,5
C - avd 2b	14	0.640	0,096-1,290	2.0	0,5-24	52	30-330	28.0	6,8-49
C - avd 2c	4	0.130	0,081-0,220	1.0	0,3-1,4	38	17-95	4.8	2,8-45
C - avd 2 - totalt	27	0.180	0,005-1,290	2.1	0,3-24	56	15-330	13.0	1,1-110
D	5	0.230	0,083-0,370	0.9	0,5-1,0	41	24-80	5.5	2,1-43
E - efterbearbetning	2	0.082	0,062-0,100	7.2	6,9-7,4	36	25-47	96.0	83,7-110
E - silikon	1	0.260		4.3		100		2.5	
E - saltbad	27	0.081	0,002-0,340	30.0	14,0-350	30	15-240	185.0	46-950
F - pressavd 1	25	0.370	0,110-1,520	2.2	0,4-19,0	160	60-500	11.0	1,9-690
F - pressavd 2	3	0.074	0,072-0,490	2.8	0,8-9,2	50	29-240	6.9	5,6-26
F - pressavd 3	4	0.140	0,078-0,220	1.8	1,3-2,5	65	40-86	6.3	3,4-6,5
G - spengummi	2	0.043	0,023-0,063	0.7	0,6-0,9	81	31-130	7.3	3,8-11
G - tekniska laminat	3	0.059	0,019-0,220	0.6	0,5-2,3	34	19-140	3.9	2,6-4,7
G - tunga däck	1	0.550		37.0		980		3.5	
H - fabrik 1 - saltbad (miljösalt)	9	0.094	0,015-0,410	57.0	26,5-82	49	20-95	25.0	6,9-180
H - fabrik 1 - blandningsavd	1	0.220		1.1		44		3.2	
H - fabrik 2 - saltbadslinjer	22	0.240	0,100-0,710	12.0	3,6-26	43	18-210	56.0	15-130
H - fabrik 2 - mikrovågslinjer	16	0.140	0,003-0,850	5.5	3,3-19	55	30-120	68.0	28-140
H - fabrik 2 - övrigt	4	0.120	0,003-1,290	3.9	2,5-13	44	28-88	44.0	29-210
H - fabrik 2 - gummiduk	3	0.130	0,050-0,130	1.4	0,6-2,9	36	26-36	29.0	23-32
I	12	0.062	0,015-0,360	1.0	0,5-5,1	33	16-190	12.0	2,7-41
J	10	0.260	0,006-0,420	1.7	0,5-7,2	53	19-140	7.8	5,0-780

Tabell 4 Kreatininjusterade urinhalter av biomarkörer hos gummiarbetare och kontroller samt statistiska skillnader mellan dessa.

Biomarkör (nmol/mmol kreatinin)	Median (range) Gummiarbetare	Median (range) Kontroller	p-värde (t-test)	p-värde (Mann-Whitney)
1-Hydroxypyren	0,15 (<DG-4,2)	0.06 (<DG-0,35)	0.0001	0.0001
Anilin	2,8 (<DG-350)	<DG (<DG-<DG)	0.0001	0.0001
Ftalsyra	50 (12-1440)	54 (<DG-400)	0.096	0.86
TTCA	25 (<DG-950)	4.5 (<DG-460)	0.0001	0.0001

DG=detektionsgränsen

Tabell 5 Spearman`s rank korrelationer (p-värden) mellan olika biomarkörer samt nitrosaminer i luft för gummiarbetare.

Biomarkör	Anilin (nmol/mmol kreatinin) ^a	Ftalsyra	TTCA	Nitrosaminer (ng/m ³)
1-Hydroxypyren	-0.025 (0.71)	0.47 (0.0001)^b	-0.12 (0.083)	-0.044 (0.66)
Anilin		-0.039 (0.55)	0.51 (0.0001)	0.36 (0.0005)
Ftalsyra			-0.20 (0.0032)	-0.29 (0.005)
TTCA				0.64 (0.0001)

^a Halterna av biomarkörer är justerade för kreatinin.

^b Signifikanta korrelationer med fet text.

Tabell 6. Spearman's rank korrelationer (p-värden) mellan olika biomarkörer för kontrollerna.

Biomarkör	Anilin (nmol/mmol kreatinin) ^a	Ftalsyra	TTCA
1-Hydroxypyren	0.12 (0.26)	0.24 (0.023)^b	-0.013 (0.90)
Anilin		0.20 (0.03)	-0.18 (0.046)
Ftalsyra			0.04 (0.66)

^a Halterna av biomarkörer är justerade för kreatinin.

^b Signifikanta korrelationer med fet text.

2.4. Diskussion

Det aktuella projektet visar att halterna av nitrosaminer inom vissa processer är för höga i den svenska gummiindustrin. Flera nya relevanta biomarkörer föreslås för exponeringsövervakning i gummiindustrin. Med hjälp av dessa har det konstaterats att exponeringen för ftalater och polycykliska aromatiska kolväten även kan vara förhöjda.

Den kemiska exponeringen i gummiindustrin är som ovan nämnts mycket komplex. En mängd olika kemikalier används i olika processer för att framställa ett stort antal olika produkter. Komplexiteten i exponeringen har tyvärr lett till att det finns få mätningar gjorda eftersom det varit så svårt att veta vad som skulle mätas. I vårt projekt har vi valt att ändå försöka spegla en helhetsbild av exponeringen genom att dels mäta specifika ämnen men också mäta så kallade indexsubstanser, det vill säga, specifika ämnen som inte nödvändigtvis själva är giftiga men som ger en bild av exponeringen för en större grupp av kemikalier där vissa är giftiga.

Bland de specifika ämnen som vi har mätt finns åtta olika N-nitrosaminer. Nitrosaminerna i gummiindustrin bildas genom att sekundära aminer reagerar med olika kväveoxider. De sekundära aminerna bildas då vissa acceleratorer sönderdelas i vulkningsprocessen. Kväveoxiderna kan bildas från nitrit men även från bensin- eller dieseldrivna motorer. I Tyskland har ett tekniska gränsvärdet för summan av nitrosaminerna satts till 2,5 µg/m³ för arbete i gummiindustrin. Det finns i vår studie många personburna mätningar som ligger högt över detta gränsvärde där samtliga kommer från processer där vulkning med nitritsalt förekommer. Vid dessa processer används även acceleratorer som har förmågan att bilda nitrosaminer. I en fabrik med liknande verksamhet där en nitrosaminbildande accelerator användes men inget nitritsalt förekom fanns inga höga halter av nitrosaminer. Det bör betonas att det tyska tekniska gränsvärde inte är baserat på hälsoeffekter utan på vad som har ansetts

praktiskt möjlig att uppnå. Nitrosaminer är mycket giftiga ämnen och en studie av Klein (1991) visade att av råttor som exponerades för $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ N-nitrosodimetylamin fick 13 djur av 36 tumörer i nosen. Det finns även en rapport från den tyska gummiindustrin som visar på en förhöjd förekomst av cancer i matstrupen, struphuvudet och munhålan i samband med nitrosaminexponering. En studie från samma forskargrupp visar förhöjd förekomst av icke-alkoholrelaterade leverskador i samband med nitrosaminexponering (Straif et al. 1999). Ett hälsobaserat gränsvärde skulle därför sannolikt vara betydligt lägre än det tyska tekniska gränsvärdet och exponeringen för nitrosaminer bör därför att eftersträvas att hållas så lågt som möjligt. Om inga allvarliga hälsoeffekter kan påvisas med de icke nitritinnehållande salten bör dessa användas i stället för de traditionella salten.

Andra specifika ämnen som vi mätt är bensen, toluen och aldehyder i luft. Arbetsplatser representativa för de olika förekommande processerna i gummiindustrin valdes ut. Halterna av bensen, toluen och aldehyder var emellertid långt under de hygieniska gränsvärdena och exponeringen för dessa ämnen innebär troligen ingen hälsorisk för svenska gummiindustriarbetare idag. Vi har även tagit med ett traditionellt exponeringsmått inom gummiindustrin, nämligen respirabelt damm i luft. Dessa låg alla under de svenska gränsvärdet men fortsatta studier kommer att visa vilken eventuell hälsoeffekt dessa har.

De indexsubstanser vi valt ut att studera är 1-HP, anilin, FA och TTCA. När det gäller 1-HP, anilin och TTCA i urin fanns det stora och signifikanta skillnader mellan halterna av dessa hos gummiarbetare och kontrollpersoner vilket visar på att dessa är bra biomarkörer för exponering i gummiindustrin. För FA fanns ingen signifikant skillnad men några gummiarbetare vid speciella arbetsplatser hade höga avvikande värden vilket gör FA till en relevant biomarkör för ftalatexponering i vissa situationer i gummiindustrin. Det är dessutom möjligt att kontrollpersonerna kan vara något ftalatexponerade. I en grupp av mönstrande värnpliktiga var medianen av FA halten endast hälften så hög som i vår kontrollgrupp (Jönsson et al. i manuskript).

Halterna av anilin, TTCA samt nitrosaminer kan tänkas spegla exponeringen för vulkrök. Detta är i överensstämmelse med de höga, positiva korrelationer som finns mellan dessa substanser vilket ytterligare stärker slutsatsen att dessa är bra biomarkörer för exponeringskontroll i gummiindustrin. Halterna av 1-HP och FA har mer tänkts som ett mått på de individuella ämnesgrupperna, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och ftalater. Intressant är att det fanns en hög positiv korrelation även mellan dessa biomarkörer. Möjligen kan det faktum att båda används som mjukgörare vara en förklaring. En svagare korrelation fanns dock även hos de oexponerade kontrollerna.

1-HP är ett etablerad mått på PAH exponering. Det finns endast en rapport om användning av 1-HP som exponeringsmått i gummiindustrin som indikerar PAH exponering (Talaska et al. 2002) och det finns inget gränsvärde för gummiindustrin. Jongeneelen (2001) har däremot föreslagit två olika biologiska gränsvärden för koksugnsarbete och aluminiumsmältverk på 2,3 respektive 4,9 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin. Anledningen till att olika gränsvärden föreslås är att pyren, föreningen som metaboliseras till 1-HP, finns i olika andelar av de PAH samt att pyren självt har låg

giftighet. Giftigheten hos PAH kommer från andra ämnen som till exempel bens(a)pyren. De föreslagna biologiska gränsvärdena bygger på två olika gränsvärden för PAH i luft från USA och Tyskland. Inget av dessa gränsvärden är baserade på hälsoeffekter utan är satta mot vad som är tekniskt möjligt. Ett hälsobaserat gränsvärde skulle troligen sättas omkring tio gånger lägre (Netherlands Health Counsel, 1994). Dessutom har ett gränsvärde baserat på genotoxisk effekt har föreslagits till 1,4 $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin. Det finns några mätvärden i den aktuella studien som är över det föreslagna gränsvärdet baserat på genotoxisk effekt. Om ett hälsobaserat gränsvärde skulle tillämpas enligt det nederländska förslaget är det relativt många prover som är över ett sådant gränsvärde. Då inga studier hittills har indikerat en hög exponering för PAH i gummiindustrin vet man idag inte om det är tekniskt möjligt att sänka exponeringen. PAH är cancerframkallande ämnen och man kan inte förutsätta att det finns en tröskel för hälsoeffekterna. Exponeringen bör därför sänkas så långt som möjlig. Halterna av 1-HP i gummiindustrin är i regel betydligt högre än för oexponerade kontroller. Möjligheten till en sänkning mot dessa värden bör undersökas på de olika företagen. Ett första steg mot detta kan vara att ta bort PAH innehållande oljor som mjukgörare.

Anilin har analyserats som ett möjligt mått på exponering för aromatiska aminer men ett sådant samband har ännu ej visats. Anilin är dock självt ett giftigt ämne och är klassat som cancerframkallande liksom många andra aromatiska aminer. Det är känt att olika personer metaboliserar aromatiska aminer så som anilin till dess acetylderivat med olika hastighet. De som är långsamma acetylerare har en något förhöjd risk för att utveckla blåskancer (Hein 1988). Vi valde att analysera anilin utan att ta bort en eventuell acetylgrupp för att detta möjligen i större utsträckning skulle kunna indikera en risk. Halterna av anilin i urin var tydligt förhöjda på vissa arbetsplatser. Halterna av anilin hos de oexponerade kontrollerna var alla under detektionsgränsen vilket tyder på en specifik exponering i gummiindustri. Det finns inget gränsvärde för anilin i urin. För anilin i luft är nivågränsvärdet i Sverige 4 mg/m^3 . Den högst exponerade gummiarbetarna utsöndrade i storleksordningen 250-500 μg anilin i urinen på ett dygn. I en studie där en person ofrivilligt fått i sig anilin utsöndrades något mindre än en procent som ometaboliserad anilin (Iwersen-Bergmann och Schmoldt 2000). Mycket grovt innebär detta att den högst exponerade gummiarbetarna i vår studie kan ha fått i sig 30-60 mg anilin per skift. En person som andas 10 m^3 på ett skift vid nivågränsvärdet får i sig 40 mg vilket indikerar att de högsta halterna av anilin i gummiindustrin kan ligga i nivå med det svenska nivågränsvärdet. Det bör dock betonas att beräkningarna bygger på data från en enda person och det kan finnas stora individuella skillnader. Resultatet kan dock tyda på att en fortsatt hög exponering av aromatiska aminer kan förekomma i gummiindustrin.

Det har på senare tid funnits en betydande diskussion om ftalaterna och de hälsoeffekter dessa kan tänkas ha. I djurstudier har de visats ha hormoniella och fosterskadande effekter men det finns ännu mycket lite data som tyder på effekter hos människa. Det är sedan länge känt att en mindre del av ftalater metaboliseras till FA (Albro et al. 1973). Vår grupp har nyligen visat att FA är ett relevanta mått på exponeringen för olika ftalater, så som dietylftalat, dibutylftalat, butylbensylftalat, dietylhexylftalat (Jönsson et al., i manuskript). I detta arbete fanns en person som hade $2.100 \mu\text{mol}$ FA/mol kreatinin

och 100.000 μmol mono-etylftalat/mol kreatinin i urinen. Mono-etylftalat är en av de viktigaste metaboliterna till dietylftalat och den höga halten innebär en utsöndring av nästa ett gram ftalat i urinen under en dag vilket måste betraktas en mycket hög utsöndring. I vår studie hittade vi ingen signifikant skillnad mellan gummiarbetarna och de oexponerade kontrollerna vilket tyder på att huvuddelen av gummiarbetarna inte hade någon betydande ftalatexponering. Det fanns dock flera personer med så höga FA halter att ftalatexponeringen borde ha varit avsevärd.

TTCA är ett etablerat mått på exponering för koldisulfid, ett ämne som påvisats i vulkrök. Det finns dock även beskrivet att ditiokarbamater, vilka används som accelerators i gummiindustrin, metaboliseras till TTCA. Ett känt problem med TTCA som markör för koldisulfid är att även vissa livsmedel, till exempel kål, innehåller ämnen som metaboliseras till TTCA. Detta har dock ansetts vara ett mindre problem i industri där koldisulfid självt används då halterna där är höga. I gummiindustrin är dock halterna av koldisulfid så låga att detta skulle kunna vara ett problem och det finns endast en liten studie omfattande 19 arbetare där TTCA mätts i gummiindustri (Cox et al. 1998). I Tyskland finns ett biologiskt toleransgränsvärde på 2.800 $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin. Det högsta värdet vi hittade i vår studie var 950 $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin. Koldisulfidexponeringen i den svenska gummiindustrin förefaller således inte i sig själv vara ett problem men det bör framhållas att i våra studier mättes TTCA främst som ett mått på vulkrök.

