



**Miljömedicinskt yttrande:
Förorenad mark på förskolan
Garhyttan i Kopparberg**

Carin Pettersson
Kemiingenjör

Ann-Christine Mannerling
Yrkes- och miljöhygieniker

Håkan Löfstedt
Överläkare

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna och landstingen i Örebro, Sörmland, Värmland och Västmanland. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

Webbplats

www.regionorebrolan.se/amm

Citera oss gärna, men vänligen ange källan.

Innehåll

Sammanfattning.....	4
Bakgrund	5
Riktvärden för förorenad mark	5
Exponeringsvägar	6
Kortfattad information om ämnen som behandlas i riskbedömningen	6
Bly.....	6
Kadmium	6
Kvicksilver	7
Koppar	8
Zink	8
Vanadin.....	8
Polycykliska aromatiska kolväten (PAHer)	9
Metod.....	10
Oralt intag av jord.....	10
Beräkning av oralt intag av metaller och PAHer från jord	10
Beräkning av hudexponering och upptag av PAH från jord	10
Rikt- och gränsvärde för metaller.....	11
Riskbaserat referensvärde för PAHer.....	12
Resultat.....	12
Provtagning och analys.....	12
Diskussion.....	15
Referenser	17

Sammanfattning

Arbets- och miljömedicin blev kontaktad av Samhällsbyggnadsförvaltningen Bergslagen i mars 2018 angående eventuella hälsorisker relaterade till förorenad mark på området Kopparvågen 2 i Kopparberg. På fastigheten ligger en förskola. Miljötekniska markundersökningar har genomförts av DGE Mark och Miljö AB. Prov är tagna på olika delar av området och de visar på förhöjda halter av bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink, vanadin, PAH-M och PAH-H i de övre jordlagren, jämfört med riktvärden för känslig markanvändning (KM). Underliggande jord har inte provtagits. Syftet med den miljömedicinska utredningen är att bedöma om det finns risk för människors hälsa att vistas på området.

Av tänkbara exponeringsvägar förväntas oralt intag av jord ge högst exponering. Bly var den metall som var mest styrande gällande påverkan på hälsan. Barn är också särskilt känsliga för bly och det är viktigt att alltid hålla exponeringen så låg som möjligt eftersom det inte finns någon säker nivå. Den dos där effekter har noterats för barn överskrids 10 gånger för provet med högst halt respektive 3 gånger för medelhalten. För vuxna överskrids inte dosen, men den ger ett extra tillskott av bly på 58 respektive 17 procent. Riktvärdena vid korttidsexponering är beräknade utifrån att ett barn som väger 10 kg vid ett tillfälle får i sig 5 gram förorenad jord. Halten ska inte överskrida det tolerabla intaget sett över ett år. För ett barn kan ett enstaka intag av jord på 5 gram från det mest kontaminerade området ge ett extra tillskott av bly som överskrider det tolerabla intaget drygt två gånger. Barn med särskild benägenhet att stoppa saker i munnen löper större risk för hälsopåverkan.

Innan de riskreducerande åtgärderna av den förorenade marken utförs bör avspärningar göras vid de områden där de högsta halterna av bly är uppmätta. Exponeringen för föroreningarna kan minskas genom att barnen tvättar händerna efter utevistelse. Det är extra viktigt att de minsta barnen är på områden utan föroreningar vid utevistelse eftersom de gärna stoppar föremål och händer i munnen. Det är också värt att uppmärksamma hur intaget av föda sker vid utevistelse. Undvik att mat och frukt blir förorenad från jord och gräs. Vi rekommenderar även att förskolområdet inte används för odling av frukter, bär, grönsaker med mera.

Bakgrund

Arbets- och miljömedicin blev kontaktad av Samhällsbyggnadsförvaltningen Bergslagen i mars 2018 angående eventuella hälsorisker relaterade till förorenad mark på området Kopparvågen 2 i Kopparberg där en förskola är placerad. Förskolan har 65 barn i åldrarna 1-6 år. Miljötekniska markundersökningar har genomförts av DGE Mark och Miljö AB [1]. Prover är tagna på olika delar av området och de visar på förhöjda halter av bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink, vanadin, PAH-M och PAH-H i de övre jordlagren. Underliggande jord har inte provtagits. Syftet med den miljömedicinska utredningen är att bedöma om det finns risk för människors hälsa att vistas på området.

