

Utredning av arsenikexponering på värmeverk i Svenljunga



Mona Lärstad, ST-läkare

Susanna Lohman, yrkeshygieniker

Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Göteborg, 2014-04-16

ISBN 978-91-7876-148-7

Förord

Läkare från företagshälsovården i Borås tog kontakt med Arbets- och miljömedicin (AMM) i Göteborg i januari 2013 för hjälp med utredning, efter att man uppmätt misstänkt förhöjda halter av arsenik i urin hos de anställda på ett värmeverk i Svenljunga. Även tidigare mätningar hade möjligen visat förhöjda halter. Vid värmeverket förbränns virke som är impregnerat med medel innehållande arsenik. Med anledning av misstanke om förhöjda arsenikvärden påbörjades en utredning vid AMM gällande de anställdas exponering för arsenik.

Innehåll

Frågeställning	1
Bakgrund	1
Värmeverket.....	1
Tryckimpregnerat virke innehållande arsenik.....	1
Allmänt om arsenik.....	2
Arsenikföreningar och giftighet	2
Utsöndring av arsenik i urin.....	2
Hälsoeffekter av arsenik.....	3
Metod	4
Arbetsplatsbedömning.....	4
Klinik.....	4
Tidigare mätningar av arsenik i urin	5
Nya urinmätningar - specieringsanalys av arsenik och arsenikmetaboliter	7
Luftmätningar.....	7
Resultat	8
Urinmätningar	8
Luftmätningar.....	9
Bedömning	10
Referenser	11

Sammanfattning

Företagshälsovården har uppmätt misstänkt förhöjda halter av arsenik i urin hos de anställda (n=5) på ett värmeverk i Svenljunga. Värmeverket tar sedan 2008 emot och förbränner virke impregnerat med arsenikinnehållande preparat, främst s.k. CCA (koppar-, krom-, arsenik)-preparat. En utredning gällande de anställdas yrkesmässiga exponering för arsenik genomfördes vid AMM och företagshälsovården. Yrkeshygienisk exponeringsbedömning och klinisk konsultation utfördes. Urinanalys med arsenikspeciering och luftprovtagning av arsenik ingick i utredningen för de tre individer som hanterade förbränningsrester i form av aska. De två andra individerna bedömdes ha mycket låg exponering.

Det förelåg viss sannolikhet, om än mycket låg, att de tre individerna ovan exponerades kortvarigt (bland annat vid arbete i panna samt vid hantering av aska). Luftmätningarna visade att mängden arsenik låg under en tiondel av det hygieniska nivågränsvärdet (NGV) men med vissa undantag - den ena av individerna utsattes för de högsta koncentrationerna av arsenik i luft, 46 % av gränsvärdet under en av dagarna och 20 % respektive 13 % av gränsvärdet under två andra dagar. En av individerna bedömdes ha något förhöjda koncentrationer i urin. Det är dock oklart om denna ökning härrörde från yrkesmässig exponering, eller från annan exponering, exempelvis snusning. Urininsamling skedde i början av maj månad. Möjligen kan exponeringen varit något högre vid ökad förbränning under kallare årstid.

Sammanfattningsvis bedöms att exponeringen för oorganisk arsenik är låg eller mycket låg. Möjligen har exponeringen varit något högre tidigare, vilket avspeglats i tidigare mätvärden. Även cancerrisken bedöms vara mycket låg.

Det är mycket viktigt att andningsskydd och handskar alltid används vid moment med risk för arsenikexponering, exempelvis vid hantering av aska.

Rapport från Arbets- och miljömedicin nr 149

Lärstad, M m.fl. Utredning av arsenikexponering på värmeverk i Svenljunga

Frågeställning

Frågan var om de misstänkt förhöjda halterna av arsenik, särskilt den giftigare formen av arsenik (oorganisk arsenik), i urin från de anställda vid värmeverket berodde på yrkesmässig exponering.