Sammanfattningsvis kan sägas att resultaten visar att nitrosaminer i luft och 1-HP, anilin, FA samt TTCA i urin är värdefulla markörer för exponering i gummiindustrin. Resultaten visar även att halterna i luft av nitrosaminer är för höga vid flera företag och bör sänkas. Även höga halter av polyaromatiska kolväten och ftalater har observerats.

2.5. Fortsatta studier

Exponeringen i gummiindustrin bör fortsatt kartläggas med hjälp av de utvecklade exponeringsmåten. I den aktuella studien har främst arbetsmoment med svavelvulkning tagits med. Det är till exempel även viktigt att kartlägga peroxidvulkning, blandning och efterbearbetningsarbete.

Metoder för biologisk övervakning för nitrosaminerna bör utvecklas.

Partiklarna i gummiindustrin bör karakteriseras noggrannare med avseende på storlek och halt.

Halten av bens(a)pyren i PAH inom gummiindustrin bör bestämmas för att kunna sätta ett biologiskt gränsvärde. Interventioner i gummiindustrier vid övergång till så kallade miljöoljor bör utföras med analys av 1-HP i urin.

En kartläggning för att se hur anilin samvarierar med andra aromatiska aminer bör genomföras. Korrelationer mellan anilin i luft och urin bör utvärderas. Det bör studeras

om även acetanilid, en metabolit till anilin, kan analyseras med samma metods som den för anilin.

Mer specifika ftalatmetaboliter i urinen bör analyseras för att noggrannare studera vilka ftalater gummiarbetare exponeras för och i vilka halter.

Koldisulfid i luft bör mätas och korreleras till TTCA i urin. Påverkan av användningen av ditiokarbamater bör studeras.

3. RISKER FÖR CANCER, ÖKAD DÖDLIGHET OCH REPRODUKTIV OHÄLSA BLAND GUMMIARBETARE

3.1. Introduktion

Arbete i gummiindustrin har inneburit exponering för en rad olika toxiska ämnen, av vilka många har carcinogena och mutagena egenskaper. Det är välkänt att de arbetsmiljöer som tidigare förekommit i gummiindustrin givit upphov till förhöjda risker för blåscancer, lungcancer, leukemi och sannolikt också för en rad andra tumörer. Däremot har det inte tidigare studerats om de senaste decenniernas arbetsmiljö i svensk gummiindustri fortfarande ökar cancerrisken för de anställda.

Riskerna för den reproduktiva hälsan bland manliga och kvinnliga gummiarbetare och bland de manliga arbetarnas hustrur har tidigare undersökts endast i mycket liten utsträckning. Det finns enstaka rapporter om ökad risk för missfall och missbildningar och påverkan på spermiefunktionen. Det nuvarande kunskapsunderlaget är dock inte tillräckligt för en säker bedömning av reproduktiva risker i gummiindustrin.

Syftet med det AFA-finansierade projektet har varit att etablera en kohort av personer som nyanställt i svensk gummiindustri från 1965 och framåt och att bland dessa studera samband mellan mer moderna arbetsmiljöförhållanden i svensk gummiindustri och hälsorisker. Särskilt fokus riktas mot tumörsjukdomar och reproduktiv hälsa, men studien ger också möjlighet att undersöka risker för hjärt-kärl dödlighet och dödlighet i luftvägssjukdomar.

Framförallt för de reproduktionsepidemiologiska studierna finns det ett behov av att upprätta en specifik kontrollkohort vars medlemmar är socioekonomiskt jämförbara med gummiarbetarna.

3.2. Metoder

3.2.1. Kohort av anställda i svensk gummiindustri

Vi har fått tillgång till personalregister (kortregister såväl som databaserade register) från 12 svenska gummifabriker. Med hjälp av dessa personalregister har vi upprättat en databas som innehåller fullständigt personnummer, anställningstider och yrkesuppgifter för samtliga anställda som anställdts någon gång under perioden 1965-2000. Registret omfattar i dagsläget 17802 personer varav 11681 män och 6121 kvinnor (**Tabell 7**). Att skapa detta register har varit en arbetsam och långdragen process som ännu inte är helt avslutad. Fortfarande pågår arbete med kontroll av vissa uppgifter. Detta innebär att de siffror som presenteras i denna rapport skall betraktas som preliminära och i vissa fall kan komma att ändras. Detta kan exemplifieras med att 12385 individer kunnat

karaktäriseras som kollektivanställda arbetare och 2281 som tjänstemän, medan resterande 3127 ännu ej kunnat kategoriseras. I de resultat som presenteras i denna preliminära rapport är den senare gruppen inte medtagen.

Medianfödelseåret i kohorten var 1955 (variationsvidd 1900-1986) och mediananställningstiden var 34 månader (<1-192). Genom samkörning av kohorten med Dödsorsaksregistret och Befolkningsregistret kunde vitalstatus i kohorten den 31 december 2002 beskrivas. Vid denna tidpunkt hade 1141 personer i kohorten avlidit (6,4 %) och 316 (1,8 %) utvandrat. Resten levde i Sverige.

Tabell 7. Sammansättning av gummiindustrikohorten.

Företag	Män	Kvinnor	Totalt
Nolato, Torekov	403	246	649
Nolato, Sunne	663	566	1229
Värnamo	1215	708	1923
Hemse	476	291	767
Skega, Skellefteå	1361	454	1815
Trelleborg	5371	2241	7612
Rydaholm	329	198	527
Örebro	93	36	129
National, Halmstad	179	134	313
Forsheda	1338	958	2296
Gislaved	138	217	355
Horda/Ohs	115	72	187
Totalt	11681	6121	17802

3.2.2. Jämförelsekohort

Genom samarbete med Svenska Livsmedelsarbetarförbundet har vi etablerat en kohort omfattande deras nuvarande medlemmar, ca 60000 personer. Barn till ca 35000 kvinnliga livsmedelsarbetare utgör kontrollgrupp i den pågående reproduktionsepidemiologiska studien (se nedan).

3.2.3. Cancerincidens och dödsorsaksmönster

Genom samkörningen med Dödsorsaksregistret kunde specifika dödsorsaker erhållas för de avlidna. En samkörning med Cancerregistret gav information om incidenta maligna tumörer i kohorten 1965-2000.

Genom att utnyttja uppgifter från Dödsorsaksregistret och Cancerregistret om antalet dödsfall och cancerinsjuknanden i riket för de båda könen med avseende på olika kalenderår och femårs-åldersintervall kunde jämförelsetal ("förväntade antal") för kohorten beräknas.

Den relativa risken för död/cancer beskrivs som en standardiserad mortalitetskvot (SMR) respektive en standardiserad incidenskvot (SIR). Nittiofem procentiga konfidensintervall anges för respektive punkttestimat för risk.

3.2.4. Reproduktionsepidemiologi

Gummiindustrikoorten och koorten av medlemmar i Svenska Livsmedelsarbetarförbundet samkörs nu i vår med Medicinska födeleregistret och Missbildningsregistret vid Socialstyrelsen. Vi kom mer därför senare i vår ha tillgång till preliminära resultat för jämförelser av intrauterin tillväxthämning, födelsevikt, perinatal död och missbildningsrisk mellan koorterna.

3.3. Resultat

Den totala dödligheten bland tjänstemännen i koorten var klart lägre än förväntad (**Tabell 8**). Bland gummiarbetarna var däremot den totala dödligheten nästan exakt som förväntad (**Tabell 9**). Några klara skillnader i SMR värden mellan de stora diagnosgrupperna sågs inte för arbetarna. Det kan noteras att det fanns en något låg dödligheten i obstruktiva lungsjukdomar. Det senare resultatet är dock baserat på rätt få observationer.

Cancerinsjuknandet bland tjänstemännen var som förväntat (**Tabell 10**). Även gummiarbetarna hade ett cancerinsjuknande som var nästan exakt det förväntade (**Tabell 11**). För de stora diagnosgrupper för vilka man tidigare sett riskökningar för gummiarbetare; magsäckscancer, lungcancer, blåscancer och leukemi, fanns inga tydliga riskökningar.

Tabell 8. Dödsorsaksmönster bland tjänstemän i gummiindustrin

Diagnos	Obs	Förv	SMR	95 % KI
Samtliga orsaker	80	141	0,57	0,45-0,71
Maligna tumörer	29	36	0,80	0,53-1,14
Hjärt-kärlsjukdomar	31	55	0,57	0,39-0,81
Luftvägssjukdomar	2	7	0,29	0,04-1,05
Astma, bronkit, Emfysem	0	2,5	-	-

Tabell 9. Dödsorsaksmönster bland kollektivanställda gummiarbetare

Diagnos	Obs	Förv	SMR	95 % KI
Samtliga orsaker	847	884	0,96	0,89-1,02
Maligna tumörer	210	220	0,96	0,83-1,09
Hjärt-kärlsjukdomar	318	354	0,90	0,80-1,00
Luftvägssjukdomar	39	46	0,85	0,60-1,16
Astma, bronkit, emfysem	10	17	0,60	0,29-1,11

Tabell 10. Tumörincidens bland tjänstemän i gummiindustrin

Diagnos	Obs	Förv	SMR	95 % KI
Samtliga tumörer	98	90	1,09	0,88-1,32
Magsäck	0	2,8	--	
Urinblåsa	5	4,3	1,17	0,38-2,73
Lungcancer	5	6,8	0,74	0,24-1,72
Leukemi	2	2,2	0,92	0,11-3,33

Tabell 11. Tumörincidens bland kollektivanställda gummiarbetare

Diagnos	Obs	Förv	SMR	95 % KI
Samtliga tumörer	502	525	0,96	0,87-1,04
Magsäck	22	17	1,31	0,82-1,98
Urinblåsa	20	25	0,80	0,49-1,24
Lungcancer	43	39	1,11	0,81-1,50
Leukemi	15	13	1,15	0,64-1,89

3.4. Diskussion

Det är viktigt att understryka att de resultat som presenterats ovan är rykande färska eftersom vi precis fått tillgång till data från registersamkörningarna. Vi kommer att komplettera med betydligt mer detaljerade analyser framöver. Som exempel kan anges riskberäkningar för detaljerade diagnoser, analyser med hänsyn till anställningstidens längd och induktions/latenstidskrav, samt med avseende på olika exponeringssituationer. I detta sammanhang bör påpekas att ett EU-projekt (EXASRUB), som vi för närvarande deltar i, syftar till att få fram exponeringsmatriser för gummiindustrin, vilka kan användas för att skapa statistiska modeller som kan användas i det fortsatta analysarbetet.

3.5. Planerade fortsatta studier

I **Figur 2** ges en översikt av pågående och planerade studier inom projektet. Förutom anslaget från AFA-försäkringar, som använts för att etablera kohorten, har vi t o m 2003 erhållit anslag från FAS för registerepidemiologiska studier av reproduktiv ohälsa bland gummiarbetarna.

3.5.1. Cancer och dödlighet

Vi kommer att fortsätta att analysera kohortdata på det sätt som skisseras i diskussionen ovan. Dessutom finns det planer på en gemensam analys av en rad moderna europeiska gummiarbetarkohorter, möjligen kommer detta att ske i samarbete med National Vancer Institute i USA. I det arbetet kommer exponeringsmodeller utvecklade inom EXASRUB projektet att vara av central betydelse.

3.5.2. Fortsatta studier av reproduktiv hälsa

Väntetid till graviditet (Time To Pregnancy [TTP]) är den tid det tar för ett par att bli gravida från det att man upphört att skydda sig. TTP är ett visserligen grovt men ändå känsligt mått på nedsatt fertilitet. Tekniken går att tillämpa även ett antal år retrospektivt. Intervjuer ökar kvaliteten i insamlade data jämfört med postala enkäter.

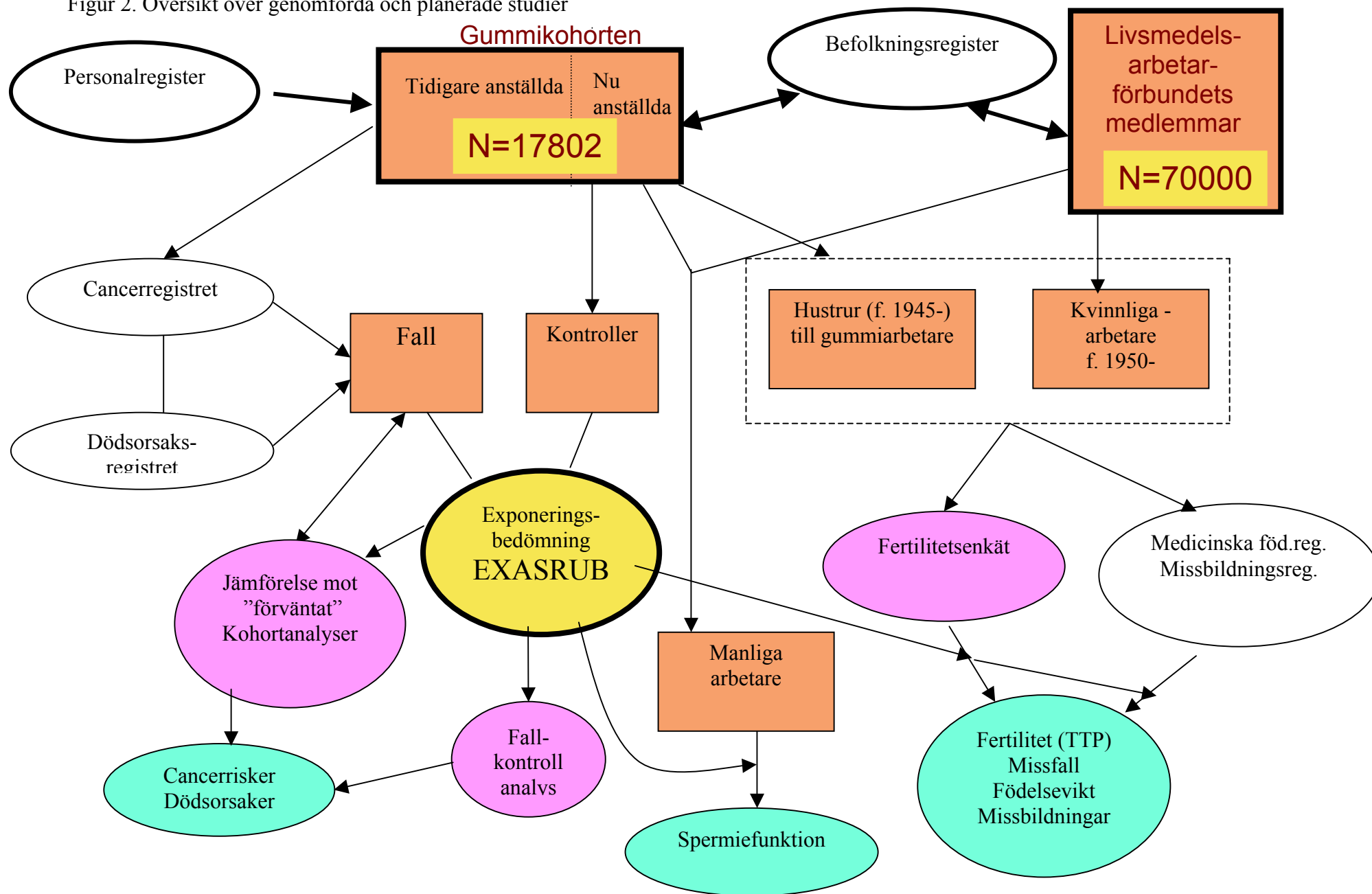
Under de senaste åren har det utvecklats en rad nya och intressanta markörer för spermiefunktion och för att detektera genetisk skada i manliga könsceller. Dessa tekniker är av stort potentiellt intresse för att studera miljöbetingade effekter på manlig reproduktionsförmåga.

Vi planerar, om vi får tillräcklig finansiering, att genomföra de två studier som beskrivs nedan. En ansökan till FAS kommer att inges senare i vår.