Riktvärden för förorenad mark

I Sverige har länsstyrelserna identifierat drygt 80 000 platser där miljöfarlig verksamhet finns, eller har funnits, och där förorenade områden kan förekomma [2]. Därför har Naturvårdsverket tagit fram riktvärden för skydd av markmiljön och människors hälsa beroende på hur ett område används. Områden där människor vistas dagligen inkluderar bostäder, lekplatser, daghem med mera och benämns känslig mark (KM). Riktvärdena anger den nivå där risken för negativa effekter för människor och miljö är acceptabel. I tabell 1 anges Naturvårdsverkets generella riktvärden för bly, kadmium, kvicksilver, koppar, vanadin, zink, PAH-M och PAH-H [3]. För några föroreningar kan ett enda exponeringstillfälle orsaka en dos som motsvarar det tolerabla intaget för en mycket lång tidsperiod. Om det är en förorening med lång uppehållstid i kroppen kan enstaka intag av kraftigt förorenad jord leda till långsiktiga risker. Naturvårdsverket har riktvärden för korttidsexponering för bly, kadmium och PAH-H. Riktvärdena är beräknade utifrån att ett barn som väger 10 kg vid ett tillfälle får i sig 5 gram förorenad jord. Halten ska inte överskrida det tolerabla intaget sett över ett år [4].

Tabell 1. Naturvårdsverkets generella riktvärden för bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink, vanadin, PAH-M och PAH-H angivet för KM, känslig markanvändning [5]. Halterna anges i mg/kg TS.

Ämnesindelning	Ämne	KM mg/kg TS	Styrande för riktvärdet	Riktvärde vid korttidsexponering mg/kg TS
Metaller	Bly	50	Intag av jord	600
	Kadmium	0,8	Skydd av markmiljö	250
	Kvicksilver	0,25	Skydd av grundvatten	-
	Koppar	80	Skydd av markmiljö	-
	Vanadin	100	Skydd av markmiljö	-
	Zink	250	Skydd av markmiljö	-
Oljekolväten	PAH-M	3,5	Skydd av markmiljö	-
	PAH-H	1	Skydd av markmiljö	300

Exponeringsvägar

Naturvårdsverket anger att man ska ta hänsyn till sex olika exponeringsvägar för bedömning av hälsorisker från förorenad mark; 1) intag av jord, 2) hudupptag, 3) inandning av ångor, 4) inandning av damm, 5) intag av dricksvatten, samt 6) intag av växter. Av dessa sex exponeringsvägar förväntas intag av jord ge högst exponering vid förskolan Garhyttan och är därmed också av högst intresse, varför beräkningar utförts för intag av jord. Hudupptag är mindre betydelsefullt för metaller då absorption genom huden är låg, men för PAH'er är hudupptag relevant varvid beräkningar även har utförts för dessa.

Kortfattad information om ämnen som behandlas i riskbedömningen

Bly

Spridning av bly i miljön har minskat på senare tid, tack vare blyfri bensin. En studie i södra Sverige visade att en grupp skolbarn år 1978 hade en genomsnittlig blodblyhalt på 50 till 70 µg/l vilket hade reducerats till 9 µg/l år 2015. Man har även sett en liknande trend hos den vuxna befolkningen [6]. Vår huvudsakliga exponering för bly idag sker via livsmedel. Hos barn uppskattas det dagliga intaget av bly till cirka 1 µg/kg kroppsvikt och dag [7, 8]. Det är generellt låga halter i livsmedel, men skaldjur, lever från vilt och vissa vildväxande svampar kan innehålla förhöjda halter [9]. Bly transporteras via blod till de flesta organ och elimineras via urin och avföring. Halveringstiden för bly i blodet är cirka en månad. Bly som ansamlats i skelettet har en halveringstid på 5 till 10 år [10].

Barn och foster är extra känsliga för bly på grund av den pågående utvecklingen av nervsystemet. När det gäller foster kan de neurologiska effekterna uppstå vid blynivåer som inte ger någon påverkan på modern [11]. Studier har visat att det finns risk för neurotoxiska effekter om vi utsätts för bly även vid låga halter. Det finns inte någon känd säker nivå utan det är viktigt att alltid hålla exponeringen så låg som möjligt [9]. Hos vuxna individer är de kritiska effekterna hemoglobinbildning, njurskada och förhöjning av blodtrycket [11]. Akut blyförgiftning är sällsynt [10]. För att ha en säkerhetsmarginal till effekter på barns intellektuella utveckling rekommenderar den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) att blyhalten i blod hos barn inte bör överstiga 12 µg/l, vilket man anser motsvarar ett intag på endast 0,5 µg/kg kroppsvikt och dag [8]. I dag ligger medelintaget av bly i Sverige redan över denna nivå [7]. Den mängd bly som upptas i blodbanan varierar. Efter en måltid så absorberar vuxna upp till 20 procent av det intagna blyet medan det absorberas upp till 60 till 80 procent om det sker på tom mage. För barn är siffrorna 50 procent efter en måltid och 100 procent på tom mage [12].

