

**Biologisk kontroll av exponering för polyaromatiska kolväten (PAH) hos
koksverksarbetare.**

Gunnar Brandt Företagsläkare SSAB Plate Luleå
gunnar.brandt@ssab.com

Handledare

Tohr Nilsson Öl/ doc. Yrkesmedicin Umeå

Projektarbete vid Företagsläkarkursen Väst 2009
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs Universitet

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
UNDERSÖKT GRUPP	5
METOD	6
RESULTAT	7
DISKUSSION.....	10
REKOMMENDATION.....	11
LITTERATURREFERENSER.....	12

FÖRORD

Vill rikta ett tack till Koksverket SSAB Strip Luleå med personal för engagemang, deltagande, tillstånd och att man kostnadsmässigt gjort denna studie möjlig i syfte att förbättra arbetsmiljön för de anställda.

SAMMANFATTNING

Koksverksgas har en carcinogen verkan och det är pga. sitt innehåll av Polyaromatiska kolväten (PAH=PolycyclicAromaticHydrocarbons) därför viktigt att begränsa exponeringen för individen. Syftet med undersökningen är biologisk monitorering av exponering för PAH hos koksverksanställda samt att ge personlig återkoppling. Resultaten ger de anställda en möjlighet att påverka sin egen exponering, risk och därigenom även minska den oro som framkallas i denna arbetsmiljö. Den valda undersökningsgruppen arbetar vid Koksverket SSAB i Luleå. Personalen omfattar 120 anställda med övervikt för manlig personal, kvinnor mindre än 10 %. Bland personalen är 22 % rökare. Personalen består av maskinförare, kontrollrumpersonal och underhållspersonal inklusive administrativ personal, tekniker samt projektarbetande. SSAB:s service personal och reparatörer som utför arbete i anslutning till koksverket har ingått i undersökningen. De utgör dock endast ett fåtal av den undersökta gruppen. (Entreprenörer har även erbjudits och deltagit men redovisas inte i denna undersökning utan resultat har gått till deras egna företagshälsovårdar.)

Genom eliminering av läckagekällor som sker kontinuerligt och regelbunden biologisk mätning av exponeringen hos koksverksanställda, via kvantitativ mätning av urinmetabolit (PAH). Personlig feedback och kontroll av skyddsutrustning har sedan starten 1999-2001 exponeringsnivåerna kunnat sänkas till dagens datum våren 2009.

Tidsserien av hydroxipyren mätningar visar en reduktion i medelhalt över år. Genom egenkontroll och förebyggande skyddsåtgärder så har de anställda kunnat närmast halvera sin exponering av PAH. Det går inte att fastlägga av undersökningen hur stor del som denna bidragit till sänkningen, men kan tänkas vara delaktig. Denna metod bör ytterligare förfinas genom bättre säkerhet i exponeringsupptaget (hud, gastrointestinalt, respiratoriskt.), för att kunna bidra till förbättring av skyddsklädsel och utrustning. Men kan i dagsläget ses som komplement till hälsoundersökningen. Man bör eftersträva en exponeringsnivå av PAH som i urin ger hydroxipyren metabolit nivåer under 1,4 µmol/mol kreatinin enligt studier Yrkes- och miljömedicin Umeå Universitet (J. Lewin) för att begränsa exponeringen av bensen.

INLEDNING

Vid den undersökta arbetsplatsen framställs koks genom en process som går ut på att förbränna stenkol utan syretillförsel. Koks utgör råvara i masugnprocessen vid framställning av råjärn vid ståltillverkningen vid SSAB i Luleå.