3.5.2.1. Väntetid till graviditet och missfall bland kvinnliga gummiarbetare och hustrur till manliga gummiarbetare

Efter information om studien via brev och inhämtat informerat samtycke rekryteras 350 kvinnliga gummiarbetare och 350 hustrur till manliga gummiarbetare till telefonintervjuer med avseende på TTP och missfall under föregående femårsperiod. 350 kontrollkvinnor rekryteras, matchade på gruppnivå med avseende på ålder och om de bor i storstad eller inte. Vi frågar inte bara om exponering i gummiindustri utan också om en rad olika yrkesrelaterade exponeringsfaktorer såsom skiftarbete och tunga lyft, som kan upplevas vara relevanta för alla grupperna. Vi kommer att använda oss av ett datorbaserat telefonintervjusystem (RAFAEL), med återkopplingsmöjlighet för följdfrågor, som har utvecklats och tidigare använts i vår forskargrupp.

Figur 2. Översikt över genomförda och planerade studier



3.5.2.2. Spermiefunktion hos manliga gummiarbetare

Efter en yrkeshygienisk bedömning av de olika gummiindustrier som ingår i studien görs ett urval av de arbetsplatser där högst exponering för potentiellt reproduktionstoxiska ämnen kan förväntas. De manliga gummiarbetare som arbetat på dessa arbetsplatser under de föregående 6 månaderna tillfrågas brevlades om de kan tänka sig att delta i spermistudien. Bland dem som accepterar deltagande genomförs undersökningen på 150 personer. Som kontrollgrupp rekryteras 150 ålders- och rökvanematchade livsmedelsarbetare, som inte bedöms vara utsatta för reproduktionstoxiska ämnen i arbetet. Telefonintervjuer genomförs enligt ovan beskriven modell (se delprojekt 2 ovan).

Provtagningen och provomhändertagandet sker enligt etablerade rutiner i vår forskargrupp. I korthet innebär det att arbetarna åstadkommer spermieprovet i hemmet genom masturbation. Proven insamlas, upparbetas och undersöks inom en timme i en särskilt utrustad mobil enhet. Sädesprovets pH och volym registreras, spermimotiliteten och spermiedensiteten beräknas manuellt enligt WHO's riktlinjer. Glasutstryk tas för bedömning av morfologi i enligt med WHO's kriterier. Videofilmer tas för senare analys av motilitet och spermiedensitet med hjälp av bildbehandlingsprogram (CRISMAS CASA system). Resterande provmängd fryses för senare analyser. Blod tas för analys av FSH, LH, inhibin B, testosteron, SHBG och östradiol i serum. Urinprov tas för analys av 1-hydroxypyren och ftalater.

På sparad spermie-material görs i samarbete med professor Aleksander Giwercman, Andrologiskt Centrum, Universitetssjukhuset MAS, Malmö, "Sperm Chromatin Structure Assay" (SCSA), som avspeglar strängbrott i DNA och abnorm protaminering av spermier, vilket kan avspegla mannens fertilitet oberoende av spermiedensitet och morfologi. Dessutom kommer vi att med FISH teknik analysera könskromosomkvoten och förekomsten av aneuploidy i spermier. Markörer för de accessoriska könskörtlarnas funktion kommer att analyseras i sädesvätska.

4. LUFTVÄGS- OCH HUDSJUKDOM I GUMMIINDUSTRIN

4.1. Introduktion

I flera äldre men även senare undersökningar har gummiindustriarbetare haft en ökad risk att drabbas av luftvägssjukdomar som kronisk bronkit, emfysem och astma; det gäller inte minst vulkaniserare och blandningsarbetare (*cf.* Gustavsson et al, 1986; Zuskin et al, 1996; Lewis et al, 1999; Rask-Andersen et al, 2000). Det finns också rapporter om sänkt lungfunktion och ökad förekomst av symtom från ögon och både övre och nedre luftvägar (Zuskin et al, 1996; Meijer et al, 1998). Rökning verkar synergistiskt på risken för luftvägssjukdom (Fine och Peters, 1976; Gamble et al, 1976; Zuskin et al, 1996). Det finns få studier av luftvägseffekter som omfattar kvinnor i gummiindustrin och få från svenskt arbetsliv (Alexandersson et al, 1986; Gustavsson et al, 1986; Rask-Andersen et al, 2000; Tuchsén och Hannerz, 2000).

De flesta publicerade undersökningar om luftvägssjukdom i gummiindustrin hänför sig till arbetsmiljöer som – i den industrialiserade delen av världen – delvis eliminerats. Gummiindustriarbete erbjuder dock alltså en risk för luftvägssjukdom, inte minst vid peroxidvulkning, som ökat i omfattning (*cf.* Lewis et al, 1999). Vid Yrkes- och miljömedicinska kliniken i Lund har gummiindustriarbetare, såväl kvinnor som män, med påtagliga (främst obstruktiva) nedre luftvägs-, ögon- och nässjukdomar utgjort en relativt vanlig patientkategori. Sådana patienter har ofta arbetat med vulkning eller med efterarbete efter vulkning.

Gummiindustriarbete är också förenat med risk för hudsjukdom (Fregert, 1975; Kanerva et al, 1994; Toeppen-Sprigg, 1999; Vermeulen et al, 2001).

Syftet med denna del av det AFA-finansierade projektet är att undersöka utbredningen av luftvägs- och hudsjukdom bland aktuellt anställda i svensk gummiindustri. En annan målsättning är att relatera ev sådana besvär till olika exponeringsmått i syfte att söka identifiera orsakssamband och därigenom kunna föreslå preventiva åtgärder.

4.2. Material och metoder

4.2.1. Enkätundersökning. Från de företag som medverkar i gummiprojektet har personallistor för 3599 aktuellt anställda arbetare och tjänstemän erhållits. Ett informationsbrev tillsammans med en enkät om arbetsuppgifter, besvär/sjukdom i luftvägar och hud, allergi och rökvanor har skickats ut till dessa. Två påminnelsebrev har utgått. Samma enkät har använts i en referentgrupp av 118 personer, som inte har yrkesmässig kontakt med gummi- eller plastkemikalier (se ovan punkt 2.2.2).

4.2.2. Fältundersökning. Via deltagande företag har personallistor erhållits och 125 gummiarbetare som deltar i vulkning undersökts med enkät (samma som under

p.4.2.1), läkarundersökning med intervju, vidare med frågor från sköterska (vid blodprovtagningen) om aktuella (de tre sista dagarna) ögon- luftvägs- och hudbesvär, andningsfunktionsprov (spirometri), blodprover för bestämning av Phadiatop, totala immunglobuliner IgE, IgG, IgM, IgA, specifika IgE-antikroppar mot latex, totalantal och differentialräkning av vita blodkroppar, CRP, IgG, IgM, IgA och fibrinogen (cf. **Tabell 12**. Samtidigt togs blod- och urinprov för exponeringsbiomarkörerna (se ovan under p. 2.2). 118 oexponerade referenter har undersökts på likartat sätt.

Tabell 12. Antal personer som undersökts både med exponeringsdata och med medicinska undersökningar relaterade till luftvägssjukdom, antal rökare och antal atopiker.

	Gummiarbetare			Referenter		
	Totalt	Män	Kv	Totalt	Män	Kv
Undersökta¹	125	70	55	118	57	61
Exponering						
Arbetsuppgift						
Pressvulkning	62	35	27	-		
Saltvulkning						
Nitritsalt	37	24	13	-		
Miljösalt-salt	4	0	4	-		
Övriga (varmluft, mikro- vågor, fluid-bed)	22	11	11	-		
Mätningar						
Luft						
Damm, resp	37			-		
Nitrosaminer	40			-		
Urin						
Anilin	118			114		
Ftalsyra	118			114		
1-hydroxypyren	119			85		
TTCA	118			114		
Individfaktorer						
Rökt någonsin ¹	56 (51%)			72 (61%)		
Röker nu ¹	39 (36%)			39 (33%)		
Atopiker ^{1,2}	34 (29%)			31 (27%)		

¹Alla har ej deltagit i alla moment.

²Phadiatop-test positivt.

4.3. Resultat

4.3.1. Enkätundersökning. Överföring av inkomna enkätsvar inför databearbetning pågår. Överföringen beräknas vara avslutad i maj månad, varefter bearbetning av materialet kan påbörjas. Resultatet kommer att jämföras med referentgruppen, vilkas enkätsvar har behandlats (se nedan).

4.3.2. Fältundersökning. Här redovisas preliminära resultat från sköterskefrågorna och enkäterna. Sexton gummiarbetare har ej lämnat in enkät och uppgifter från dem har hämtats från läkarintervjuerna. Samtliga svar har jämförts med svar från referenterna. De viktigaste jämförelserna redovisas i **Tabell 13**.

Tabell 13. Luftvägssymtom senaste 12 månaderna bland gummiarbetare och referenter.

(Fisher)	Gummiarbetare	Referenter	P-värde
Ögonsymtom	58/120	29/117	≤0.0001
Anfall nässymtom	69/119	56/118	0,1
Pip/väsn i bröstet	20/118	29/117	0,2
Andnödsattacker	10/105	14/116	0,7
Hostattacker	38/117	19/115	0,006
Vaknat av hosta	21/115	13/117	0,1
Morgonhosta m slem	23/113	16/114	0,2

Det fanns inte någon ökad risk för pip i bröstet, andnöd eller attacker av astma bland gummiarbetarna jämfört referenterna. Däremot förekom under de sista 12 månaderna oftare hostattacker och besvär av rinnande, kliande, svidande ögon men inte (statistiskt signifikant) besvär från näsan som täppa, nysningar, snuva (**Tabell 13**).

Gummiarbetarna med ögonsymtom hade högre halter av nitrosaminer i luften än de utan symtom (**Tabell 14**). Aktuella ögonsymtom de sista 3 dagarna rapporterades också oftare bland gummiarbetarna (29/117 vs 9/118; $p \leq 0.0001$, Fisher). Gummiarbetarna hade sämre lungfunktion (FVC och FEV1 i procent av de värden som förväntas med hänsyn till kön och ålder) än referenterna (**Tabell 15**).

Totala IgG-antikroppar skilde sig signifikant mellan exponerade och referenter (medianer 10.5 och 9.7; $p \leq 0.0001$, Mann-Whitney). Övriga inflammations- och allergimarkörer skilde ej mellan grupperna.

Av intresse är att det hos gummiarbetarna fanns korrelationer mellan vissa mått på exponering och markörer för inflammation och allergi (**Tabell 16**). Halterna av

respirabelt damm korrelerade i denna medicinskt undersökta grupp dels positivt till ftalsyra ($rS=0,39$, $p=0,02$) och 1-hydroxypyren ($rS=0,51$, $p=0,001$), dels också till B-Leukocyter (totalantal vita blodkroppar), B-Neutrofila (en typ av vita blodkroppar) och inverst till IgG-antikroppar (**Tabell 16**). 1-hydroxypyren (och kanske ftalsyra) var inverst korrelerad till IgG. TTCA var relaterad till IgE-antikroppar och till B-Eosinofila (en typ av vita blodkroppar).

Hos vulkaniserarna sågs också korrelationer mellan olika markörer för inflammation/allergi: mellan de olika typerna av vita blodkroppar, mellan B-Leukocyter och P-fibrinogen (speciellt med neutrofila) och P-CRP och mellan P-IgG och S-IgE (**Tabell 17**) och mellan P-IgA, P-IgM och P-CRP (ej i tabell).

Lungfunktionsmåttan korrelerade båda omvänt till IgG- och IgE-antikropparna (FVC, % vs IgG: $-rS=0,27$, $p=0,003$ och vs IgE: $rS=-0,23$, $P=0,01$; ej i tabell), d v s högre antikroppsvärden korrelerar till lägre lungfunktionsvärden och omvänt.

Saltvulkare hade i relation till övriga gummiarbetare högre IgE-värden (medianer: 57 och 29 kU/L; $p=0,05$, Mann-Whitney; ej i tabell).

Vad gäller hudproblematik fanns ett aktuellt fall av handeksem bland gummiarbetarna. Fallet var under utredning på hudklinik. Fem (4,2%) av 118 gummiarbetare hade IgE-antikroppar mot latex, men ingen av dem hade eksem, alla fem dock ögonsymtom och två anamnes på hostattacker. Referenterna har ej undersökts.

Undersökningar kommer att ske av ytterligare 55 vulkaniserare. Det gäller dels en grupp anställda från ett företag som uttryckt önskemål om senareläggning av undersökningarna, dels en grupp, som undersöks av en företagssköterska i samarbete med Yrkes- och miljömedicinska kliniken i Lund.

Tabell 14. Luftvägssymtom hos gummiarbetare och markörer för exponering. P-värde (Mann-Whitney) för skillnad mellan symtombärare och symtomfria. NS=ej skillnad.

	Ögon	Näsa	Pip	Andnöd	Hosta	Vaknat	Slem
Luft							
Respirabelt damm	NS	NS	NS	NS	0,1	NS	NS
Nitrosaminer	0,02	NS	NS	0,1	0,1	NS	NS
Urin							
Anilin	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ftalsyra	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1-hydroxypyren	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
TTCA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Tabell 15. Lungfunktion (i procent av förväntade värden) bland gummiarbetare och referenter och statistiska skillnader mellan grupperna.

Lungfunktion	Gummiarbetare Median (range)	Referenter Median (range)	P-värde (Mann-Whitney)
FVC, %	102 (64-143)	108 (57-145)	$\leq 0,0001$
FEV1, %	99 (64-128)	103 (48-134)	0,04

4.4. Diskussion

Denna preliminära sammanställning av resultat skall naturligtvis bearbetas ytterligare och kompletteras som nämnts. Följande kan dock konkluderas. Gummiarbetare som vulkaniserar har mer besvär med ögonirritationer och hosta än referentpersoner och de har något sämre lungfunktion. Det är inte särskilt troligt att "vanlig" allergi eller rökning förklarar dessa skillnader men mera ingående analyser behöver göras. En orsak till ögonsymtomen tycks kunna hänga samman med nitrosamin-exponering och därmed med saltvulkning med nitritsalt. Saltvulkarnas högre IgE-halter noteras men det är för tidigt att tolka detta fynd.

Respirabelt damm var associerat med inflammationsmarkörer, ett samband som kan ha betydelse för effekterna på bl a luftvägarna (cf. Korsan-Bengtson et al, 1972; Schwartz, 2001). I en liten pilotstudie utförd på fyra företag inom ramen för det här presenterade delprojektet utgörs partiklarna i gummiindustrin av såväl större som små till ultrafina sådana (Andreas Dahl, personligt meddelande). Dessa små och ultrafina partiklar har associerats till hälsoeffekter, dock främst i den yttre miljön (Salvi och Holgate, 1999; Oberdorster, 2001; Penttinen et al, 2001; Ibal-Mulli et al, 2002).

TTCA:s relation till IgE och eosinofila vita blodkroppar är ett fynd som skall vidare penetreras. Ev betydelse av IgE-antikroppar mot latex skall också undersökas vidare.

De hittills insamlade uppgifterna rörande hudsjukdom är otillräckliga för en värdering av utbredningen av sådan sjukdom. Data från enkätstudien kompletterar bilden, även om enkätdata kan vara svåra att tolka (Vermeulen et al, 2000).

4.5. Fortsatta studier

Mot bakgrund av tidigare kunskaper samt vår egen pågående studie bedömes det finnas anledning till ytterligare kartläggning av riskerna för luftvägs- och hudsjukdom i gummiindustrin.

Screeningstudien med enkäter fullföljes enligt ovan. Ovan nämnda komplettering av fältundersökningen av ett mindre antal vulkaniserare är inplanerad.

Hittills har främst svavelvulkning studerats. Då emellertid peroxidvulkning blivit vanlig och dessutom enligt aktuell klinisk erfarenhet verkar generera luftvägs-, slemhinne- och ögonproblem, bör sådan vulkning kartläggas. På samma sätt bör blandningsarbete (främst utfört av män) beskrivas liksom efterarbete efter vulkning (främst kvinnor).