Kadmium

Kadmium har spridits i miljön genom bland annat gruv- och metallindustrin samt via handelsgödsel och avloppsslam [13]. Vår exponering för kadmium sker främst genom mat och rökning. I maten kan man hitta högst halter i njure, lever, skaldjur och viss svamp. Potatis

och produkter gjorda av säd står dock för den största exponeringen eftersom vi äter mer av dessa produkter [14].

Kadmium är inte så akuttoxiskt att förgiftning kan orsakas av enstaka intag av förorenad jord. Däremot kan stora enstaka intag bidra till att kadmium lagras i kroppen även om effekterna ses efter lång tids exponering [15]. Exponering för höga halter av kadmium kan skada njurarna, men kan också leda till benskörhet och frakturer som kan visa sig senare i livet [13]. Även påverkan på barns tillväxt och mentala utveckling kan ses [7]. Kadmium ansamlas i njurbarken och halveringstiden är ungefär 20 år. International Agency for Research on Cancer (IARC) utreder cancerframkallande egenskaper hos olika ämnen och de klassificerar kadmium som ett carcinogent ämne [15].

Det tolerabla dagliga intaget (TDI) för kadmium är 0,36 µg/kg kroppsvikt och dag, vilket är baserat på njureffekter hos kvinnor som utgör en riskgrupp i befolkningen [15]. Kadmium tas upp i kroppen från födan via mag-tarmkanalen och man brukar schablonartat räkna med 5 procents upptag [16]. Upptaget kan vara högre vid järnbrist, som är vanligt hos kvinnor i fertil ålder [13]. Storleken på TDI är relativt osäker när det gäller andra hälsoeffekter av kadmium och enligt EFSA anses delar av befolkningen överskrida gällande TDI. Det gör att det inte finns något större utrymme för bidrag från kontaminerad mark [15]. För vuxna är medelintaget av kadmium 1 till 2 µg/kg kroppsvikt och vecka, vilket innebär ett dagligt intag på 0,1 till 0,3 µg/kg kroppsvikt. Exponering för kadmium tidigt i livet, i halter som är vanligt förekommande i världen, har visat sig kunna ge hälsoeffekter hos barn och ungdomar [7].

Kvicksilver

Kvicksilver är en tungmetall som finns naturligt i miljön. I mark, vatten och sediment omvandlas kvicksilver till metylkvicksilver. Metylkvicksilver kan koncentreras i näringskedjan, så kallat biomagnifieras [16]. Medelintaget av metylkvicksilver i Sverige för vuxna och barn via livsmedel uppskattas vara cirka 0,1 till 0,3 µg/kg kroppsvikt och vecka. För människor är den dominerande exponeringskällan för metylkvicksilver fisk och fiskbaserade produkter [17]. Vid intag med födan absorberas metylkvicksilver till 95 procent i magtarmkanalen [18].

Kvicksilver är ett reproduktionstoxiskt ämne som hos vuxna kan orsaka neurologiska skador med tunnelseende, gångsvårigheter och domningar i armar och ben [16]. Hos gravida transporteras metylkvicksilver till fostret via moderkakan. I studier har man funnit att barn uppvisar symptom som inlärningssvårigheter och försämrad intellektuell kapacitet vid exponering för kvicksilver. Fleromättade fettsyror verkar kunna motverka negativa effekter av exponering för metylkvicksilver [7]. Eftersom fisk innehåller viktiga fettsyror, mineraler och vitamin D som är viktiga för fosterutvecklingen är det fortfarande viktigt att äta fisk, men Livsmedelsverket har utfärdat kostråd för fiskkonsumtion för att begränsa intaget av kvicksilver [19].

Kvicksilver, metalliskt och oorganiska kvicksilverföreningar, anses inte vara så akuttoxiska att förgiftning orsakas av enstaka intag av förorenad jord. Bedömningen är gjord vid de kvicksilverhalter som vanligtvis förekommer på förorenade områden. Hudupptag av metylkvicksilver anses vara lågt, så den största källan för exponering för ämnet anses vara oralt intag [20]. EFSA har satt ett TDI för metylkvicksilver på 0,2 µg/kg kroppsvikt och dag [21].

