

Arbets- och miljömedicinska perspektiv på förorenade områden

Lars Barregård, professor, överläkare,
Arbets- och miljömedicin
Göteborgs universitet och Sahlgrenska
Universitetssjukhuset



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Sanera mera? Ett kostsamt sätt att spara liv? Exemplet arsenik.



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Does remediation save lives? – On the cost of cleaning up arsenic-contaminated sites in Sweden

Johanna Forsslund^a, Eva Samakovlis^{a,*}, Maria Vredin Johansson^a, Lars Barregård^b

^a Environmental Economics, National Institute of Economic Research, P.O. Box 3116, SE-103 62 Stockholm, Sweden

^b Department of Occupational and Environmental Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, P.O. Box 414, SE-405 30 Gothenburg, Sweden

JOHANNA FORSLUND, EVA SAMAKOVLIS, MARIA VREDIN JOHANSSON OCH LARS BARREGÅRD

Johanna Forsslund är ekonom vid Konjunkturinstitutets miljöekonomiska enhet. Johanna-forsslund@konj.se

I politiken betonas ofta vikten av att samhällsmål nås med kostnadseffektiva åtgärder. För åtgärder som sparar liv innebär det att resurser fördelas till åtgärder med lägst kostnad per sparat liv oavsett politikområde. Ett styrmedel av stor ekonomisk omfattning som syftar till att minska hälso- och miljöriskerna från förorenade områden är Naturvårdsverkets sakenslag till sanering. I föreliggande artikel analyseras vad det kostar att spara liv genom sanering. Analysen av kostnaderna visar att livräddande insatser inom saneringsarbetet implicit värderas många gånger högre än åtgärder för att spara liv inom t ex trafiken. Mot bakgrund av detta resultat anser vi det angeläget att det förs en allmän diskussion om hur samhällets resurser ska användas för att rädda liv.

ekonomiskdebatt

Sanering (84 milj kr) av As-förorenad mark i Elnaryd i Alvesta kommun (träimpregnering)



Exemplet Arsenik

- Av drygt 80 000 förorenade områden tillhör 1500 "riskklass 1". Sanering av dessa har beräknats kosta 60 miljarder.
- För 80 FO har sanering gjorts eller görs med statligt stöd. Ofta flera föroreningar, men en "primär" som avgör ambitionsnivån
- Arsenik är den vanligaste primära föroreningen, källan är oftast tidigare träimpregnering
- För arsenik har **risker för hälsa** (inte miljö) varit styrande.
- NVs riskvärdering utgår i huvudsak från halter i mark utan hänsyn till antal exponerade.
- Inom miljömedicin tar vi normalt hänsyn till exponeringen (grad, antal) vid riskvärdering

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Exemplet Arsenik

Syfte

- En miljömedicinsk bedömning av hälsoeffekter (cancerrisk)
- En miljöekonomisk bedömning av kostnad-nytta av sanering
- Bedömning av hälsorisk kräver:
 - 1) Exponeringsbedömning
 - 2) Exponerings-responsfunktion
- Miljöekonomisk bedömning kräver även uppskattning av kostnad.

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Urval och beräkning av exponering

- Samtliga 23 områden med pågående eller avslutad sanering där As angavs som primär förorening
- Genomgång av konsultrapporter om As-halter i mark
- Kontakt med kommunerna för uppgift om markanvändning (bostad, arbetsplats, rekreation, inhägnat?) och antal exponerade (1-10, 10-100, 100-1000). Konservativ skattning 10/100/1000
- Beräkning av exponering via luft, oralt intag och hudupptag i huvudsak utifrån US EPA Exposure factors separat för barn och vuxna
- Bostad = 24 tim/d, arbete 40/7 tim/d, rekreation 1 tim/d

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Hur farligt är arsenik?

- Arsenik är toxiskt. Vid låggradig exponering är cancerrisken kritisk effekt, utgående från linjär extrapolering till noll utan tröskel
- Arsenik orsakar cancer i lunga, urinblåsa och hud (och njure?) även vid oralt intag via dricksvatten. Det finns någorlunda kunskap om ER-funktion från studier i länder med höga halter As i dricksvatten
- As i brunnsvatten är ett mycket allvarligt problem globalt, t ex i Bangladesh
- Cancer till följd av arsenik är ett problem även i Sverige till följd av arsenik i dricksvatten från borrade brunnar
- Riktvärdet (10 µg/L) innebär en icke obetydlig risk för cancer vid långtidsexponering – ca 250 ggr högre än "lågrisknivån".


GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Exponering-respons-funktion

Exponeringsväg	Cancer risk (halt)	Beskrivning	Källa
Inandning	$1,5 \times 10^{-3}$ (1 µg/m ³)	Vid halten 1 µg/m ³ estimeras den extra livstidsrisken för cancer till $1,5 \times 10^{-3}$.	WHO (2000).
Oralt intag (jord, grundvatten) Hudupptag	a) 6×10^{-4} (0,01 mg/liter)	Vid halten 0,01 mg/liter estimeras den extra livstidsrisken för hudcancer till 6×10^{-4} .	WHO (1993).
	b) $2,5 \times 10^{-3}$ (0,01 mg/liter)	Vid halten 0,01 mg/liter estimeras den extra livstidsrisken för cancer i lunga och urinblåsa till $2,5 \times 10^{-3}$.	Baserat på US NAS (2001) och anpassat till svenska förhållanden.

Tabellen från Forslund 2009.

Enligt NAS i USA (RR från Taiwan och Chile applicerat på USA:s bakgrundsreter) är AER vid 10 µg/L: för lungcancer 16/10 000 och för blåscancer 18/10 000. Summa 34/10 000. Med Sveriges lägre bakgrundsreter totalt 25/10 000 = 0.25%. Risken baseras på 70 kg vikt och 1 liter vatten per dag.

 **Resultat**

Tabell från Forslund 2009.

Högt räknat 0,12 liv sparade under en 30-års period till en kostnad av 880 milj kr eller 7200 milj kr per sparat liv.

Område	Total kostnad (kr)	Antal spårade liv*	Kostnad per sparat liv (miljoner kr)	Antal exponerade individer	Antal exponerade som krävs för att spara 1 liv
Akterspegeln*	23 185 000	0,0098	2 357	100-1 000	104 000
Robertsfors	59 433 934	0,0010	60 785	10-100	103 000
Burträskbygden	7 620 350	0,0008	9 341	1-10	12 500
Tvärån*	15 494 619	0,0219	707	10-100	4 600
Svartbyn*	2 122 176	0,0015	1 427	1-10	6 700
Sjösa	32 748 762	0,0013	25 884	10-100	79 000
Lyshälla*	1 227 383	0,0035	348	1-10	2 850
Mjölby	2 703 250	0,0000	121 505	1-10	450 000
Rimforsa	9 820 099	0,0001	76 520	1-10	78 000
Hjulsbro	1 219 711	0,0005	2 613	10-100	215 000
Glasbrukstomten	88 000 000	0,0344	2 559	100-1 000	35 000
Grimpstorp	126 910 779	0,0015	82 672	1-10	6 500
Elnaryd	84 834 848	0,0003	254 208	1-10	30 000
Högsby-Ruda*	75 400 000	0,0047	16 049	10-100	47 000
Tröingeberg	9 350 919	0,0026	3 653	10-100	39 000
Oxhult*	2 853 000	0,0018	1 580	1-10	5 500
Gudarp	73 666 537	0,0002	419 213	10-100	570 000
Konsterud*	9 087 563	0,0317	287	10-100	3 200
Kramfors*	15 072 604	0,0018	8 373	1-10	5 600
Svanö*	34 080 000	0,0019	18 169	10-100	53 500
Svartvik	84 932 698	0,0000	1 834 629	1-10	215 000
Forsmo*	24 658 432	0,0005	53 126	1-10	21 500
Fagervik	96 539 845	0,0002	601 087	10-100	620 000
Totalt	880 962 509	0,1219	7 227		

 **Sanering (84 milj kr) av As-förorenad mark i Elnaryd i Alvesta kommun (träimpregnering)**



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Diskussion

- Är hälsoeffekterna verkligen inte större? Har vi räknat "för snålt"?
- Finns det andra miljöeffekter som vi borde ha tagit hänsyn till?
- Hur är hälsoekonomin jämfört med andra insatser?
- Gör departement och NV denna typ av överväganden?
- Finns andra motiv för satsning på sanering av förorenade områden?

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Diskussion

- Är hälsoeffekterna verkligen inte större och fler? Är osäkerheten stor? Har vi räknat "för snålt"? Andra ämnen? Kommande generationer?
 - Ja, osäkerheten är stor, men vi har nog överskattat exponeringen, t.ex. antalet exp : 200 (100-1000) skattas till 1000.
 - Ja, As kan även orsaka hudcancer, men ER-funktionen är mera oklar (mycket lägre enligt WHO) och dödligheten lägre.
 - Ja, As har andra effekter, men såvitt känt inte vid dessa mycket låga doser.
 - Ja, det finns ofta Cr och Cu, men effekterna mindre än för As
 - Ja, man kan räkna på längre tid än 30 år, men antaganden om populationer, markanvändning etc. blir osäkra. As på FO är en mycket liten As-källa för kommande generationer jämfört med "naturligt" As i dricksvatten.

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Diskussion

- *Finns det andra miljöeffekter som vi borde ha tagit hänsyn till?*
 - För As är hälsoeffekterna styrande enligt NV.

- *Hur är hälsoekonomin jämfört med andra insatser?*
 - Man "får mer hälsa för pengarna".
 - As: För att spara 0,12 liv/30 år räcker det att eliminera As i 50 brunnar som ligger på 20 µg/L (dubbla riktvärdet).
 - Radon: ... eller sänka radonhalten i 50 bostäder från 200 till 100 Bq/m³.