Vid kokningsprocessen bildas biprodukter i gasfas, vätskefas (ex. naftalen, bensen,) och stenkolstjära. Varav bensen är den mest carcinogena. Dessa tre faser innehåller polyaromatiska kolväten (PAH) i varierande mängd beroende på vilken fas. Högexponerade för PAH är framför allt koksverksarbetare och aluminiumsmältverksarbetare (gasfas) samt andra som exponeras för stenkolstjära. Lågexponerade är bl.a. sotare, asfaltläggare, och yrkesförare m.fl. Allmänbefolkningen exponeras främst via tobaksrök samt genom olika former av förbränningsprodukter (ex motoravgaser, vedeldning). Polyaromatiska kolväten klassas nu som cancerframkallande för människa (grupp 1), framför allt för blås-, lung- och hudcancer, men även andra beskrivna cancerformer (1, 2).

Det har sedan 80 talets början pågått undersökningar i syfte att finna metoder för att kunna begränsa exponeringen av polyaromatiska kolväten inom flera yrkesområden. Vanligt är punktvisa enskilda mätningar som jämförs med gränsvärdet. En metod innebär att arbetstagaren själv får tillgång till mätresultat, oavsett om gränsvärdet överskrids, för att därefter själv påverka exponeringen (3, 4).

Syftet med undersökningen är biologisk monitorering av exponering för PAH hos koksverksanställda samt att ge personlig återkoppling. Resultaten ger de anställda en möjlighet att påverka sin egen exponering och därigenom även minska den oro som framkallas i denna arbetsmiljö.

UNDERSÖKT GRUPP

Den valda undersökningsgruppen var alla anställda 1999-2008 vid Koksverket SSAB Luleå. Personalen omfattar 120 anställda med övervikt för manlig personal, kvinnor mindre än 10 %. Bland personalen är 22 % rökare. Personalen består av maskinförare, kontrollrumpersonal och underhållspersonal inklusive administrativ personal, tekniker samt projektarbetande. SSAB:s service personal och reparatörer som utför arbete i anslutning till koksverket har ingått i undersökningen. De utgör endast ett fåtal av den undersökta gruppen. (Entreprenörer har även erbjudits och deltagit men redovisas inte i denna undersökning utan resultat har gått till deras egna företagshälsovårdar.)

Urinprov lämnades för analys av hydroxipyren med 3 olika inriktningar.

1. Dag 3 i en skiftcykel eller tredje arbetsdagen för dagtidsarbetande som rutin.
2. Vid subjektiv känsla av exponering eller om misstanke att skyddsutrustning inte har fungerat tillfredsställande. Även vid vistelse på misstänkta platser där individen inte har haft kännedom om exponering förrän efteråt vid information.
3. Omprovtagning efter tidigare förhöjda värden och genomgång på arbetsplats av exponeringställe (-en) och skyddsutrustning via skyddsingenjör.

METOD

Företaget rekommenderar att varje arbetstagare skall lämna minst ett prov årligen.

Provtagningar har genomförts 1- 2ggr årligen, juni och december 2001-2008. Prover på enstaka personer vid olika tidpunkter har tagits sedan mitten av 1990-talet. Vid provtagningen har övervägande andel undersökta arbetat i anslutning till koksningsprocessen. Alla koksverksanställda har även lämnat ett s.k. "Nollprov" i samband med semester eller längre ledighet dvs. när de ej varit exponerad i arbetsmiljön. Dessa provtagningar har ej visat avvikelse från referensprover tagna på icke SSAB anställda boende i Luleå inom 3 olika bostadsområden (Tabell 1). Provtagningen har varit frivillig men av personalen har ca 50-60 % deltagit per omgång.