Bakgrund

Värmeverket

Arbetsplatsen ligger i Svenljunga kommun, som i sin tur är belägen i södra delen av Västra Götaland. Värmeverket levererar värme i form av ånga dels till det intilliggande företaget Elmo Leather, dels till fjärrvärmennätet och då i huvudsak till områden inom Svenljunga tätort (1).

Värmeverket består av fyra byggnadsdelar. I den ena delen (flishallen/bränslehallen) finns mottagningsfickan för bränslet, körbana för transportbilarna och transportanordningar för bränslet. I nästa byggnadsdel finns fastbränslepannan. Här finns även utrustning för bränslematning, luftförsörjning, rökgasrening och askhantering. I den tredje delen finns kontrollrummet för övervakning av centralen samt personalutrymmen. Teknisk utrustning i form av en oljeeldad ångpanna, kondensator, pumpar, utrustning för vattenförsörjning, expansion och tryckhållning är också lokaliserade här. Den fjärde byggnadsdelen innehåller bland annat två oljeeldade ångpannor som fungerar som reservpannor (1).

Sedan 2008 tar värmeverket emot och förbränner virke impregnerat med arsenikinnehållande preparat, främst s.k. CCA (koppar-, krom-, arsenik)-preparat. Enligt dåvarande driftchef vid värmeverket i Svenljunga finns det inte något ytterligare värmeverk med just denna konstruktion i Sverige, där man förbränner tryckimpregnerat virke.

Förbränningen sker i ett slutet system och i en avgaspanna tas värmen i rökgaserna tillvara. Vid förbränning bildas restprodukterna flyg- och bottenaska som har en relativt hög koncentration av arsenik. Askkan samlas i säckar och körs till destruktion.

Tryckimpregnerat virke innehållande arsenik

Impregnerat virke förekommer i träkonstruktioner som måste vara motståndskraftiga mot röta och insektsangrepp. Det första impregneringsmedlet innehållande arsenik patenterades 1873, men först i början av 1900-talet började arsenik att användas i större omfattning (2). På 1950-talet började man i Sverige använda CCA-preparat för impregnering av virke för skydd mot biologisk nedbrytning. Impregnering med CCA-preparat har varit den dominerande impregneringen för byggändamål fram till 1990-talet.

Kemikalieinspektionen införde i januari 1992 restriktioner beträffande användningen av träskyddsmedel innehållande krom- och arsenikföreningar och användning ovan mark tillåts sedan 1993 endast i undantagsfall (2,3). Användningen av arsenik och arsenikföreningar inom trävaruindustrin (träimpregnering) har till största delen utgjorts av arsenik(V)oxid (3,4). Dessa medel håller på att ersättas av mer miljövänliga alternativ och användningen har därför minskat. Fortfarande finns det en hel del CCA-impregnerat virke i omlopp, som sedan kommer till förbränningsanläggningar. Vid kassering måste virke som impregnerats med CCA-medel förbrännas i särskild ugn, där askan tas om hand och röken renas (4). Vid förbränningen bildas s.k. flyg- och bottenaska, som innehåller restprodukter, bl.a. arsenik.

Allmänt om arsenik

Arsenik (As) är ett grundämne och en halvmetall som förekommer naturligt i berggrunden, om än i små mängder (4). Den naturliga halten i berggrund, grundvatten och sediment brukar kallas bakgrundshalt. Huvudkällan till arsenikexponering för svensk allmänbefolkning är kost, dricksvatten och tobaksrökning (5). Merparten finns i fisk och skaldjur i organisk form av arsenik, vilket anses vara relativt atoxiskt och inte ett hälsoproblem (6). Låga halter arsenik kan även finnas i livsmedel såsom ris, gröt, välling och kosttillskott (7), samt även i tobaksprodukter såsom snus (8).