Tillsammans med ansatser för exponeringskartläggning enligt p. 2.5, där inte minst metoderna för karakterisering och exponering av partiklar bör utvecklas i syfte att minska risken för felklassificering, bör även metoderna för studium av effekter på luftvägarna utvecklas och kompletteras. För att förstå mekanismerna bakom luftvägssjukdomar är studier av inflammations- och allergi-associerade ämnen i näslavage (Littorin et al, 2002) och inducerat sputum (Maestrelli et al, 1994) av värde. Inga sådana studier har veterligt gjorts tidigare bland gummiarbetare.

Tabell 16. Spearman's rank-korrelationer (p-värden) mellan olika exponeringsmarkörer och markörer för inflammation och allergi. NS=ej korrelation.

	Respirabelt damm	Nitrosaminer i luft	Anilin i urin	Ftalsyra i urin	1-hydroxypyren i urin	TTCA i urin
Respirabelt damm	-	-0.40 (0.06)	-0.13 (0.46)	0.39 (0.02)	0.51 (0.001)	-0.12 (0.49)
B-Leukocyter	0.39 (0.02)	0.05 (0.78)	0.10 (0.29)	0.20 (0.03)	0.12 (0.19)	0.10 (0.31)
B-Neutrofila	0.34 (0.05)	-0.01 (0.96)	0.03 (0.75)	0.14 (0.13)	0.09 (0.34)	-0.02 (0.86)
B-Eosinofila	-0.09 (0.63)	-0.21 (0.22)	0.10 (0.31)	-0.05 (0.57)	0.10 (0.31)	0.19 (0.05)
S-IgE	-0.25 (0.15)	0.22 (0.19)	0.15 (0.12)	-0.13 (0.17)	-0.14 (0.13)	0.19 (0.04)
P-IgG	-0.49 (0.007)	0.17 (0.33)	-0.03 (0.79)	-0.18 (0.06)	-0.22 (0.02)	-0.04 (0.71)
P-Fibrinogen	0.11 (0.52)	0.28 (0.10)	0.17 (0.07)	0.09 (0.36)	0.07 (0.49)	0.00 (0.97)
P-CRP	0.00 (1.00)	0.11 (0.51)	0.01 (0.93)	0.09 (0.36)	-0.03 (0.77)	0.02 (0.83)

Tabell 17. Spearman's rank-korrelationer (p-värden) mellan olika markörer för inflammation och allergi. NS=ej korrelation.

	B-Leukocyter	B-Neutrofila	B-Eosinofila	S-IgE	P-IgG	P-CRP	P-Fibrinogen
B-Leukocyter	-	0.83 (0.000)	0.19 (0.04)	0.00 (0.99)	-0.01 (0.94)	0.32 (0.000)	0.23 (0.01)
B-Neutrofila	0.83 (0.000)	-	-0.00 (0.97)	-0.02 (0.81)	0.00 (0.99)	0.24 (0.01)	0.36 (0.000)
B-Eosinofila	0.19 (0.04)	-0.00 (0.97)	-	0.09 (0.35)	0.01 (0.91)	0.12 (0.21)	-0.05 (0.56)
S-IgE	0.00 (0.99)	-0.02 (0.81)	0.09 (0.35)	-	0.26 (0.00)	0.06 (0.50)	0.01 (0.88)
P-IgG	-0.01 (0.94)	0.00 (0.99)	0.01 (0.91)	0.26 (0.004)	-	0.13 (0.15)	0.08 (0.37)
P-CRP	0.32 (0.000)	0.24 (0.01)	0.12 (0.21)	0.06 (0.50)	0.13 (0.15)	-	0.38 (0.000)
P-Fibrinogen	0.23 (0.01)	0.36 (0.000)	-0.05 (0.56)	0.01 (0.88)	0.08 (0.37)	0.38 (0.00)	-

5. FYSISK BELASTNING OCH BELASTNINGSRELATERAD SJUKDOM INOM GUMMIINDUSTRIN

5.1. Bakgrund

Muskuloskeletal sjuklighet är fortfarande ett mycket stort problem för såväl enskilda personer, som för företag och samhälle. Förutom individuellt lidande medför detta stora kostnader för alla (inkomstförlust, produktionsbortfall, sjukersättningar, förtidspensioner och sjukvårdskonsumtion; Pålsson et al. 1997; Norlund et al. 2000). Såväl fysisk belastning som psykosociala faktorer i arbetsmiljön anses ha betydelse för smärttillstånd i rörelseapparaten (Bongers et al. 1993), och många studier visar att sjukligheten är större i vissa yrken och branscher. Denna skulle till stor del kunna förebyggas.

En förutsättning för gott förebyggande arbete är solid kunskap om sjukdomsförekomst och belastningar. Ett syfte med denna undersökning har varit att klarlägga fysisk och psykosocial belastning samt muskuloskeletal sjuklighet i delar av gummiindustrin.

För ett mer övergripande förebyggande arbete, i gummiindustrin liksom i annan verksamhet, behövs djupgående kunskap om samband mellan belastning och sjuklighet. Sådan kunskap saknas i stor utsträckning. Studierna i gummiindustrin kan, tillsammans med information från andra arbetsmiljöer, ge generell kunskap, som kan användas för att utarbeta normer för fysiska belastningar i arbetsmiljön.

5.2. Undersökta personer

Undersökningen omfattar två typer av arbete, fysiskt tungt respektive ensidigt, repetitivt.

5.2.1. Blandningsarbete. Det första representeras av arbete på blandningsavdelningarna på två industrier. Arbetet innebär uppvägning av material, körning av blandningsmaskiner, arbete vid vals samt upphängning av gummi. Samtliga anställda, 75 män, deltog i undersökningen. Deras ålder var i genomsnitt 40 (mellan 19 och 63) år och anställningstiden 15 (0,4-42) år.

5.2.2. Maskinoperatörsarbete och efterbearbetning. Den andra typen av arbete representeras för det första av maskinoperatörsuppgifter, dvs arbete vid formpressarna – utplockning av pressade detaljer av olika dimensioner samt avsyning och putsning. Arbetet är maskinstyrt med cykeltider på 1–6 minuter. För det andra studerades efterbearbetning, dvs syning och putsning samt viss montering. Detta arbete är kortcykligt 0,1- 2 minuter, och synkrävande (ofta behövs förstoringslampa). Samtliga personer, 82 kvinnor och 36 män, med dessa två arbeten vid en industri undersöktes. Kvinnornas ålder var i genomsnitt 42 (19-63) år, och deras anställningstid 13 (1-38) år. Motsvarande siffror för männen var 40 (20-63) år, respektive 11 (1-48) år.

5.3. Metoder

Ett flertal metoder har använts för att kvantifiera olika dimensioner av fysisk och psykosocial exponering, samt prevalensen av muskuloskeletal sjuklighet. Metoderna har till stor del utvecklats och vidareutvecklats inom forskargruppen samt har använts i ett flertal undersökningar av olika yrken och branscher.

5.3.1. Muskuloskeletal sjuklighet och psykosocial arbetsmiljö

Samtliga personer (totalt 163) har undersökts med följande metoder:

Intervju. Denna omfattar bakgrundsdata som ålder, anställningstid, tidigare yrkesverksamhet och sociala förhållanden.

Vidare innehöll intervjun frågor angående subjektiva muskuloskeletal besvär (senaste 12 månaderna och senaste 7 dygnen) och deras duration, frekvens och intensitet (Kourinka et al. 1987). En annan del omfattade frågor kring nuvarande och tidigare arbetsuppgifter under aktuell anställning samt deras eventuella relation till muskuloskeletal besvär. Sista delen av intervjun bestod av s.k. ”öppna” frågor, där man kunde lämna synpunkter på fysiska förhållanden i arbetsmiljön, uppge positiva såväl som negativa faktorer och orosmoment i arbetet, påpeka särskilt belastande arbetsmoment samt föreslå förbättringsåtgärder.

Fysikalisk undersökning av nacke, axlar, armbågar och händer. Denna utfördes enligt ett standardiserat protokoll (Ohlsson et al. 1994). I undersökningen ingick palpation av muskler, senfästen och leder. Dessutom bedömdes styrka, rörlighet, sensibilitet och annan nervpåverkan. Baserat på undersökningsfynden ställdes eventuella diagnoser efter förutbestämda kriterier.

Enkät, som besvarades enskilt i grupper om 6-8 personer. Personer från Yrkes- och miljömedicinska kliniken var närvarande för att instruera och besvara eventuella frågor. Enkäten omfattade frågor kring upplevd hälsa, personlighetsdrag och tankar och känslor kring såväl fysisk som psykosocial arbetsmiljö (Goldberg och Williams 1988; Karasek och Theorell 1990; Bue Björner et al. 1996).

5.3.2. Fysisk exponering

På en delpopulation av personerna med blandningsarbete, såväl som med maskinoperatörs- och efterbearbetningsarbete, genomfördes mätning av den fysiska exponeringen med följande metoder:

Elektromyografi (EMG). Muskelaktiviteten registrerades 1024 ggr/s med ytelektroder i *m. trapezius* (kappmuskeln), *m.infraspinatus* (armens utåttrotatorer) samt underarmens extensorer (sträckmuskler för handleden). Den registrerade aktiviteten normaliserades till den maximala elektriska aktiviteten (MVE), som registreras genom en maximala

kontraktion (MVC) av de aktuella musklerna. För detaljer om elektrodplacering och testkontraktioner, se Åkesson et al. (1997). Belastningen under arbetet beskrivs som 10, 50 och 90:e percentilerna av den beräknade amplitudfördelningskurvan, dvs den nivå (%MVE) som understiges 10, 50 respektive 90% av den registrerade tiden (Hansson et al. 1997). Ett ytterligare mått är muskulär ”vila”, dvs den andel av tiden, som muskeln inte uppvisar någon aktivitet, och har möjlighet till återhämtning (definierad som <0,5% av MVE) (Veiersted et al. 1993; Hansson et al. 2000; Nordander et al. 2000).

Inklinometri. Denna metod innebär att arbetsställningar och –rörelser kan kvantifieras. Inclinometern består av 3-axliga accelerometrar, som registrerar avvikelser från lodlinjen (Hansson et al. 2001). Inclinometrar fasttejpades på pannan, övre delen av ryggen (i höjd med Th1 och C7) och på överarmarna, över fästet för *m. deltoideus* (armens utåtförare). Således registrerades huvudets och ryggens flexion och extension (framåt/bakåtböjning) samt elevation (framåt/utåtföring) av armarna. Positioner och rörelsehastigheter beräknades, varefter de beskrivs på samma sätt som EMG-data. För detaljer om placering av inklinometrarna och normalisering, se Unge Bystöm et al. (2002).

Elektrogoniometri. Denna tvåaxliga vinkelgivare består av två mätblock med en trådtöjningsgivare emellan (Hansson et al. 1996). Mätblocken fasttejpades på handryggen och nedre delen av underarmen. Flexion och extension (nedåt/uppåtböjning) i handleden registrerades, liksom radial- och ulnardeviation (inåt/utåtföring) av handen. På samma sätt som vid inklinometrin beräknades positioner och rörelser. Dessutom beräknades hur stor del av tiden som handleden hålls stilla (rörelser <1°/s; Hansson och Mikkelsen 1997; Unge Byström et al. 2001).

Alla mätdata registrerades via personburna dataloggrar med minneskort med en kapacitet på 20 Mbytes (Hansson et al. in press).

Registrering av muskelaktivitet, arbetsställningar och –rörelser skedde under 4-5 timmars representativt blandningsarbete respektive maskinoperatörsarbete och efterbearbetning. Alla registreringar skedde bilateralt. Resultaten redovisas endast för höger sida.

Puls. Denna registrerades med utrustning för långtids-EKG. Registrering skedde under 24 timmar.

Observationer. En observationsmetod, (Ergonomic Workplace Analyses; EWA; Ahonen et al. 1989; Ohlsson et al. 1994) tillämpades för bedömning av samtliga arbetsstationer. Av metodens 14 arbetsmiljöfaktorer tillämpades de 10, som berör arbetsutrymme/arbetshöjder, fysisk aktivitet, lyft, arbetsställningar/-rörelser, arbetsinnehåll, låsta arbetsförhållanden, möjlighet till kommunikation, beslutsfattande, repetitivitet samt krav på uppmärksamhet. Bedömningen sker efter en 1-5 gradig skala, där högt värde innebär mycket ogynnsamma förhållanden.

För att ge perspektiv på belastningarna och sjukligheten, jämförs resultaten från gummiindustrin med undersökningar från en rad andra verksamheter utförda med samma metodik (**Tabell 18**).

Tabell 18.

Typ av arbete	Referens	Typ av arbete	Referens
CAD arbete	Unge Byström et al. 2002	Monteringsarbete	Ohlsson et al. 1995
Fastighetsskötsel	Ohlsson et al. 1994b	Plastgradning	Att publiceras
Fiskberedning	Nordander et al. 1999	Populationsstudie	Östergren et al. submitted
Formsprutning	Ohlsson et al. 1994b	Rörligt arbete	Ohlsson et al. 1995
Hemtjänst/Barndaghem	Nordander et al. 1999	Städarbete	Nordander et al. 2000
Kontorsarbete	Att publiceras	Tandläkararbete	Hansson et al. 2001
Kycklingfilettering	Ohlsson et al. 1994b	Träggolvstillverkning	Balogh et al. submitted
Laminatarbete	Nordander et al. 1999	Varierat industriarbete	Åkesson et al. 1997
	Hansson et al. 2001	Varierat kontorsarbete	Balogh et al. manuskript
	Balogh et al. submitted		Hansson et al. 2000a
	Juul-Kristensen et al. 2002		Ohlsson et al. 1994b
	Hansson et al. 2000a		Nordander et al. 1999
			Hansson et al. 2000a

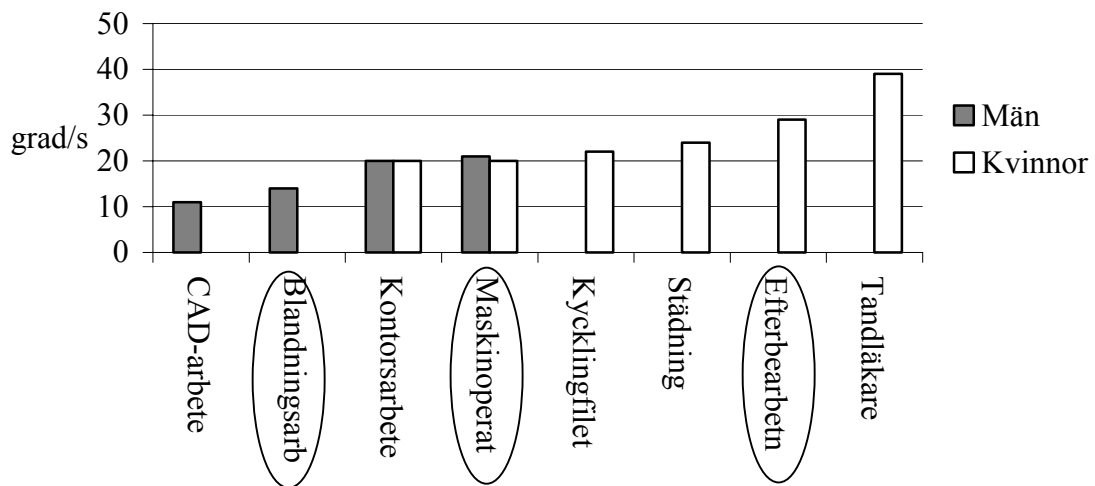
5.4. Resultat

5.4.1. Blandningsarbete

5.4.1.1 Fysisk exponering

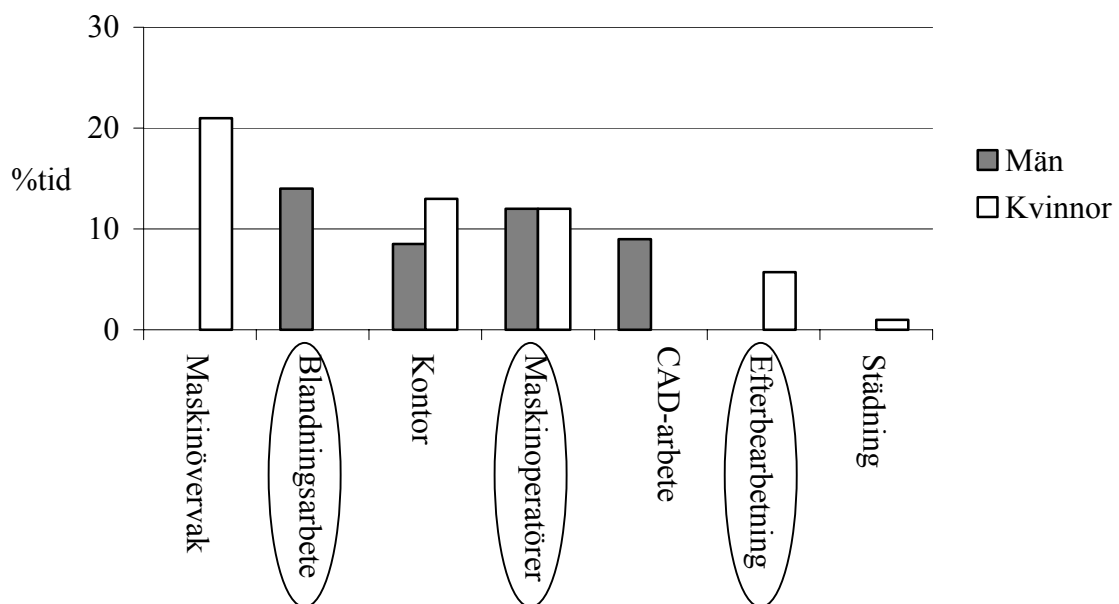
Den fysiska exponeringen mättes på två industrier, sammanlagt 14 personer, enbart män.