Eftersom pyren (PAH) förekommer i den racemiska blandningen av koksverksgas i tämligen konstant mängd i gasvolymen kan denna användas som markör för exponering av koksverksgas. Pyren metaboliseras (hydroxyleras p450) i lever till 1-hydroxipyren och utsöndras i urinen timmar till 3 dagar efter exponeringen. ($t_{1/2}$ 20 tim)

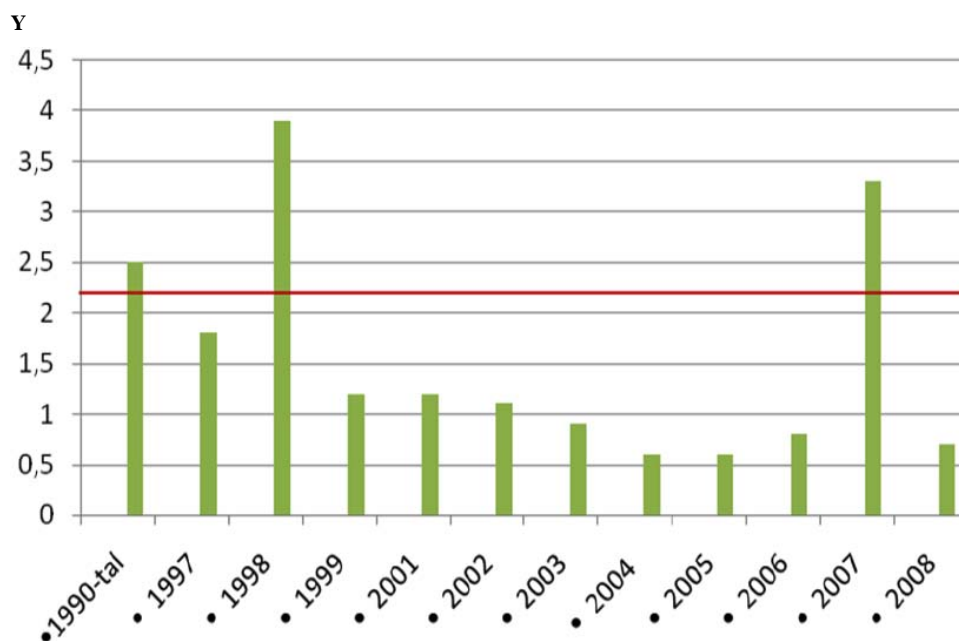
Urinprov togs enligt standardiserat skriftligt protokoll. Prov lämnades på företagshälsovården eller via ombud på kokverket. Proven frystes efter insamling av samtliga prover i respektive omgång. Sändes därefter frysta under transporten för analys vid laboratorium på Arbetslivsinstitutet Umeå, fr.o.m. hösten 2007 Fenix environmental Umeå. (Nytt namn men samma personal och analysmetod)

Gaskromatografisk analys med mätning av kvantitativ utsöndring i urin av 1-hydroxipyren (HP) med korrigerig av volym mot utsöndrad Kreatinin nivå i provet. Gränsvärde vid 2,2 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin sattes efter kontakt med dåvarande Arbetslivsinstitutet Umeå Prof. Jan Lewin. Vid värden över 2,0 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin gjordes genomgång av skyddsutrustning och arbetsplats via skyddsingenjör. Gränsvärdet för omprov samt förnyad genomgång enligt ovan sattes till 2.2 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin. Vid omprov och analysresultat ovan gränsvärde hade individen möjlighet till arbetsbyte till dess omprov visade värde under gränsvärde.

I samband med provtagning ifylldes ett enkätformulär med arbetsplats, använd skyddsutrustning och misstanke om exponering. Denna enkät och uppföljning av denna samt korrelation till mätvärde redovisas inte i detta projektarbete.