Koppar

Koppar är ett essentiellt grundämne, så både ett för lågt och ett för högt intag kan medföra hälsorisker. Exponering för koppar sker främst via livsmedel och dricksvatten. Korrosion av kopparledningar kan leda till att dricksvatten kan innehålla höga halter av koppar. Från mat uppskattas det dagliga intaget av koppar vara cirka 1 till 2 mg hos vuxna och mindre än 1 mg hos barn [22]. Hudupptag av koppar antas vara lågt. Höga doser av koppar kan leda till akut toxicitet, vilket kan ge magsmärtor, illamående, kräkningar och diarré [23, 24]. Enstaka intag av förorenad jord bedöms dock inte kunna orsaka förgiftning [25]. Långsiktigt hög exponering för koppar kan leda till leverskador. Nyfödda är särskilt känsliga eftersom kroppens ämnesomsättning inte är fullt utvecklad [22].

En övre gräns för ett acceptabelt intag av koppar har satts av EFSA som är baserat på hur vi utsätts för koppar långsiktigt. För vuxna är den övre gränsen 5 mg/dag. Den övre gränsen är inte tillämplig under graviditet och vid amning på grund av otillräckliga data. För barn är den övre gränsen för 1 till 3-åringar 1 mg/dag [24].

Zink

Zink är ett essentiellt grundämne och därför kan både ett för högt och ett för lågt intag medföra hälsorisker. Zink är ett av de vanligaste grundämnena i jordskorpan och finns i luft, jord och vatten. Risken med för stort intag av zink från endast mat är liten och akut toxicitet är sällsynt hos människor [24]. Vanliga reaktioner vid regelbundet överdrivet intag är exempelvis magirritation, kräkningar, kopparbrist och nedsatt immunitet. Detta är ofta relaterat till konsumtion av kosttillskott [23]. För barn under 2 år rekommenderas ett dagligt intag (RDI) på 5 000 µg/dag och för kvinnor 7 000 µg/dag. Ammande, gravida och män har ett högre RDI [26].

Zink i förorenad mark bedöms inte ge upphov till akut toxicitet [27]. EFSA anger en övre gräns för ett säkert intag av zink för vuxna till 25 mg/dag. För ett barn på 10 kg är den övre intagsnivån 7 000 µg/dag [24]. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) uppskattar en minimumrisknivå (MRL) för oral exponering under 15 till 364 dagar till 0,3 mg zink/kg kroppsvikt och dag. Det ger för barn en MRL på 3 000 µg/dag och vuxna 21 000 µg/dag [28].

Vanadin

Vanadin är ett mineralämne som finns i varierande halter i jord och i vatten. Ämnet frigörs till miljön genom bland annat vulkanutsläpp och förbränning av fossila bränslen, vilket medför

en allmän förekomst i luftföroreningar [29]. Via en normal kost får vi i oss i genomsnitt runt 30 till 40 µg/dag av vanadin. Kosttillskott som innehåller vanadin kan ge ungefär 2 000 till 8 000 µg vanadin/dag [30]. Det är troligt att upptaget i huden är mycket litet så de primära exponeringarna av vanadin sker oralt och genom inandning. Den toxiska effekten påverkas av på vilket sätt intaget sker. Upptaget via mag-tarmkanalen är mindre än 5 procent [31]. Oralt intag av vanadin kan orsaka illamående, mild diarré och magkramper. Yrkesmässig exponering för vanadinoxid kan verka irriterande på luftvägarna. Det är inte klarlagt om barn är mer känsliga för vanadin än vuxna [29].

EFSA anger ett medelintag av vanadin på 2 till 3 µg/dag för barn på 10 kg och 14 till 21 µg/dag för vuxna på 70 kg [31]. För livsmedel finns det inget gränsvärde för vanadin [30]. ATSDR uppskattar MRL för oral exponering under 15 till 364 dagar till 0,01 mg vanadin/kg kroppsvikt och dag. När det gäller kosttillskott av vanadin har dagliga doser motsvarande ungefär 300 µg/kg kroppsvikt och dag rapporterats orsaka gastrointestinala effekter. Långvarigt intag av detta kan därför förväntas orsaka risk för biverkningar [29].