Nacke. Arbetet på blandningsavdelningarna innebär, att man under de olika momenten arbetar med huvudet i en relativt upprätt ställning, mindre än 14° framåtböjning under halva arbetstiden (**Figur 3**). Detta är mer gynnsamt än vad som uppmätts för flertalet andra undersökta grupper.



Figur 3. Framåtböjning av huvudet (50:e percentilen)

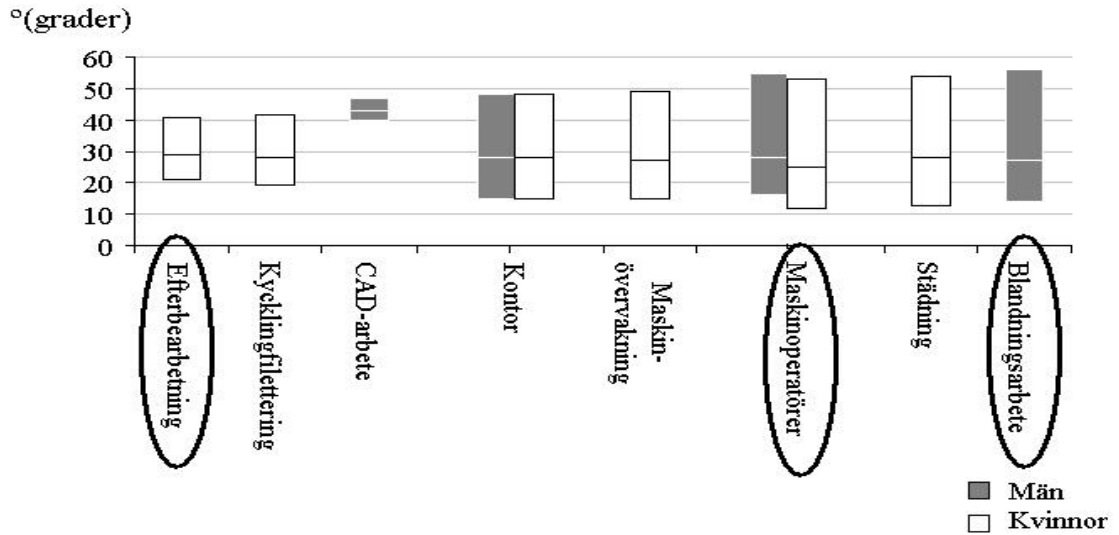
Vad beträffar den muskulära aktiviteten, var den genomsnittliga belastningen inte anmärkningsvärt hög. Möjligheten för muskulär återhämtning, ”vila”, i höger *m. trapezius*, finns under 14% av tiden (Figur 4). Detta är lägre än vid t ex maskinövervakning av en automatiserad arbetsprocess i träindustrin, där motsvarande mått var 21%.



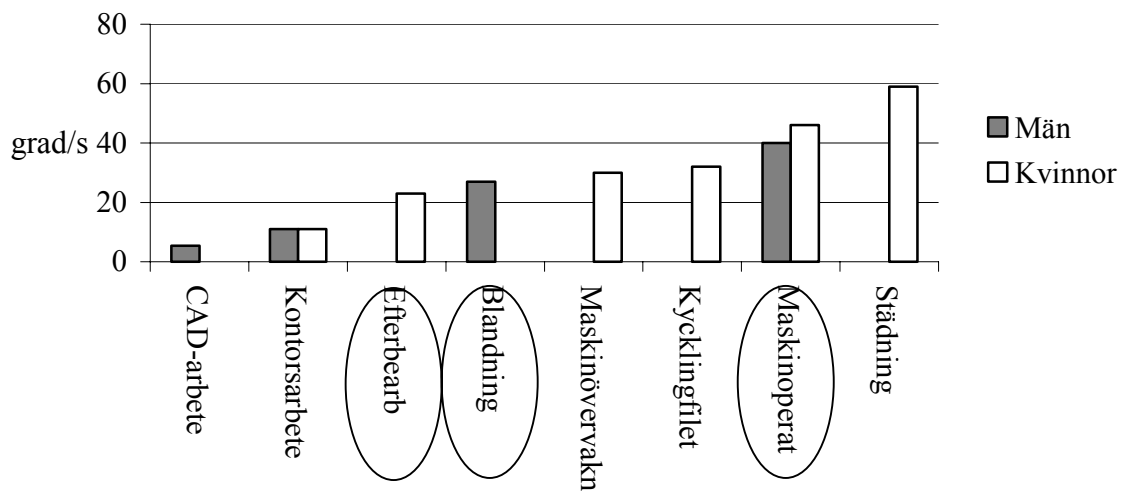
Figur 4. Muskulär ”vila”, höger *m. trapezius*

Axel. Arbete med gummiblandning innebär att man ofta arbetar med armarna högt, 10 % av tiden mer än 56° framåt/utåtförd arm (90:e percentilen). Arbetet är även dynamiskt för armarna, vilket framgår av att 10% av tiden är vinkeln mindre än 14° (Figur 5). Detta motsvarar, ungefär, rörelsemönstret under städarbete.

Medianrörelsehastigheten, 23 %/s, är däremot, endast hälften så hög som under städarbete (**Figur 6**).

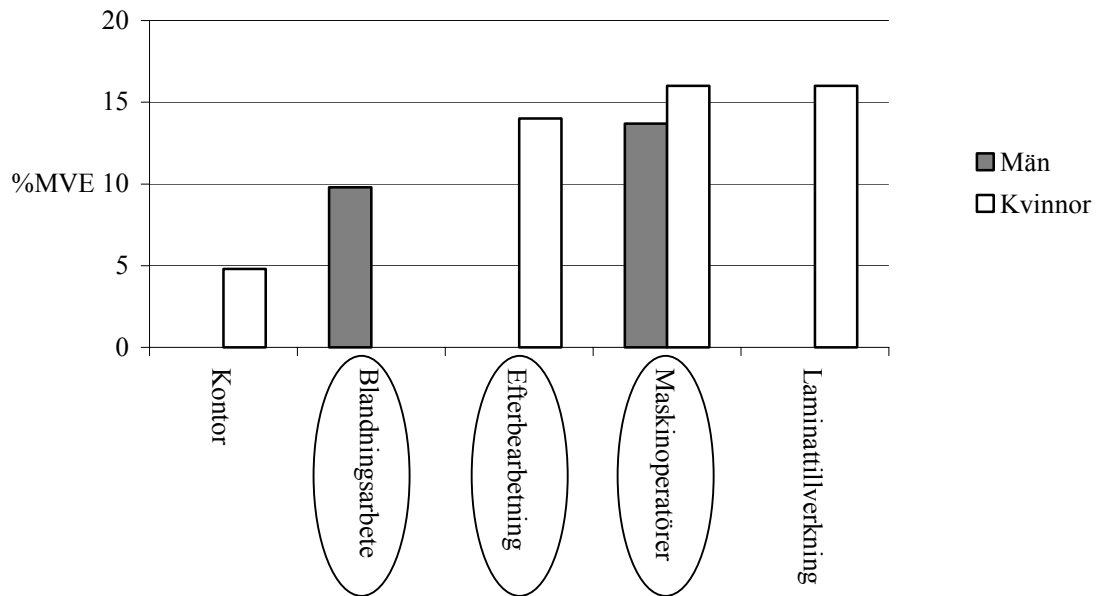


Figur 5. Höger överarmens vinkel mot lodlinjen (10:e, 50:e, 90:e percentilen)



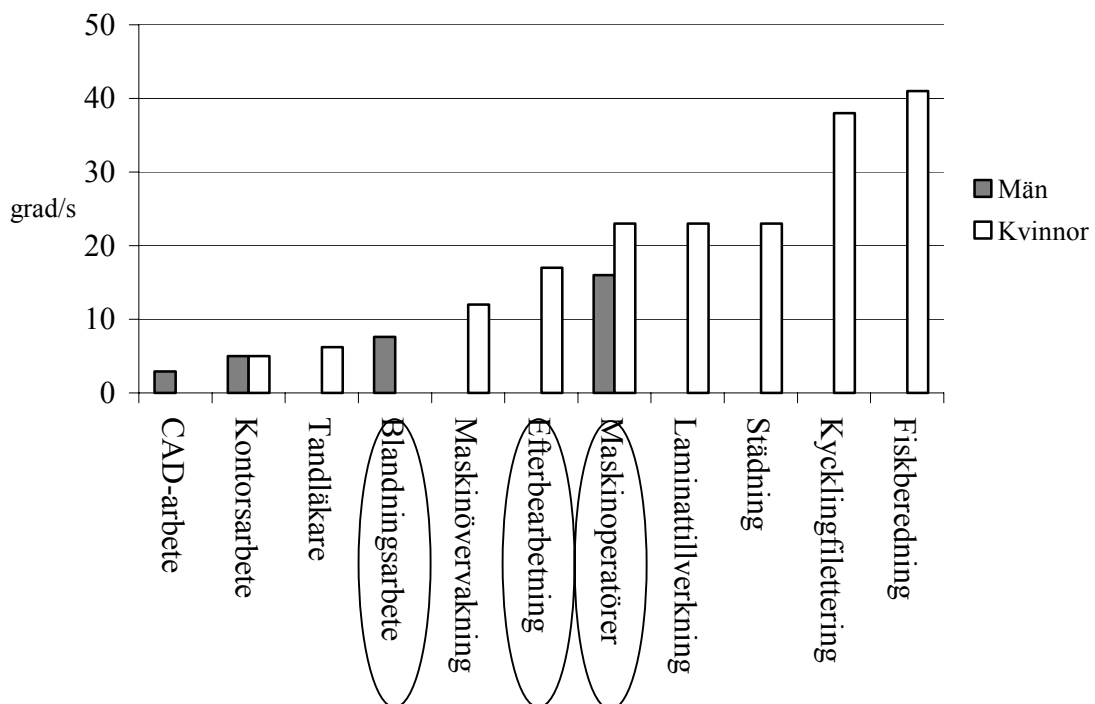
Figur 6. Rörelser i höger axelled (50:e percentilen)

Muskelaktiviteten i *m. infraspinatus* är för 90:e percentilen (toppbelastningen) 10%, vilket är lägre än i laminattillverkning, 16% (**Figur 7**).

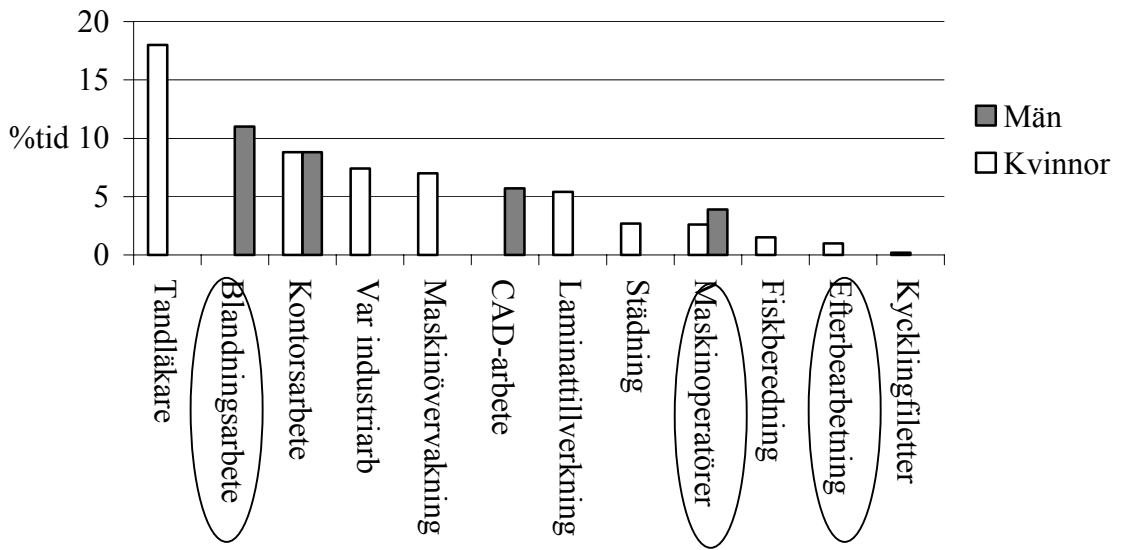


Figur 7. Toppbelastning (90:e percentilen), *m. infraspinatus* muskeln, höger

Hand och underarm. Blandningsarbetet kräver inte särdeles hög rörelsehastighet i handleden, lägre än 8 %/s under halva tiden (50:e percentilen; **Figur 8**). Detta kan jämföras med kvinnor i livsmedelsindustrin (fisk och kyckling), vars handledsrörelser är mycket snabba, 38-40 %/s. Vidare finns det möjligheter att hålla handen stilla (rörelsen är <1 %/s) under 11% av tiden (**Figur 9**). Detta är mer än i andra undersökta grupper.