Arsenikföreningar och giftighet

Samtliga arsenikföreningar är giftiga, men arsenikens giftighet varierar mellan olika arsenikformer. Den oorganiska arseniken är betydligt mer giftig för människor än den organiska (4,5,6). Redan 1756 ledde riskerna med arsenik till att man utarbetade den första egentliga giftstadgan (3). Av de oorganiska arsenikföreningarna är arseniktrioxid, natriumarsenit och arseniktriklorid de vanligaste trevärda föreningarna, As(III), och arsenikpentoxid, arseniksyra och arsenater (t.ex. blyarsenat och kalciumarsenat) de vanligaste femvärda föreningarna, As(V). As(III) anses generellt vara giftigare än As(V)(4). Vanliga organiska arsenikföreningar inkluderar arsanilsyra, metylarsonsyra (MMA), dimetylarsonsyra (DMA) och arsenobetain. Gränsvärdet för arsenik i dricksvatten är 10 µg/L inom EU, därutöver räknas vattnet som otjänligt (7,9).

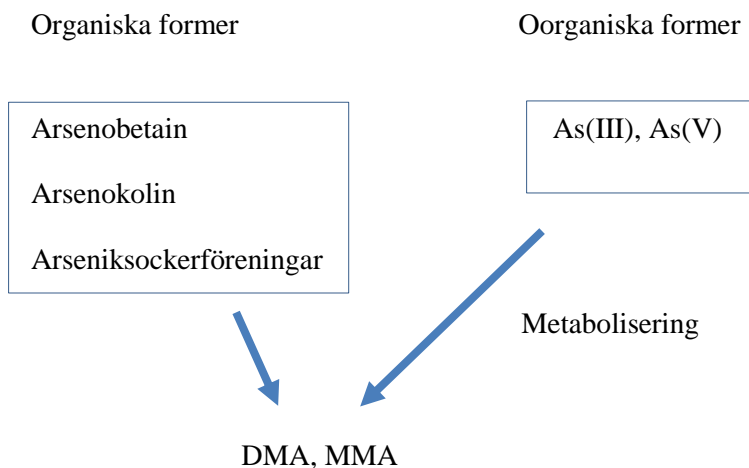
I flygaska och andra förbränningsprodukter är det mest sannolikt att arsenik förekommer som arsenat, As(V). Arsenat framstår som mer svåröslig och således fastare bunden till jordpartiklar mm jämfört med t ex arsenit. Det är dock svårt att generellt uttala sig om rörligheten i en jord, beroende på att denna påverkas av en mängd faktorer såsom redoxpotential, pH, innehållet av järn- och manganoxider, organiskt material etc (2,4).

Utsöndring av arsenik i urin

De oorganiska formerna metaboliseras till metylerade arsenikföreningar (MMA och DMA) som utsöndras i urinen (figur 1). Att beräkna summan av oorganisk arsenik, DMA och MMA i urin är ett vedertaget mått på exponering för oorganisk arsenik (9). Det har angetts att hos personer som inte är yrkesmässigt exponerade för oorganisk arsenik är summan av oorganisk arsenik, DMA och MMA i urin vanligtvis lägre än 10 µg/L i Europa, något högre i USA, samt omkring 50 µg/L eller till och med högre i Japan (10). Enligt Institutet för Miljömedicin (IMM) ligger halterna i Sverige på normalt <10 µg/L (9). Den dominerande arsenikformen i urinen är

vanligen DMA (10). I en svensk studie från 1986 låg medelkoncentrationen i urin hos allmänbefolkningen i Sverige på 8 µg/g kreatinin, med ett totalt intervall på <1 upp till 525 µg/g kreatinin (11).

As(III) och As(V) utsöndras till ca 60-75 % inom ca 36-120 timmar efter intag (12). Den återstående delen utsöndras långsamt via urinen. Organisk arsenik utsöndras relativt snabbt.



Figur 1. Organiska och oorganiska former av arsenik (As). Organiska former t ex arsenobetain (från t ex fisk och skaldjur) kan bidra något till bildning av dimetylarsinsyra (DMA) och metylarsonsyra (MMA).