RESULTAT

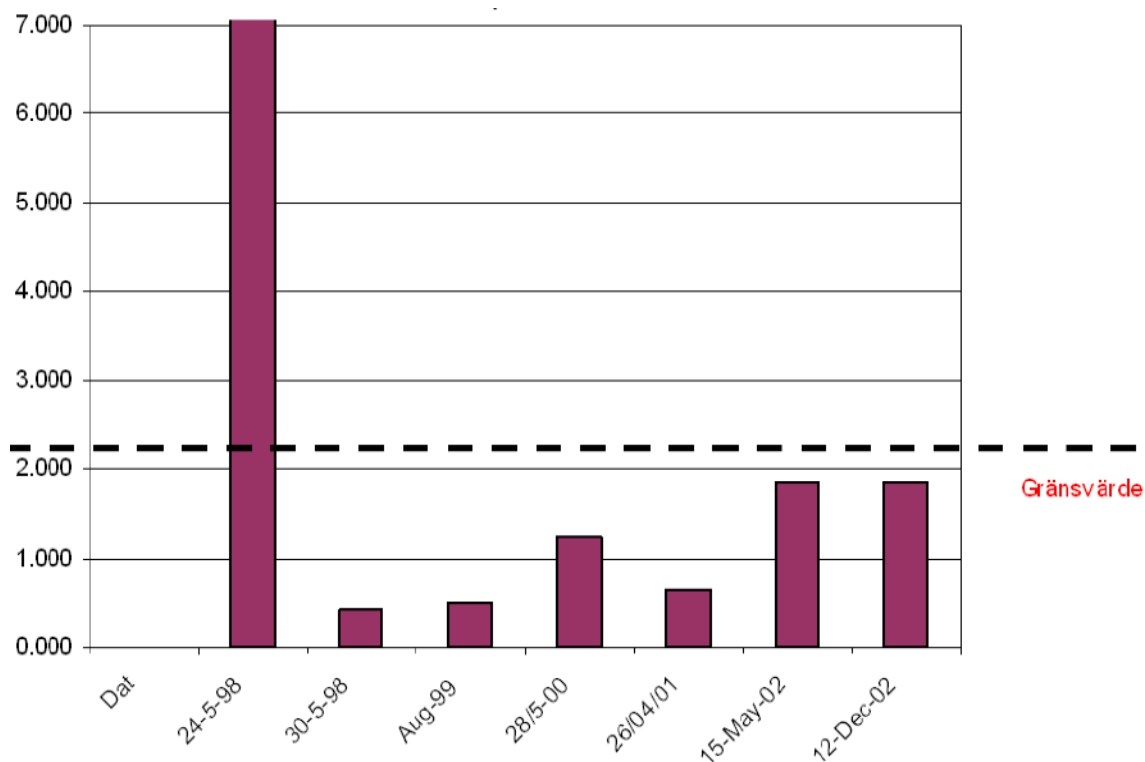
Figur 1 visar att medelvärdet för hydroxypyren i urin från samtliga årliga provtagningar har minskat under perioden 1997 -2008. Figur 2 visar ett exempel på reduktionen av hydroxypyren i urin hos en enskild individ. Figur 3 Den interindividuella variabiliteten har under perioden minskat vilket inte framgår i figuren, 2008 överskreds gränsvärdet ($2.2 \mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin) vid 7 tillfällen av olika individer. Reduktionen av exponeringen visas över år, per individ och för kollektivet i helhet.



Figur 1

Y axel visar koncentration $\mu\text{mol}/\text{mol}$ kreatinin i urin.