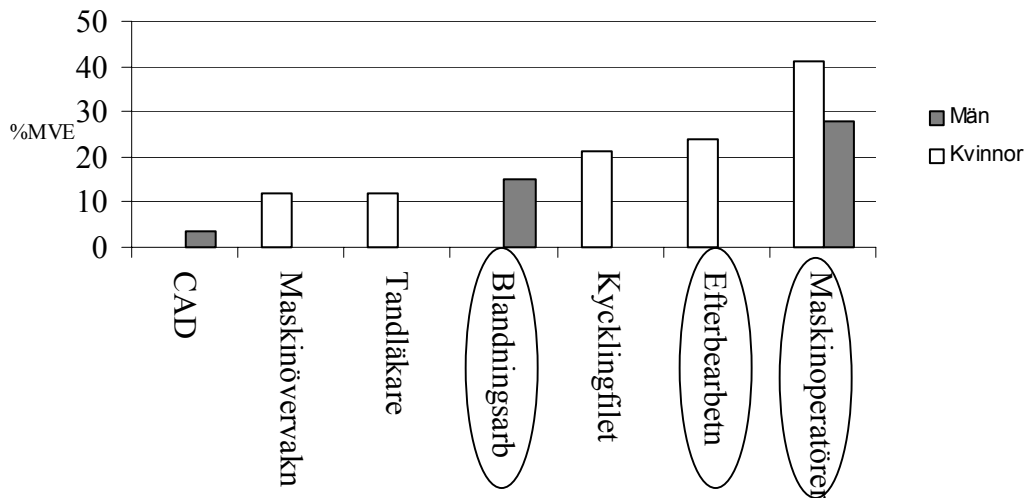


Figur 8. Handledsrörelser (50:e percentilen), höger

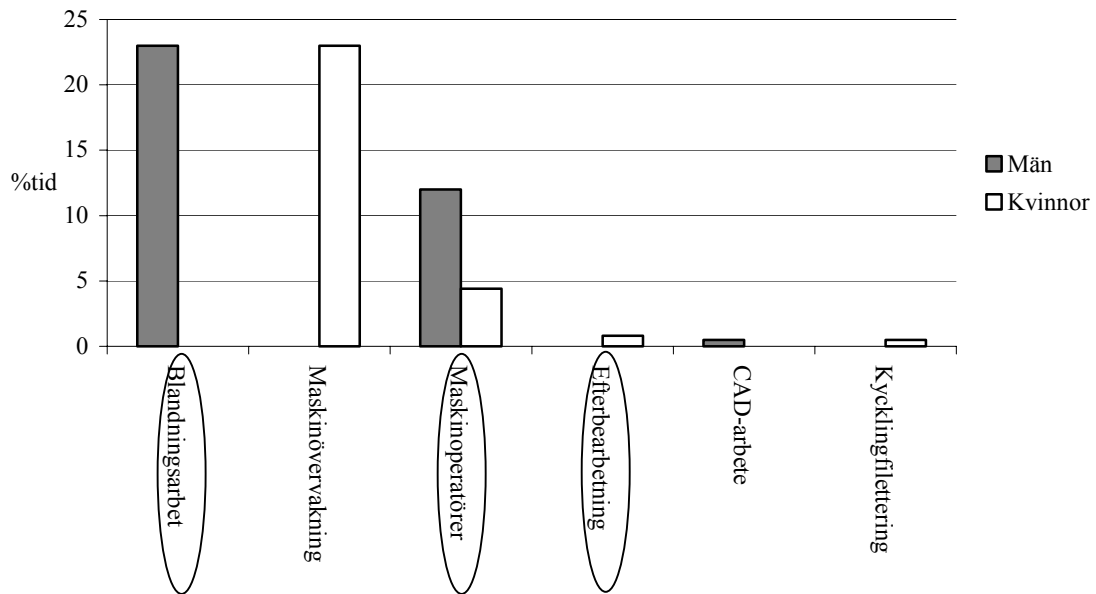


Figur 9. Handleden stilla (<math><1^\circ/s</math>), höger

Vad gäller underarmens extensorer är den 90:e percentilen 15 %MVE (Figur 10), vilket är 4 ggr så högt som bland män med en helt annan typ av arbete, konstruktionsarbete. Andel tid för ”vila” är 23%; detta motsvarar arbete vid maskinövervakning (Figur 11).

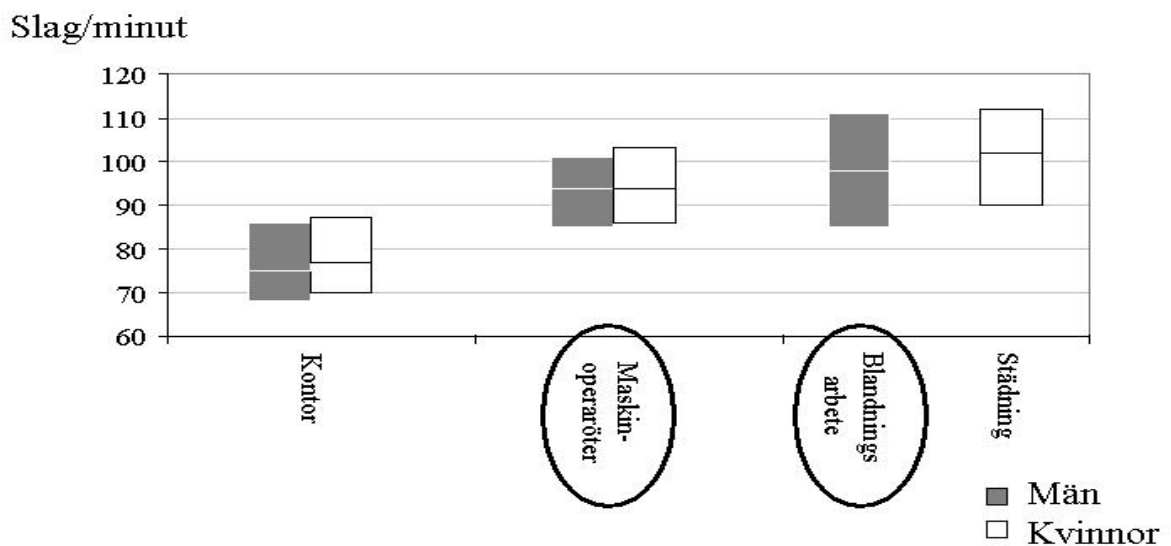


Figur 10. Toppbelastning (90:e percentilen), underarmsextensorer, höger



Figur 11. Muskulär ”vila”, underarmsextensorer, höger

Pulsfrekvens. Den cirkulatoriska belastningen, beräknad som pulsslag/min är genomsnittligt hög och visar stor variation under arbetsdagen. Under halva tiden arbetar man med en pulsfrekvens som överstiger 98 slag/min (**Figur 12**). Under 10% av tiden är pulsfrekvensen högre än 110 slag/min. Detta motsvarar i stort sett den cirkulatoriska belastningen i städarbete.

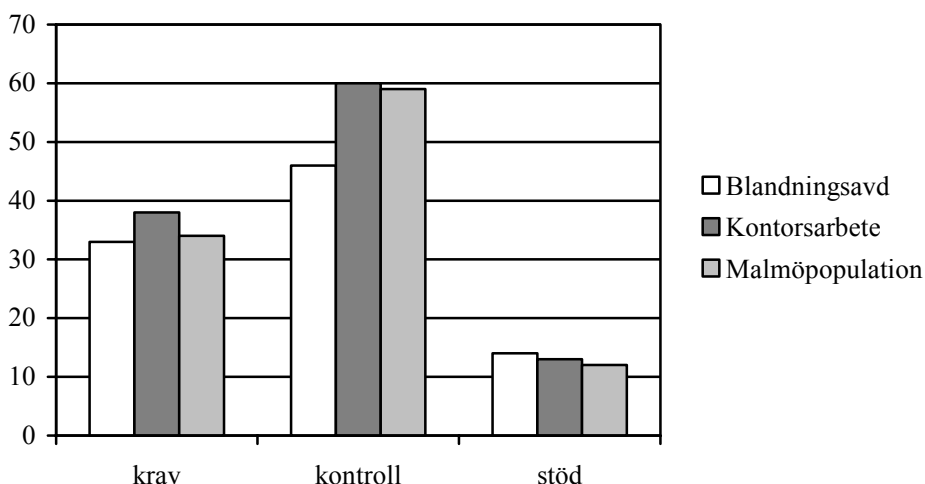


Figur 12. Pulsfrekvens under arbete (10'e, 50'e, 90'e percentilen)

Observerade arbetsmiljöförhållanden. I blandningsarbetet framstår tunga lyft och obekväma arbetsställningar som de mest ogynnsamma (grad 4). De andra faktorerna är bättre (grad 3).

5.4.1.2. Psykosocial arbetsmiljö.

Upplevelsen av egenkontroll i arbetet är lägre än för kontorsarbete. Så är fallet även vid jämförelse med en yrkesverksam kohort i Malmö (**Figur 13**). Även upplevda krav är lägre men inte lika uttalade. Det sociala stödet är å andra sidan något bättre.

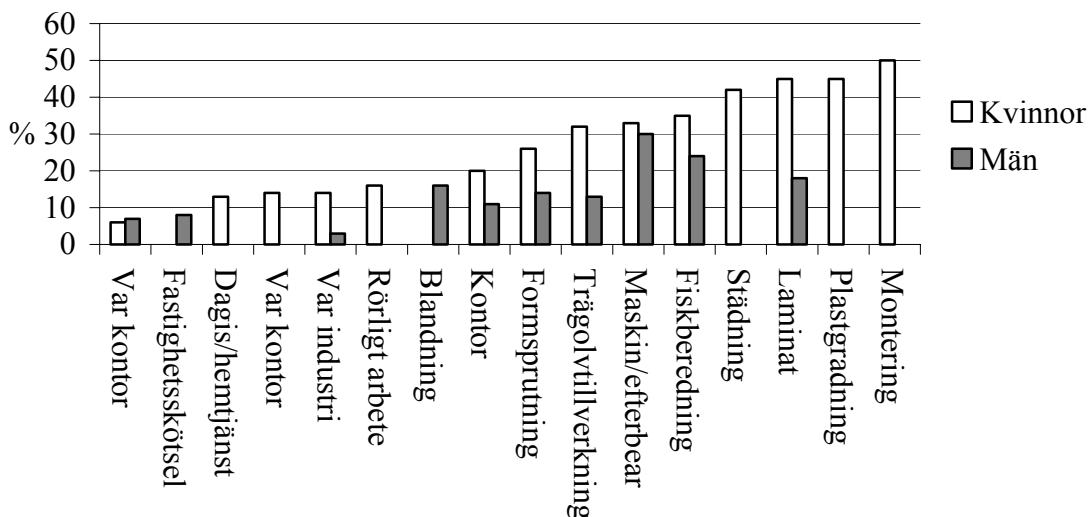


Figur 13. Psykosocial arbetsmiljö, jämfört med allmänbefolkningen i Malmö

5.4.1.3. Muskuloskeletal sjuklighet.

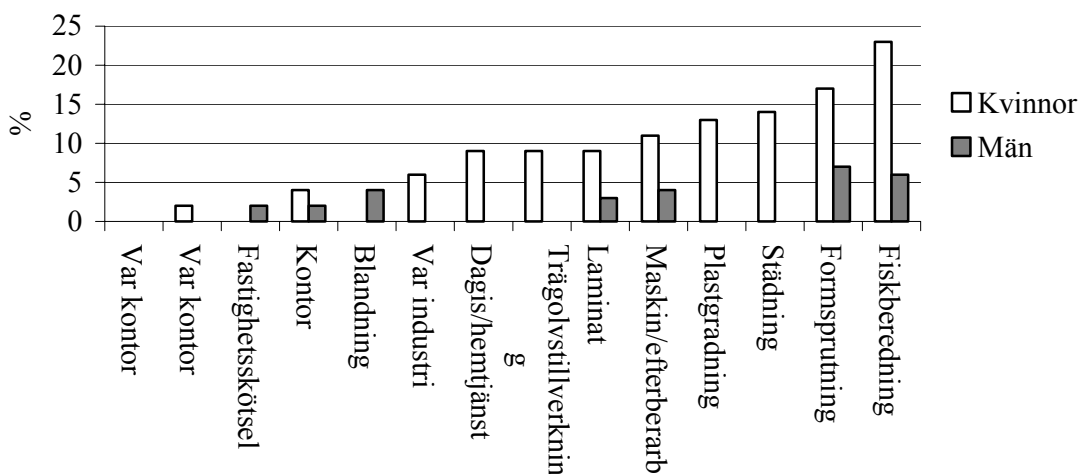
Arbetet på blandningsavdelningarna leder till förekomst av ohälsa i leder och muskler. Av de 75 män som undersökts rapporterade 27% aktuella besvär (senaste 7 dagar) från nacke/axlar och 19% från armbågar händer. Detta motsvarar i stora drag resultat i annat manligt industriarbete.

Vid den fysikaliska undersökningen konstaterades diagnoser i nacke/axlar hos 16%. Detta är i det närmaste lika många, som i laminatarbete (18%), men ca 3 ggr så många som i varierat industriarbete (**Figur 14**).



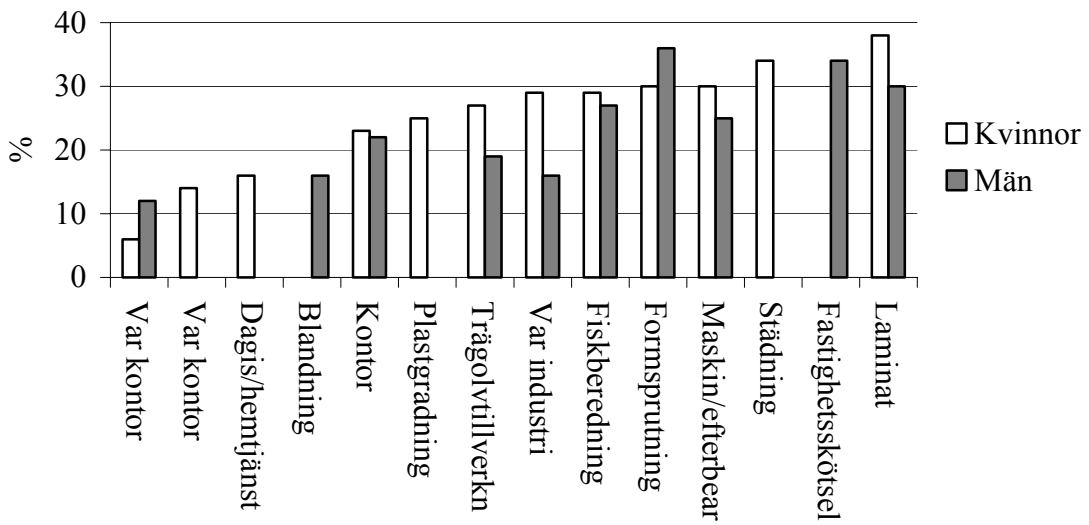
Figur 14. Andel med minst en diagnos i nacke/axel.

För armbågar/händer noterades hos 4% av männen minst 10 undersökningsfynd. Detta är lägre än i fiskberedning, men högre än för fastighetsskötare (**Figur 15**).

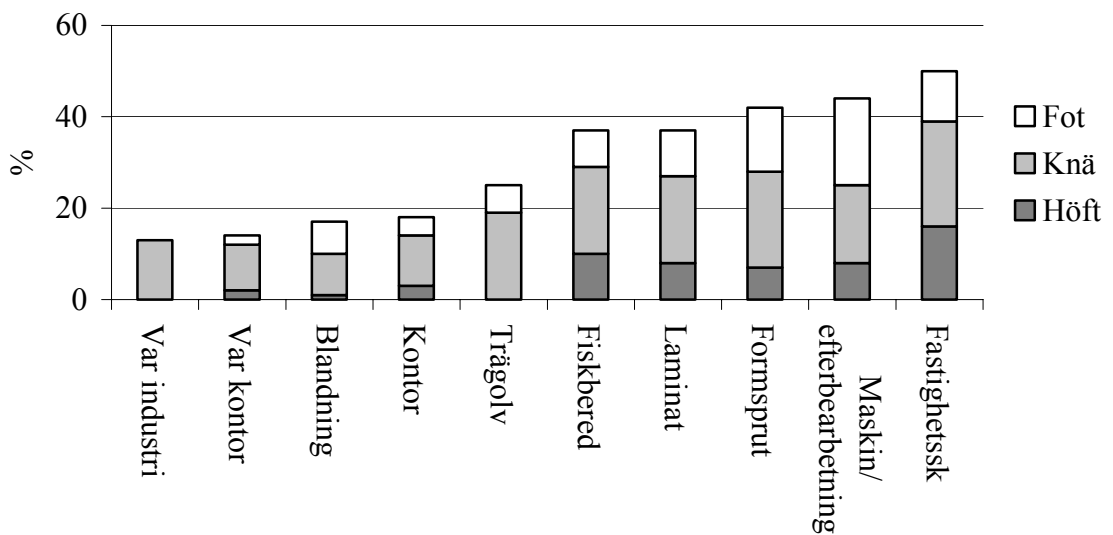


Figur 15. Andel med minst 10 undersökningsfynd i underarm/hand.