Hälsoeffekter av arsenik

Arsenik har av International Agency for Research on Cancer (IARC) samt WHO klassats som cancerframkallande för människa (grupp 1) baserat på ökning av risken för lungcancer, urinblåsecancer och hudcancer (9). Detta har visats både hos yrkesmässigt exponerade och vid högt arsenikintag från brunsvatten.

Andra effekter är förändringar i hudens pigmentering och hyperkeratos, d.v.s. att hornlagret förtjockas, framför allt på handflator och fotsulor. Kronisk arsenikexponering kan också orsaka perifera nervskador, leverskador, diabetes, blodbrist och skador på blodkärl (6,9,10).

Metod

Arbetsplatsbedömning

I januari 2013 gjordes ett arbetsplatsbesök av undertecknade. Vi gick runt i anläggningen tillsammans med driftchef och skyddsombud och fick se de olika byggnadsdelarna i värmeverket. Vi fick information om de olika processerna i hanteringen, vilka arbetsuppgifter de anställda hade och vilka skyddsrutiner som fanns (information om arbetsplatsbesök samt yrkeshygienisk exponeringsbedömning finns i separata dokument för respektive individ). Bland annat inspekterades stationen för hantering av flygaska, som var placerad under tak utanför värmevärdet (figur 2). Enligt driftchefen hanteras ca fyra säckar med bottenaska dagligen och en till två säckar med flygaska i veckan. När säckarna är fulla knyts de ihop manuellt och körs med truck till en deponi ca 100 m bort i väntan på destruktion/deponering på annan plats. Spill av aska förekommer och även ogynnsam vindriktning kan medföra exponering. Personlig skyddsutrustning i form av andningsmask med partikelfilter finns tillgängligt för alla men används inte alltid.



Figur 2. Askastation, där uppsamling av flygaska i säckar ägde rum.

Klinik

I samband med arbetsplatsbesöket gjordes enskilda konsultationer med de fem personerna, som alla var män. Arbetsuppgifter och arbetsmiljö gick igenom. Kostvanor, främst med betoning på intag av fisk och skaldjur, penetrerades. Även intag av svamp gick igenom, samt eventuell vegetarisk eller annan typ av kost. Förekomst av egen brunn eller kommunalt vatten som vattenkälla efterfrågades. Tobaksrökning, snusning samt alkoholbruk togs upp. Allmäntillstånd, tidigare och nuvarande sjukdomar, eventuella symtom och medicinsk behandling (inklusive naturläkemedel och hälsokost) penetrerades. Den tidigare driftchefen (individ 1) arbetade inte med hantering av flyg- eller bottenaska och han hade sin arbetsplats främst i kontorsdelen. Alla

hade kommunalt vatten i sin bostad, ingen hade egen brunn. Individkaraktistika presenteras i tabell 1.

Tabell 1. Individkaraktistika.

Individ	Yrke	Intag av fisk/skaldjur	Tobak	Snus	Exponering	Övrigt
1	Driftchef (numer pensionär)	Fisk 2 ggr/v Skaldjur 2 ggr/mån	Aldrig rökt	Aldrig snusat	Främst kontorsarbete, arbetar ej med hantering av aska	
2	Drifttekniker	Fisk 2 ggr/mån Skaldjur 1 g/mån	Icke-rökare, feströkt för många år sedan	Slutade snusa i dec 2012	Arbetar med hantering av aska	Intag av självplockad svamp ca 1 g/mån
3	Drifttekniker (ny driftchef)	Fisk 2 ggr/v Skaldjur 1 g/mån	Aldrig rökt	Snus 3 dosor/v (portions-snus)	Arbetar med hantering av aska	
4	Drifttekniker, arbetsledare	Fisk 2 ggr/v Skaldjur 1-2 ggr/år	Icke-rökare, feströkt för många år sedan	Slutade snusa i jan 2013, tidigare helgsnusat	Arbetar delvis utanför värmeverket, arbetar inte så mycket med hantering av aska	
5	Drifttekniker	Fisk 1 g/v Skaldjur 1-2 ggr/v	Aldrig rökt	Snus 3-4 dosor/v (löst snus)	Arbetar med hantering av aska	Intag av självplockad svamp, 1 g/v Anställdes 2011