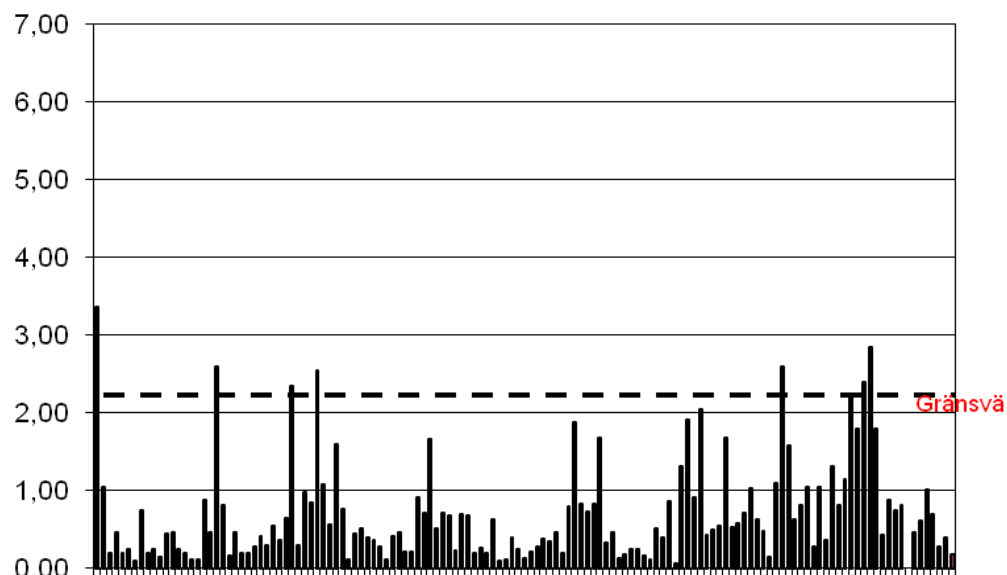
Sammanställning årsmedelvärden samtliga prover 1990-2008 , antal efter 2001 (40-80 per provtagningsomgång 2 ggr/år) minst 80 personer per år har deltagit. Röd linjemarkering visar gränsvärde. (2007 se diskussion)



Figur 2

Y axel visar koncentration $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin i urin.

Ett individuellt resultat som visar nedgången 1998-2002, kan inte tolkas som representativt för gruppen, men visar nedgång kopplat till åtgärder enl. metod.



Figur 3

Y axel visar koncentration $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin i urin.

Visar spridningen samtliga prov 2008. $n=120$ personer,
7 olika personer överskrider gränsvärde $2,2 \mu\text{mol/mol}$ kreatinin.

Tabell 1. (Hydroxipyrenhalter enhet $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin i urin, medianvärden. Halveringstid urin c:a 20 tim)

Bakgrundsexponering från föda, rökning och luftexponering.

	Icke rökare	Rökare
Luleå (n=14)	0,02	0,10
Göteborg (n=34)	0,04	
Sundsvall (n=50):	0,10	0,13

Yrkesexponering:

Koksverkarbetare 1980-tal (n=20)	4,7
Al-framställning, Söderbergshall 1995 (n=97):	3,7

DISKUSSION

Tidsserien av hydroxipyren mätningar visar en reduktion i medelhalt över år. Utgångspunkt för systematiken var de förhöjda värdena som fanns 1998. Det förhöjda värdet som noterades (Fig. 3) 2007 i totalexponering har vid diskussioner med analyslaboratoriet hänförs som effekt av ”byte analys lab.” 2007. Denna teori har dock inte kunnat bekräftas. Det finns inga mätningar på fasta mätpunkter inom koksverket 2007 som visat på något ökat mätvärde, dock har ett ökat dörr läckage i ugnar uppmätts 2007-2008.

Biologisk mätning (fig. 1-3) med personlig återkoppling till personal har medfört kontroll av skyddsutrustning och eliminering av exponeringskällor och exponeringsnivån har minskat för den enskilda individen, och för personalgruppen kollektivt. Huruvida det finns ett kausalt samband kan inte fastställas.

Det finns inte någon metod beskriven i litteraturen för systematisk mätning av exponering på individnivå av PAH för koksverksarbetare. Metoden att undersöka exponering av polyaromater genom pyren metabolit är dock känd sedan tidigare (6, 7).

Andra författare har visat reduktion av exponeringar vid upprepade mätningar tillsammans med aktiva insatser (5). I denna studie jämfördes självbedömning med expertbedömning i syfte att fastställa eventuell partiskhet i samband med självdeklarering av exponering.

Undersökningar och mätningar jämfördes med resultat gjorda av en yrkeshygieniker parallellt med dom mätningar som arbetarna själv utförde subjektivt och objektivt.