Vad beträffar egenskattade besvär från länderyggen rapporterade 16% aktuella besvär, vilket stämmer överens med manliga anställda i varierat industriarbete (**Figur 16**). Detta är betydligt lägre än hos män med ensidigt arbete (laminatstillverkning), samt inom fiskberedningsindustrin. Besvären från höfter, knä och fötter är totalt sett lägre än i flertalet av de andra undersökta grupperna (**Figur 17**).



Figur 16. Andel med besvär i ländryggen de senaste 7 dagarna.



Figur 17. Andel med besvär i höfter, knän respektive fötter de senaste 7 dagarna, män.

Huvuddelen av besvären upplevdes vara relaterade till tunga arbetsbelastningar vid blandnings- och valsmaskiner. Detta var tydligt framför allt för de med besvär i nacken och övre extremiteterna.

5.4.2. Maskinoperatörsarbete och efterbearbetning

5.4.2.1 Fysisk exponering

I en gummiindustri kvantifierades arbetsbelastningen hos sammanlagt 25 personer, 9 kvinnor och 8 män som arbetar som maskinoperatörer och 8 kvinnor med enbart efterbearbetning av gummiprodukter.

Nacke. Maskinoperatörsarbetet innebär en framåtböjd ställning i nacken, 50:e percentilen var 20°, dvs under hälften av tiden arbetar man med relativt stor framåtböjning (**Figur 3**). Detta gäller både kvinnor och män. Graden av framåtböjning är i samma storleksordning, som i arbete med kycklingfilettering. Enbart efterbearbetning i gummiindustrin innebär dock en ännu mer uttalad framåtböjning, 29°.

Andel tid för muskulär återhämtning, ”vila”, är i *m. trapezius* 12% i maskinoperatörsarbetet, lika för kvinnor och män (**Figur 4**). Endast hälften så lång tid för ”vila” registrerades under efterbearbetning, 6%. Av andra undersökta grupper är det endast städarbete, som visar lägre tid.

Axel. Inklinometerdata visar att arbete som maskinoperatör medför stora rörelser i axelleden. Spannet mellan 10:e och 90:e percentilerna är stora (**Figur 5**). 50:e percentilen är kring 25° för såväl kvinnor som män. Detta är i samma storleksordning som i flera av de andra undersökta grupperna. Dock är 90:e percentilen högre än vid maskinövervakning i träindustrin och kontorsarbete. Rörelsespannet är betydligt mindre vid efterbearbetning, och kan jämföras med annat sittande ensidigt arbete, som kycklingfilettering.

Dessa mått, i kombination med rörelsehastigheterna, visar dynamiken i maskinoperatörs-arbetet. 50:e percentilen för hastigheten är 40 %/s för männen och något högre, 46 %/s för kvinnorna (**Figur 6**). Endast städarbetet visar en högre hastighet. Efterarbetning innebär att 50:e percentilen är 23 %/s, således ca hälften av värdet för kvinnorna i pressarbetet.

Arbetet som maskinoperatör innebär en aktivitet i *m. infraspinatus*, där 90:e percentilen är 16 %MVE för kvinnorna – något högre än för männen vars värde var 14 %MVE (**Figur 7**). Detta är i samma nivå som vid annat armintensivt arbete, som laminattillverkning. Efterbearbetning kräver lika stor ”toppbelastning” som för männen i maskinoperatörsarbetet.

Händer/underarmar. Beräkning av rörelsehastigheten i handlederna visar att, maskinoperatörerna arbetar med en hög hastighet, 50:e percentilen är 23 %/s respektive 16 %/s för män och kvinnor (**Figur 8**). För kvinnorna är detta lika mycket som i laminattillverkning, städarbete och i fiskberedning. I jämförelse med annan typ av industriarbete, maskinövervakning, är detta en dubbelt så hög hastighet. Efterbearbetning innebär däremot en något lägre hastighet, 17 %/s än för de kvinnliga maskinoperatörerna.

Vad gäller den extremt låga hastigheten, $<1^{\circ}/s$, är andelen låg, för kvinnorna lägre än för männen (**Figur 9**). Endast 3% av tiden är händerna stilla hos de kvinnliga maskinoperatörerna. Detta är lika kort tid som under städarbete. Efterarbete innebär en ännu mindre andel tid med handen stilla, endast 1%;. bara kycklingfilettering innebär kortare.

Aktiviteten i underarmens extensorer är hög för män och ännu högre för kvinnor (**Figur 10**). Kvinnorna måste under 10% av arbetstiden utnyttja $>40\%$ av sin maximala kapacitet mot $>28\%$ för männen. För såväl kvinnor som män är detta betydligt mer än för de andra undersökta grupperna. Efterbearbetning kräver något lägre kraft, 90:e percentilen är här 24 %MVE.

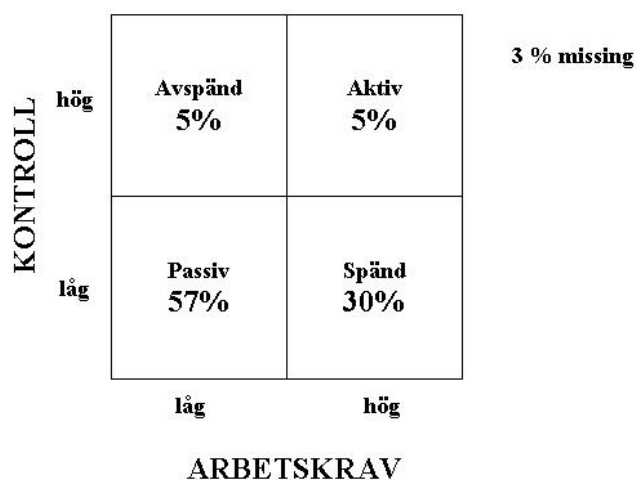
Kraven i maskinoperatörsarbetet avspeglas också genom små möjligheter till muskulär återhämtning. Denna är låg, i synnerhet för kvinnorna, endast 4% av tiden (**Figur 11**). Detta är ca 3 ggr lägre än för männen. Efterbearbetning är dock den arbetsuppgift som har lägst andel "vila", endast under 0,8% av tiden. Detta är lika lite som vid kycklingfilettering.

Pulsfrekvens. I maskinskötararbetet är 50:e percentilen för pulsfrekvensen 94 slag/min, samma för män och kvinnor (**Figur 12**). Jämfört med blandningsarbetet är pulsen mera jämn under dagen 85 till strax över 100 slag/minut.

Observerade arbetsmiljöförhållande. Beträffande arbete vid formsprutorna erhöll följande faktorer värde 4 eller 5: repetitivitet, låsta arbetssituationer, ogynnsamma arbetsställningar samt i viss mån begränsat arbetsutrymme. Efterbearbetningen, som är ännu mer kortcykligt, erhöll värdet 5 för repetitivitet, medan krav på uppmärksamhet fick 4 och den fysiska aktiviteten var alltför låg.

5.4.2.2. Psykosocial arbetsmiljö

Det förelåg inga skillnader mellan män och kvinnor avseende upplevelsen av den psykosociala arbetsmiljön. Dock karakteriseras gruppen av att 57% upplever såväl låga krav som låg kontroll, dvs en "passiv" situation (**Figur 18**). Resultaten har beräknats utifrån en undersökning av en stor population i Skåne. I jämförelse med icke facklärda arbetare upplever endast 10% av gruppen en hög kontroll, jämfört med 21% för de icke facklärda.



Figur 18. Psykosocial arbetsmiljö i maskinoperatörs och efterbearbetningsarbete, jämfört med allmänbefolkningen i Skåne

5.4.2.3. Muskuloskeletal sjuklighet

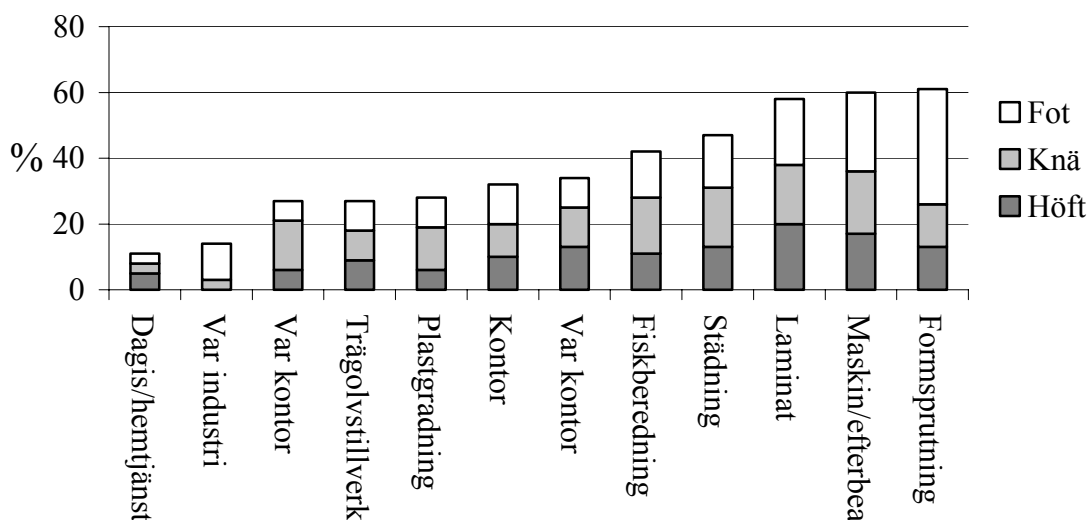
Av de 82 kvinnorna, med maskinoperatörsarbete och efterbearbetning, rapporterade så många som 59% aktuella besvär (besvär senaste 7 dagar) från nacke/skuldra, och 56% från armbågar/händer. Bland de 36 männen var besvär inte fullt så vanliga, 42% hade aktuella besvär i nacke/skuldra och 28% i armbågar/händer.

Vid den fysikaliska undersökningen konstaterades däremot att prevalensen av minst en diagnos i nacke/axlar var nästan lika hög bland kvinnor och män, 32 respektive 28% (**Figur 14**). Sjukligheten var hög jämfört med personer med varierat arbete; fördubblad för kvinnor och fyrdubblad för män. För kvinnornas del är nack/axelsjukdomarna jämförbara med kvinnor i fiskberedningsindustri samt annat maskinoperatörsarbete och trägolvstillverkning. Däremot är prevalensen för männen högre än i annat ensidigt industriarbete som laminattillverkning där den är 18% och i det närmaste dubbelt så hög som på blandningsavdelningarna.

Vid den fysikaliska undersökningen av armbågar/händer var andelen med minst 10 fynd, dubbelt så hög bland kvinnorna som bland männen (**Figur 15**). För kvinnorna motsvarar detta prevalensen i jämförbara verksamheter, för männen är siffran lägre.

För såväl kvinnor som män är prevalensen rapporterade besvär från ländryggen ungefär jämförbar med annat industriarbete, men högre än för t ex varierat kontorsarbete (**Figur 16**). Andelen rapporterade besvär från höfter och knän är något högre bland kvinnorna än bland männen och jämförbart med annat gående och

stående industriarbete som t ex laminattillverkning. Så många som nästan var fjärde person, 23 % rapporterade besvär från fötter/fotleder (**Figur 17, 19**).



Figur 19. Andel med besvär i höfter, knän respektive fötter de senaste 7 dagarna, kvinnor.

Av självrapporterade besvär uppgavs huvuddelen vara relaterade till faktorer i arbetsmiljön. Detta var mest tydligt för nacken och övre extremiteterna.

5.5. Diskussion

Arbetet i gummiindustrin karaktäriseras av ogynnsamma och ofta låsta arbetsställningar. Vanligen är arbetet även kortcykligt och ensidigt, framför allt i maskinoperatörsarbete och i synnerhet vid efterbearbetning. Blandningsarbete har betydligt längre cykler, men kräver ofta tunga lyft. Dessa förhållande framgår av såväl observationsmetoden, som av de direkta mätningarna av exponeringen. Konsekvenserna av dessa arbetsbelastningar har tydliggjorts genom såväl registrering av subjektiva besvär som genom fysikalisk undersökning. Således medför arbete på blandningsavdelningarna, maskinoperatörsarbete såväl som efterbearbetning en påfallande risk för muskuloskeletal sjuklighet, i synnerhet i nacke/axlar. Detta är mest tydligt för maskinoperatörer och de som arbetar med efterbearbetning. Kvinnor vid formsprutningsmaskinerna drabbas oftare av besvär i armbågar/händer.

Sjukligheten bland *blandningsarbetare* är hög jämfört med andra undersökta grupper med varierat arbete. Detta kan förklaras av att blandningsarbetet medför många tunga lyft och obekväma arbetsställningar. En del av arbetet utförs med lyfta armar, vilket är mycket påfrestande för axlarna (10% av tiden >56° elevation av armen). Det är väl känt att arbete i sådana armpositioner innebär ökad risk för rotatorcuffstendinit i axeln (Styf 2001). Arbetet är fysiskt tungt, vilket avspeglar sig i pulsfrekvensen. I detta arbete finns emellertid samtidigt goda möjligheter till återhämtning, då musklerna får slappna av och händerna hålls stilla, vilket är ytterst

väsentligt för att förebygga sjukdom. På grund av arbetets karaktär finns sannolikt en selektion av starka män till denna grupp, vilket påverkar de uppmätta muskelbelastningarna som anges i procent av maximal kapacitet.

Liksom i andra undersökta grupper med liknande typ av ensidigt repetitivt arbete finns en hög förekomst av arbetsrelaterad sjuklighet i gruppen *maskinoperatörer och efterbearbetare*. Var tredje såväl man som kvinna har minst en klinisk diagnos i nacke/axel. 1. Sjukligheten kan förklaras av flera olika faktorer som framgår av mätningar och observationer: Även i maskinoperatörsarbetet förekommer arbete med lyfta armar, vilket medför risk för axelbesvär (se ovan). Här förekommer dessutom höga rörelsehastigheter i axelleden (>40 °/s), vilket ytterligare ökar risken. 2. Att ta ut detaljer ur maskinerna är mycket kraftkrävande, något som drabbar främst kvinnorna. Vi fann att kvinnorna arbetar med en hög andel av sin kapacitet vad gäller extensorerna i underarmen. Detta i kombination med en hög rörelsehastigheter i handleden ger ökad risk för epicondyliter och carpaltunnelsyndrom (Vingård 2001). 3. Kortcykligt arbete medför dessutom ofta liten möjlighet till muskulär avslappning och återhämtning, då händerna och samtidigt *m.trapezius* är aktiva under huvuddelen av arbetscykeln. Detta avspeglas som låg muskulär ”vila”, och ses allra tydligast under efterbearbetning (6% i *m.trapezius*). 4. Efterbearbetningen är mycket synkrävande vilket avspeglar sig som en kraftig framåtböjning av nacken under lång tid (>29° under halva arbetsdagen).

Vid mätningarna framkom således att under efterbearbetning får man minst möjlighet till ”vila” i aktuella muskler, arbetet sker med kraftig framåtböjning i nacken samt begränsade rörelser i axelleden. Man kan notera att endast kvinnor arbetar med dessa uppgifter. Detta är också de typiska dragen för många andra kvinnliga industriarbeten med hög sjuklighet. Sådant arbete är till synes fysiskt lätt pga genomsnittligt låg muskelaktivitet, men medför trots detta en hög risk för besvär.