Tidigare mätningar av arsenik i urin

Tidigare resultat avseende mätning av arsenik i urin erhöles av företagshälsovården samt av dåvarande chef vid värmeverket. Mätresultat fanns att tillgå från år 2008, 2009, 2010 samt 2012. Vid mätningarna år 2010 uppmättes totala halten samt metaboliter (MMA samt DMA) till organisk arsenik (tabell 2), övriga år uppmättes enbart totala halten.

Metoden som användes år 2010 var HPLC-HG-ICP-MS. Metoderna inkluderar inte organiska arsenikföreningar, framför allt arsenobetain, arsenokolin och arseniksockerföreningar, som ofta förekommer i höga halter i fisk och skaldjur. Dock kan intag av mycket fisk och skaldjur ge en

liten ökning av koncentrationen av DMA, som inte kan skiljas ut från det DMA som bildats från oorganisk arsenik i kroppen (Figur 1).

Vidare anges i ett utlåtande från 2010 att det faktum att specieringsanalysen visade på en hög andel DMA i urinen (>90 %) för de två individer som hade de högsta koncentrationerna, tydde på en viss exponering för DMA från kosten. Det stod även att detta dock torde utgöra endast en mindre del av urinarseniken, och att slutsatsen kvarstod att totalt fem av sex individer (det fanns sex anställda vid denna tidpunkt) varit utsatta för liten mängd oorganisk arsenik. Man kommenterade även att det inte är helt klart hur dessa halter jämförs med yrkeshygieniska gränsvärdet (gäller lufthalter).

Tabell 2. Tidigare mätresultat, arsenik/arsenikmetaboliter i urin.

Årtal	2008	2009	2010	Juni 2012	Okt 2012		
Individ	Koncentration (µmol/L eller µg/L)						µmol/L
	µmol/L	µmol/L	µg/L	µg/mol	µg/L	µg/L	
1	0.070	0.069	Tot 78.5 As(III) 4.39 As(V) 0.66 DMA 66.7 MMA 6.80	0.160		16.6*	0.221*
2	0.054	<0.01	Tot 15.1 As(III) 1.26 As(V) 4.76 DMA 7.77 MMA 1.34		17.4	38.7	0.516
3			Tot 25.3 As(III) 0.72 As(V) - DMA 23.6 MMA 1.02			81.7	1.09
4	0.062	0.016	Tot 19.4 As(III) 1.16 As(V) 0.36 DMA 15.8 MMA 2.09			38.9*	0.519*
5						140	1.87

* Individen åt fisk inom tre dagar innan provtagning

Det kan noteras att två personer inte följde provtagningsinstruktioner till punkt och pricka i oktober 2012, eftersom de hade ätit fisk och/eller skaldjur en till två dagar innan provtagningen. Det var inte enbart morgonurin som insamlades, några samlade in vid ett tillfälle under dagen. Detta var dock i enlighet med instruktionerna. Det är inte känt om provtagningsanvisningar följts vid tidigare mätningar.

Nya urinmätningar - specieringsanalys av arsenik och arsenikmetaboliter

Mailkontakt togs med professor Marie Vahter vid Karolinska Institutet i Stockholm för råd angående fortsatt utredning och mätning. Professor Vahter ansåg att totalhalter inte räckte utredningsmässigt - proverna måste tas om. Ärendet diskuterades även med professor Lars Barregård, AMM. Enligt professor Barregård talade urindata för icke obetydlig exponering för arsenik, med förhöjda nivåer av oorganiska metaboliter i urinen. Det beslutades att nya urinmätningar skulle genomföras.