Sedan starten av koksverket i Luleå 1975 fram till 2000 har i huvudsak årliga hälsokontroller av traditionellt slag (spirometri, blodprovstagning, hörselkontroll mm) använts vid riktade hälsoundersökningar av de 120 anställda vid enheten. Initialt användes tillägg med sputumcytologi som riktad regelbunden undersökning. Dessa undersökningar gjordes årligen och då främst riktad med hänsyn till den cancerogena effekten av koksverksgas och tjära. Dessa undersökningar har ej visat några medicinska förändringar eller avvikelser. De har ej heller varit optimala i preventivt syfte och ej heller visat exponeringar eller om skyddsåtgärder på personnivå haft effekt. Detta har varit orsak till stor oro bland personal samt även anhöriga till anställda på koksverket i Luleå.

Den i undersökningen använda metoden kan ses som komplement till nuvarande hälsoundersökningar. Metoden kan därigenom tillföra ytterligare möjligheter att skydda den anställda från exponering av PAH. Och blir en förebyggande åtgärd till skillnad från tidigare traditionella hälsokontroller som eftersökte sjukdom.

Resultatets tillförlitlighet kan ha påverkats av:

1. Urvalet där den frivilliga formen gör att exponerade individer kan avstå, samt att det har förekommit att individer slarvat med skyddsutrustning i syfte att testa metoden.
2. Variationer i upptag hud, gastrointestinalt och respiratorisk del kan förekomma dock sker till minst 95 % upptag via respiration. (Det pågår studier i samarbete Göteborgs Universitet och Umeå universitet i syfte att klarlägga mera exakta upptag via respiration och hud.)
3. Klimatmässiga variationer vid exponeringen exempelvis vindriktning, temperatur och inversion.

Rekommendation

Denna metod bör ytterligare förfinas genom bättre säkerhet i exponeringsupptaget (hud, g-i, resp.) för att kunna förbättra skyddsklädsel och utrustning men kan i dagsläget ses som komplement till hälsoundersökningen. Genom att den årliga hälsokontrollen blir var 3:e år och den biologiska kontrollen 2 ggr/ år blir den totala kostnaden för hälsokontroller oförändrad. Förslag finns att gränsvärdet bör sänkas till 1,4 $\mu\text{mol/ mol}$ kreatinin i urin enl.ref. Yrkes- och miljömedicin Umeå Universitet(J.Lewin). Denna gränsvärde torde skydda bättre för variationer i bensenexponeringen.

LITTERATURREFERENSER

1. IARC. Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans. As Evaluated in IARC Monographs, Volumes 1. International Agency for Research on Cancer, Lyon. <http://www.iarc. htm>. Updated Nov. 30, 1998. International Agency for Research on Cancer. 1998;1.
2. IARC. Overall evaluations of cancerogenicity to humans. Benzo[a]pyrene [50-32-8] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; in preparation. 2009.
3. Pettersson-Strömbäck A. Chemical exposure in the work place: mental models of workers and experts. Umeå: Umeå Universitet; 2008.
4. Pettersson-Stromback A, Liljelind I, Neely G, Jarvholm B. Workers' interpretation of self-assessment of exposure. *Ann Occup Hyg.* 2008 Oct;52(7):663-71.
5. Liljelind IE, Rappaport SM, Levin JO, Stromback AE, Sunesson AL, Jarvholm BG. Comparison of self-assessment and expert assessment of occupational exposure to chemicals. *Scand J Work Environ Health.* 2001 Oct;27(5):311-7.
6. Levin J. First international workshop on hydroxypyrene as a biomarker for PAH exposure in man — summary and conclusions. *Science of the Total Environment.* 1995;163(1-3):165-8.
7. Levin JO. Occupational PAH exposure: urinary 1-hydroxypyrene levels of coke oven workers, aluminium smelter pot-room workers, road pavers, and occupationally non-exposed pers. *Science of the Total Environment.* 1995;163(1-3):169-77.