Vid formsprutningen arbetar kvinnor och män med identiska arbetsuppgifter. Det visar sig, att dessa uppgifter innebär större belastningar för kvinnorna. Detta är tydligast för kraftutnyttjandet under handgrepp, som visas genom en hög toppbelastning. Ytterligare skillnader, som i muskulär ”vila” och rörelsehastigheter kan delvis bero på att kvinnorna i högre grad utnyttjar pauser under arbetet vid maskinerna till t ex efterbearbetning.

En jämförelse av den fysiska exponeringen vid de olika maskinerna visade att belastningen varierar något, vilket är gynnsamt och utnyttjas i befintligt rotationssystem. Skillnaden är dock inte tillräckligt stor för att förebygga uppkomst av besvär.

Sammanfattningsvis fann vi i de undersökta grupperna en hög prevalens av arbetsrelaterad ohälsa, och ogynnsam fysisk belastning. Det är välkänt att en sådan arbetssituation på sikt medför såväl kort- som långtidssjukskrivning och betydande kostnader för såväl individ, företag som samhälle. Nödvändigheten av förebyggande insatser är således uppenbar.

5.6. Förslag till åtgärdsarbete

Eftersom arbetet har visat ge hög muskuloskeletal sjuklighet och arbetsuppgifterna är belastande och i vissa fall kräver ett högt utnyttjande av den fysiska kapaciteten, bör förbättrande åtgärder vidtagas. Först och främst bör förbättringar av klassiska ergonomiska förhållande, som arbetshöjder, synförhållande, placering av reglage och lyfthjälpmiddel, genomföras.

Den förekommande organiserade rotationen mellan olika maskiner och arbetsuppgifter, bör utvidgas, då belastningen skiljer något mellan dessa. En begränsad positiv effekt av rotationen kan förväntas. Rotationen upplevs också upplevs av arbetstagarna. Vi föreslår att man roterar oftare; flera gånger per dag, och att man låter fler arbetsuppgifter ingå i systemet.

Samtliga arbetsuppgifter är emellertid ensidigt repetitiva, och möjlighet till återhämtning i muskler och ligamentstrukturer saknas under arbetsdagen. Mer genomgripande insatser måste ske, och har i viss mån redan införts, (exempelvis automatiserade processer). För avsyningsarbete kan ny teknik såsom bildbehandling, lösa de svåra synkraven.

I takt med att ny teknik införs, är det viktigt att dessa ingår i de organiserade arbetsrotationen.

5.7. Fortsatt forskning och utveckling

För att förebygga belastningssjukdom behövs ett tydligt regelverk för fysiska belastningar. Det måste baseras på solid kunskap om samband mellan belastning och ohälsa. För att etablera sådan kunskap krävs att belastning registreras på ett objektivt sätt.

Bra mätmetoder har varit en viktig förutsättning för att framgångsrikt bekämpa andra hälsorisker. Inom ergonomiområdet är dock möjligheten att objektivt registrera belastning hittills begränsad. Därför fordras en satsning på att utveckla metoder, som kan användas för objektiv, kvantitativ, registrering av fysisk belastning (avseende kroppsställningar, rörelser och muskelaktivitet) ”i fält” (i gummiindustrin och på andra arbetsplatser med tungt och ensidigt arbete). Genom detta uppnår man möjlighet att beskriva sambanden mellan sådan belastning och besvär/sjukom i muskler och leder. Denna information kan användas för att fastställa vid vilken nivå man kan arbeta utan ökad risk. Sådan kunskap ger möjlighet till framgångsrikt preventivt arbete.

Förutom att öka kunskapen kan objektiva mätmetoder ge arbetsmiljömyndigheterna bättre underlag och större möjlighet att följa och utvärdera förändringar i arbetslivet.

6. REFERENSER

Ahonen M, Launis M, Kourinka T. Ergonomic workplace analyses Finnish Institute of Occupational Health, Helsingfors, 1989.

Albro PW, Thomas R, Fishbein L. (1973) Metabolism of diethylhexyl phthalate by rats. Isolation and characterization of the urinary metabolites. *J Chromatogr.* 76: 321-30.

Alexandersson R, Gustafsson P, Hedenstierna G, Rosen G. (1986) Exposure to naphthalene-diisocyanate in a rubber plant: symptoms and lung function. *Arch Environ Health* 41:85-9.

Balogh I, Ørbæk P, Ohlsson K, Nordander C, Unge Byström J, Winkel J, Hansson G-Å, and the Malmö Shoulder/Neck Study Group. Self-assessed and direct measured physical activities – influence of musculoskeletal complaints. Submitted.

Bue Bjorner J. (1996) Self-rated health: a useful concept in research, prevention and clinical medicine. Swedish council for planning and coordination of research, report 1996:9.

Bongers PM, de Winter CR, Kompier MAJ, Hildebrandt VH. (1993) Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scand J Environ Health.* 19: 297-312.

Delfino RJ. (2002) Epidemiologic evidence for asthma and exposure to air toxics: linkages between occupational, indoor, and community air pollution research. *Environ Health Perspect* 110 Suppl 4:573-89

Cox C, Hee SS, Tolos WP. (1998) Biological monitoring of workers exposed to carbon disulfide. *Am J Ind Med.* 33 :48-54.

Dost AA, Redman D, Cox G. (2000) Exposure to rubber fume and rubber process dust in the general rubber goods, tyre manufacturing and retread industries. *Ann Occup Hyg.* 44(5):329-42.

Fregert S. Occupational dermatitis in a 10-year material. *Contact Dermatitis* 1975;1:96-107.

Fine LJ, Peters JM. (1976) Respiratory morbidity in rubber workers: I. Prevalence of respiratory symptoms and disease in curing workers. *Arch Environ Health*;31:5-9.

Gamble JF, McMichael AJ, Williams T, Battigelli M (1976) Respiratory function and symptoms: an environmental-epidemiological study of rubber workers exposed to a phenoilformaldehyde type resin. *Am Ind Hyg Assoc J*;37:499-513.

Goldberg D, Williams PA. Users Guide to the General Health Questionnaire. Oxford: NFER-Nelson 1988.

- Gustavsson P, Hogstedt C, Holmberg B. Mortality and incidence of cancer among Swedish rubber workers, 1952-1981. *Scand J Work Environ Health* 1986;12:538-44.
- Hansson G-Å, Balogh I, Ohlsson K, Rylander L, Skerfving S. (1996) Goniometer measurements and computer analysis of wrist angles and movements applied to occupational repetitive work. *J Electromyogr Kinesiol.* 6: 23-35.
- Hansson G-Å, Mikkelsen S. (1997) Kinematic evaluation of occupational work. *Advances in Occupational Medicine and Rehabilitation* 3: 57-69.
- Hansson G-Å, Balogh I, Ohlsson K, Pålsson B, Rylander L, Skerfving S. (2000a) Impact of physical exposure on neck and upper limb disorders in female workers. *Appl Ergon.* 31: 301-310.
- Hansson G-Å, Nordander C, Asterland P, Ohlsson K, Strömberg U, Skerfving S, Rempel D. (2000b) Sensitivity of *trapezius* electromyography to differences between work tasks – influence of gap definition and normalisation methods. *J Electromyogr Kinesiol.* 10: 103-15.
- Hansson G-Å, Asterland P, Holmer, N-G, Skerfving S. (2001) Validity and reliability of triaxial accelerometers for inclinometry in posture analysis. *Med Biol Eng Comput.* 39: 405-13.
- Hansson G-Å, Asterland P, Kellerman M. Modular data logger system for physical workload measurements. *Ergonomics.* In press.
- Hein DW. (1988) Acetylator genotype and arylamine-induced carcinogenesis. *Biochim Biophys Acta.* 948: 37-66.
- Ibald-Mulli A, Wichmann HE, Kreyling W, Peters A. (2002) Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. *J Aerosol Med Summer*;15:189-201.
- Iwersen-Bergmann S, Schmoldt A. (2000) Acute intoxication with aniline: detection of acetaminophen as aniline metabolite. *Int J Legal Med.* 113: 171-4.
- Jongeneelen FJ, Anzion RBM. (1991) 1-Hydroxypyrene. In: Angerer J, Schaller KH (ed) *Analysis of hazardous substances in biological materials*, vol 3. Wiley-VCH, Weinheim.
- Jongeneelen FJ. (2001) Benchmark guideline for urinary 1-hydroxypyrene as biomarker of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Ann Occup Hyg.* 45: 3-13.
- Juul-Kristensen B, Fallentin N, Hansson G-Å, Madeleine P, Andersen JH, Ekdahl C. (2002) Physical workload during manual and mechanical deboning of poultry. *Int J Ind Ergon.* 29: 107-15.

Jönsson BAG, Jonas Richthoff J, Rylander L, Giwercman A, Hagmar L. Levels of urinary phthalate metabolites in young Swedish males from the general population and the association between these levels and markers of reproductive function. Manuskript.

Kanerva L, Estlander T, Jolanki R. Occupational allergic contact dermatitis caused by thiourea compounds. *Contact Dermatitis* 1994;31:242-8.

Karasekk R A, Theorell T. Healty work. Stress, productivity and reconstruction of working life., sid 31-157. Basic Books Inc. Publishers, New York, 1990.

Klein RG. (1991) *IARC Sci Publ.* 105: 322-328.

Korsan-Bengtzen K, Wilhelmsen L, Tibblin G. Blood coagulation and fibrinolysis in a random sample of 788 men 54 years old. II. Relations of the variables to "risk factors" for myocardial infarction. *Thromb Diath Haemorrh* 1972;28:99-108.

Kourinka I, Jonsson B, Kilbom Å, Vinterberg H, Biering-Sørensen F. (1987) Standardized Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics.* 18: 233-7.

Lewis R. (1999) Overview of the rubber industry and tire manufacturing. *Occup Med* 14:707-18.

Meijer E, Heederik D, Kromhout H. (1998) Pulmonary effects of inhaled dust and fumes: exposure-response study in rubber workers. *Am J Ind Med* 33:16-23.

Netherlands Healt Council (Gezondheidsraad) (1994) Heath based calculated occupational cancer risk values. DECOS-committe. The Hague, The Netherlands.

Nordander C, Ohlsson K, Balogh I, Rylander L, Pålsson B, Skerfving S. (1999) Fish processing work: the impact of two sex dependent exposure profiles on musculoskeletal health. *Occup Environ Med.* 56: 256-64.

Nordander C, Hansson G-Å, Rylander L, Asterland P, Unge Byström J, Ohlsson K, Balogh I, Skerfving S. (2000) Muscular rest and gap frequency as EMG measures of physical exposure: the impact of work tasks and individual related factors. *Ergonomics.* 43: 1904-19.

Norlund A, Pålsson B, Ohlsson K, Skerfving S. (2000) Economic consequences of occupational disorders in women with repetitive industrial work. *Eur J Publ Health.* 10: 127-132.

Oberdorster G. (2001) Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles. *Int Arch Occup Environ Health* 74:1-8.

- Ohlsson K, Attewell RG, Ahlm A, Johnsson B, Skerfving S. (1994a) An assessment of neck/upper extremity disorders by questionnaire and clinical examination. *Ergonomics*. 5: 891-7.
- Ohlsson K, Hansson G-Å, Balogh I, Strömberg U, Pålsson B, Nordander C, Rylander L, Skerfving S. (1994b) Disorders of the neck and upper limbs in women in the fish processing industry. *Occup Environ Med*. 51: 826-32.
- Ohlsson K, Attewell RG, Pålsson B, Karlsson B, Balogh I, Johnsson B, Ahlm A, Skerfving S. (1995) Repetitive industrial work and neck and upper limb disorders in females. *Am J Tnd Med*. 27: 731-47.
- Penttinen P, Timonen KL, Tiittanen P, Mirme A, Ruuskanen J, Pekkanen J. (2001) Number concentration and size of particles in urban air: effects on spirometric lung function in adult asthmatic subjects. *Environ Health Perspect* 109:319-23.
- Pålsson B, Horstmann V, Attewell RG, Ohlsson K, Skerfving S. (1997) Sick-leave and disability pensions among female assembly workers. *Eur J Public Health*. 7: 162-8.
- Rask-Andersen A, Boman J, Grangsjö A, Silverdal M, Lindberg M, Lundberg M, Svensson L. (2000) Asthma, skin symptoms, and allergy in a condom factory. *Allergy* ;55:836-41.
- Salvi S, Holgate ST. (1999) Mechanisms of particulate matter toxicity. *Clin Exp Allergy*;29:1187-94.
- Straif K, Weiland SK, Bungers M, Holthenrich D, Taeger D, Yi S, Keil U. (2000) Exposure to high concentrations of nitrosamines and cancer mortality among a cohort of rubber workers. *Occup Environ Med*. 57: 180-7.
- Schwartz J. Air pollution and blood markers of cardiovascular risk. *Environ Health Perspect* 2001;109 Suppl 3:405-9.
- Styf J. Skulderbesvär och arbete. I Hansson T, Westerholm P (red). *Arbete och besvär i rörelseorganen. En vetenskaplig värdering av frågor om samband. Arbete och Hälsa* 2001:12. Arbetslivsinstitutet, Solna.
- Talaska G, Maier A, Henn S, Booth-Jones A, Tsuneoka Y, Vermeulen R, Schumann BL. (2002) Carcinogen biomonitoring in human exposures and laboratory research: validation and application to human occupational. *Toxicol Lett*. 134: 39-49.
- Toeppen-Sprigg B. Management of dermatitis in the rubber manufacturing industry. *Occup Med* 1999;14:797-818.
- Tuchsen F, Hannerz H. (2000) Social and occupational differences in chronic obstructive lung disease in Denmark 1981-1993. *Am J Ind Med* 37:300-6.

Unge Byström J, Hansson G-Å, Rylander L, Ohlsson K, Källrot G, Skerfving S. (2002) Physical workload on neck and upper limb using two CAD applications. *Appl Ergon.* 33: 63-74.

Veiersted K.B., Westgaard R. H., Andersen P. (1993) Electromyographic evaluation of muscular work pattern as a predictor of *trapezius* myalgia. *Scand. J. Work Environ.* 19: 284-90.

Vermeulen R, de Hartog J, Swuste P, Kromhout H. (2000) Trends in exposure to inhalable particulate and dermal contamination in the rubber manufacturing industry: effectiveness of control measures implemented over a nine-year period. *Ann Occup Hyg.* 44: 343-54.

Vermeulen R, Kromhout H, Bruynzeel DP, de Boer EM. (2000) Ascertainment of hand dermatitis using a symptom-based questionnaire; applicability in an industrial population. *Contact Dermatitis*;42:202-6.

Vermeulen R, Kromhout H, Bruynzeel DP, de Boer EM, Brunekreef B. (2001) Dermal exposure, handwashing, and hand dermatitis in the rubber manufacturing industry. *Epidemiology* 12:350-4.

Vingård E. Epicondylit och arbete. Karpaltunnelsyndrom. I Hansson T, Westerholm P (red). *Arbete och besvär i rörelseorganen. En vetenskaplig värdering av frågor om samband. Arbete och Hälsa 2001:12.* Arbetslivsinstitutet, Solna.

Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Doko-Jelinic J, Budak A. (1996) Longitudinal study of respiratory findings in rubber workers. *Am J Ind Med*;30:171-9.

Åkesson I, Hansson G-Å, Balogh I, Moritz U, Skerfving S. (1997) Quantifying work load in neck shoulders and wrists in female dentists. *Int Arch Occup Environ Health.* 69: 461-74.

Östergren PO, Hansson BS, Balogh I, Ektor-Andersen J, Isacson A, Ørbaek, Winkel J, Isacson SO and The Malmö Shoulder Neck Study group. Insänt för publicering.