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Diskussion

Tabell 1
Kostnaden per räddat
liv för primärpreven-
tiva åtgärder (2007
års priser)⁷

Typ av åtgärd	Antal åtgärder	Medelvärde (tusen kr)	Median (tusen kr)
Medicin	20	25 411	6 331
Strålning	10	13 307	1 075
Trafiksäkerhet	31	78 778	22 457
Tobaksrökning	3	68	47
Brandförsvaret	6	41 012	3 166
Elsäkerhet	2	674 910	674 910
Olyckor	1	170 340	170 340
Miljöförroreningar	5	80 655	23 174
Brott	1	5 614	5 614
Totalt	79	66 566	11 587

Källor: Egna beräkningar av Ramsberg och Sjöberg (1997) och Burström (1999).

Högst 0.12 liv sparade per 30 år. Jämför:

Utomhus luftföroreningar (lokalt motoravgaser, vedeldning): 5000 förtida dödsfall per år

Buller: 1 miljon störda varje år

Radon: 400 nya fall av lungcancer per år

Diskussion

- *Gör departement, NV eller andra denna typ av överväganden?*
 - NV (och Ist) har inte kompetens när det gäller exponering eller hälsa men brinner för Förorenade områden
 - Det är inte opportunt att ifrågasätta åtgärder för Gifftri miljö

- *Finns andra motiv för satsning på sanering av förorenade områden? Ja, kanske*
 - Riskperception: Miljögifter från icke naturliga källor engagerar mer
 - Förorenaren betalar – ibland finns någon kvar som kan bekosta

... och nu något helt annat





Arbetsmiljörisker för provtagare/sanerare?

- Damm (lågflyktiga ämnen) och fibrer
- Flyktiga ämnen

- Risken beror alltid på dos/exponering

- Exponeringsvägar
 - Inhalation
 - Hudupptag
 - (Oralt intag)



Arbetsmiljörisker för provtagare/sanerare?

- Kortvarig kraftig exponering?
- Långvarig måttlig exponering?

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Arbetsmiljörisker - asbest

- Kortvarig, tämligen låggradig exponering kan vara tillräckligt för ökad risk för mesoteliom (lungsäckscancer; sällsynt).
- Exponeringen för låg för alla andra effekter av asbest.

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Arbetsmiljörisker - VOC

- Kortvarig, mycket kraftig exponering kan orsaka övergående akutsymptom
 - Slemhinneirritation (rinnande ögon/näsa, hosta)
 - Påverkan på centrala nervsystemet (trötthet, eufori, yrsel, illamående, medvetslöshet).
- Exponeringen för låg för att orsaka kroniska hjärnskador (normalt krävs 10-20 års exponering kring hygieniskt gränsvärde; nivågränsvärde – 8 tim medelvärde)

Arbetsmiljörisker - PAH

- Kortvarig, mycket kraftig exponering för flyktiga PAH (t.ex naftalen, phenantren, fluoranten) kan orsaka övergående akutsymptom
 - Slemhinneirritation (rinnande ögon/näsa, hosta)
- För cancerframkallande PAH (i huvudsak partikulära, t ex B(a)P finns i princip ingen tröskel. Risken torde dock i allmänhet vara försumbar om det inte gäller daglig exponering under mycket lång tid

Arbetsmiljörisker - metaller

- Arsenik, bly, kvicksilver, kadmium, mangan, krom (Cr6+) mest toxiska.
- Dock svårt tänka sig någon risk för förgiftning.
- För cancerframkallande metaller (As, Cr6+) i princip ingen tröskel. Risken torde dock i allmänhet vara försumbar om det inte gäller daglig exponering under mycket lång tid



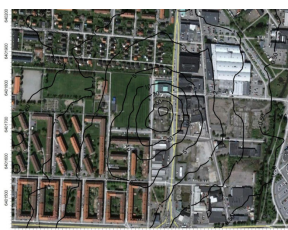
GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Arbetsmiljörisker för provtagare/sanerare?

Hur kan man skatta exponering och risk?

Ganska komplicerat och skattningen blir ändå osäker.

- Mätningar (varierar i allmänhet för mycket)
- Spridningsmodellering (kan fungera för worst case skattning för VOC, men kräver bestämning av emissionen och fungerar endast på plan mark)



- Skattning baserad på arbets- och miljömedicinsk erfarenhet (kan fungera för worst case skattning av partikulära föroreningar (t.ex B(a)P, bly).
- Biologisk provtagning endast (möjligen) meningsfullt för Pb och Hg



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Arbetsmiljörisker för provtagare/sanerare?

Vad kan göras för att minimera risken?

- Eliminera damning (Ingen öppen siktning, vattenbegjutning om torrt och dammigt)
- Andningsskydd om dammigt (rätt filter)
- Om tydlig lukt av VOC – använd andningsskydd (rätt filter)
- Vid hudexponering – skyddskläder inkl handskar
- Vb kontakt med FHV eller AMM