I början av maj 2013 insamlades urin och kvantifiering av både organisk samt oorganisk arsenik i urin genomfördes (totalanalys + specieringsanalys) avseende tre av de fem individer (individ 2,3 och 5), d.v.s. de med förmodad exponering). Detta gjordes för att få en större kunskap om de misstänkt förhöjda halterna kom från födan m.m. eller från eventuell yrkesmässig exponering. Personerna fick förhållningsorder om att inte äta fisk, skaldjur och för säkerhets skull inte heller svamp, under minst tre dagar innan provtagning. Kontakt togs med ett laboratorium i Sverige som utför denna typ av analys, s.k. arsenikspeciering i urin.

Luftmätningar

Yrkeshygieniska mätningar avseende arsenik och damm utfördes av Ture Sköldberg, arbetsmiljöingenjör inom Företagshälsovården, under november 2013. Mätplatser valdes i samråd med arbetsledning och personal. Personburen mätning i andningszonen för individ 2,3 och 5 genomfördes under två arbetsdagar, och två personer under en dag. Dessutom skedde mätningar med stationära mätutrustningar under två dagar, bland annat vid manöverplats i pannrum samt i flihallen (Figur 3). Yrkeshygieniskt NGV för organisk arsenik i luft är 10 µg/m³ (13).

Resultat

Urinmätningar

Resultat av urinalys avseende de tre individerna med misstänkt yrkesmässig arsenikexponering visas i tabell 3 (rapporteringsgräns As(III) 1 µg/L, As(V) 4 µg/L, MMA 2 µg/L, DMA 1 µg/L).

Koncentrationerna i urin relaterades inte till någon utspädningsfaktor såsom kreatinin (metallhalt/gram kreatinin) eller densitet/specifik vikt (metallhalt/liter urin efter justering), eftersom detta inte gjordes på detta laboratorium.

Tabell 3. Mätresultat, arsenik/arsenikmetaboliter i urin som insamlats i maj 2013.

Individ	Koncentration µg/L
1	Ingen analys
2	As 15.6 As(III) <0.1 As(V) 1.76 DMA 8.77 MMA 0.55
3	As 14.5 As(III) 0.29 As(V) 1.64 DMA 8.74 MMA 0.22
4	Ingen analys
5	As 94.1 As(III) 2.86 As(V) <0.4 DMA 11.5 MMA 3.23

Specierade metaboliter i urin uttrycks antingen som oorganisk arsenik eller som summan av metaboliter (oorganisk arsenik + MMA + DMA). Detta räknas vara det bästa kvantitativa estimatet på nyligen absorberad dos arsenik.

Resultaten visar att summorna av As(III), As(V), DMA och MMA är relativt låga (individ 2: 11.1 µg/L, individ 3: 10.9 µg/L, individ 5: 17.6 µg/L).

Koncentrationerna är således ungefär som förväntat i allmänbefolkningen när det gäller individ 2 och 3, vilket tyder på att arsenikexponeringen är låg för dessa personer. Avseende individ 5 är halten något högre, men fortfarande relativt låg. Det är oklart om denna ökning beror av yrkesmässig exponering eller övrig exponering via föda, vatten eller snus (individ 5 är snusare, använder löst snus).

Det kan tilläggas att urininsamlingen skedde under början av maj, dvs. vid en tid på året när man inte hade en hög förbränning av tryckimpregnerat virke. Det hade möjligen varit mer optimalt att göra insamlingen någon gång under kallare årstid.

Luftmätningar

Gällande personburna mätningar låg den uppmätta mängden arsenik under en tiondel av yrkeshygieniskt NGV med undantag enligt nedan.

Individ 2 utsattes för de högsta koncentrationerna av arsenik i luft, 4.6 µg/m³ (46 % av NGV) under en av dagarna och 2.0 µg/m³ (20 % av NGV) samt 1.3 µg/m³ (13 % av NGV) under två andra dagar. Individ 3 låg på 1.6 µg/m³ (16 % av NGV) avseende en mätning som gjordes vid arbete under fyra timmar i flishallen (fig. 3). Dock är värdet osäkert pga. löst damm på filtret.

Arsenikhalten i de stationära mätpunkterna låg alla under en tiondel av NGV utom i flishallen där mätningen visade nära 30 % av NGV. Även på detta filter fanns det löst damm vilket gör värdet osäkert. I flishallen utförs under normal drift inget manuellt arbete, utan allt är automatiserat.



Figur 3. Flishallen, där bränslet kommer in.

Bedömning

En av individerna på värmeverket bedömdes ha mycket låg yrkesmässig exponering för oorganisk arsenik. Denna person hade enbart kontorsarbete och hanterade inte restprodukter från förbränningen, samt att inga brister i ventilationsanläggningen kunnat påvisas. Ytterligare en individ bedömdes ha mycket låg exponering, eftersom individen enbart delvis vistades på värmeverket och därför inte hanterade restprodukter i samma utsträckning som nedanstående individer (dock viss sannolikhet, om än mycket låg, att kortvarig exponering ändå kunde förekomma). Inga ytterligare analyser utfördes på dessa två.

Det förelåg viss sannolikhet, om än mycket låg, att tre av individerna exponerades kortvarigt (bland annat vid arbete i panna samt vid hantering av aska). Urinmätningar och personburna luftmätningar gjordes därför, dock inte samtidigt. Luftmätningarna visade att mängden arsenik var under en tiondel av det hygieniska nivågränsvärdet men med vissa undantag - den ena av individerna utsattes för de högsta koncentrationerna av arsenik i luft: 46 % av gränsvärdet under en av dagarna, samt 20 % respektive 13 % av gränsvärdet under två andra dagar. Individerna hade dock normalvärden av oorganisk arsenik och arsenikmetaboliter i urin. En av individerna ovan bedömdes ha något förhöjda koncentrationer i urin, möjligen som ett tecken på viss yrkesmässig exponering. Det är dock oklart om denna ökning härrörde från övrig, icke yrkesmässig exponering, exempelvis snusning.

Sammanfattningsvis bedöms att exponeringen för oorganisk arsenik är låg eller mycket låg, och är framför allt beroende av om arbetsuppgifterna innefattar hantering av rester från förbränning. Möjligen har exponeringen varit något högre tidigare, vilket avspeglats i tidigare mätvärden. Även cancerrisken bedöms vara mycket låg.

Det är mycket viktigt att andningsskydd och handskar alltid används vid moment med risk för arsenikexponering, exempelvis vid hantering av aska.

Referenser

1. Broschyr, Svenljunga värmeverk. En presentation av hur Svenljunga försörjs med fjärrvärme.
2. Ellergård S. Spridning i mark av koppar, krom och arsenik från CCA-impregnerade telefonstolpar. SLU, Institutionen för markvetenskap, Nr 16, 1995.
3. Kemikalieinspektionen, www.kemikalieinspektionen.se
4. Sveriges geologiska undersökning (SGU), Mineralmarknaden, Tema arsenik, 2005:4, www.sgu.se
5. Naturvårdsverket, Miljökvalitetsnormer för arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren. Rapport 5882, 2008, www.naturvardsverket.se
6. Socialstyrelsen, Miljöhälsorapporten 2005, Institutet för Miljömedicin (IMM), www.imm.se
7. Livsmedelsverket, www.slv.se
8. Snusets hälsorisker, Studenternas hälsovårdsstiftelse, www.yths.fi
9. Institutet för Miljömedicin, www.imm.se.
10. Industrial Chemical Exposure Guidelines for Biological Monitoring, 2nd Ed. Lauwerys RR and Hoet P, 1993.
11. Vahter M, Lind B. Concentrations of arsenic in urine in the general population in Sweden, Sci Total Environ 1986, Oct 54:1-12.
12. WHO, Environ Health Criteria 224, Geneva 2001. Arsenic and arsenic compounds. http://whqlibdoc.who.int/ehc/WHO_EHC_224.pdf
13. Arbetsmiljöverkets föreskrift (2011:18), hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.