Polycykliska aromatiska kolväten (PAHer)

PAH-föreningar är ett samlingsnamn för ämnen som består av aromatiska ringar av kol och väte. Storleken på molekylerna varierar och molekylvikten styr många av egenskaperna. De flesta är långlivade, bioackumulerande och cancerframkallande. PAH-föreningarna delas in i olika delgrupper beroende på molekylvikt där PAH-L har låg, PAH-M har medelhög och PAH-H hög molekylvikt. Dessa PAHer är genotoxiska carcinogener, vilket betyder att de skadar arvsmassan. Det finns ingen tröskeldos och risken för cancer är relaterad till föroreningshalter även vid låga halter. Människors exponering av PAHer sker både från inandning av förorenad luft och konsumtion av förorenad mat och vatten. Hudupptag från till exempel jord innebär också en exponering att ta hänsyn till. En förhöjd hälsorisk beror framförallt på om man har en långvarig exponering för förorenad jord på huden [32]. Enligt Livsmedelsverket är medelintaget av bens(a)pyren (BaP), vilken tillhör gruppen PAH-H, 50 ng/person och dag [33]. Enstaka intag av förorenad jord med PAH-halter som vanligtvis förekommer på förorenade områden orsakar inte förgiftning och är inte akuttoxiskt [3].

Metod

Oralt intag av jord

Personer som vistas på förorenade markområden riskerar att få i sig förorenad jord via munnen, exempelvis genom att man stoppar jordiga fingrar i munnen eller att damm fastnar i mun och svalg och sväljs ner. Små barn har ett naturligt beteende att stoppa föremål och fingrar i munnen och vissa barn har en större benägenhet att stoppa i sig olika saker, så kallat pica-beteende. I Naturvårdsverkets modell för förorenade områden uppskattas intaget av jord via munnen vara cirka 120 mg/dag hos barn och 50 mg/dag för vuxna som vistas i områden klassade som känslig markanvändning (KM) [3]. Intaget antas ske 365 dagar om året, men eftersom tid tillbringas på förskolan fem dagar i veckan beräknas intaget bli lägre. Barnen och de vuxna tillbringar inte heller all sin tid utomhus på förskolan utan även på andra områden, dels under förskoletid och dels på annan tid. I beräkningen antar vi att 75 procent av utetiden är på förskolan vilket då ger motsvarande 166 dagars exponering. Detta skulle innebära att barn har ett genomsnittsintag av jord från förskolan på 54 mg/dag och vuxna 23 mg/dag.

Beräkning av oralt intag av metaller och PAH från jord

Beräkningar har gjorts på prov med de högsta halterna som överskridit riktvärden för KM och på medelhalterna av provtagningspunkterna. För att beräkna den möjliga mängd som ett barn samt vuxen får i sig vid förtäring av jord från området har halten i jorden multiplicerats med beräknat intag av jord, se nedan.

*Intagen mängd förorening från jord (mg) = Halt i jorden (mg/kg TS) * torrsvikt * Intagen mängd jord (kg)*

Beräkning av hudexponering och upptag av PAH från jord

Beräkningar har gjorts på prov med de högsta halterna som överskridit riktvärden för KM och på medelhalterna av provtagningspunkterna. Naturvårdsverkets modell för förorenade områden uppskattar en exponerad hudyta för barn som leker i jorden till 0,5 m². Ytexponering av jord på hud sattes därefter till 2 000 mg/m². Utomhusklimatet i Sverige tillåter exponeringen av huden endast vissa tider på året varvid hudexponering sattes till 120 dagar per år. Vidare räknar Naturvårdsverket med ett hudupptag på 13 procent [3], se beräkningar nedan.

(1) *Total hudexponering = Exponerad hudyta (m²) * Ytexponering av jord på hud (mg/m²) * Halt PAH_{jord} (mg/kg TS) * torrsvikt * Antal exponeringar (dagar)*

(2) *Faktisk beräknat hudupptag (PAH_{hud}) = Total hudexponering * Hudupptag*

(3) *Total dos av PAH-M + PAH-H = PAH-M_{jord} + PAH-M_{hud} + PAH-H_{jord} + PAH-H_{hud}*

Där:

PAH-M_{jord} + PAH-H_{jord} = är oralt intag

PAH-M_{hud} + PAH-H_{hud} = är hudupptag

Rikt- och gränsvärde för metaller

Det finns olika sorters gränsvärden och riktvärden, se tabell 2. Vissa värden är kopplade till halter i mat eller vatten medan andra är mer kopplade till vilka halter som ska vara ofarliga att få i sig. Gränsvärden i livsmedel finns för kadmium och kvicksilver [19, 34]. Ett tolerabelt dagligt intag (TDI) av ett ämne är ett begrepp som anger den mängd som det bedöms att man kan inta utan att det ger några negativa hälsoeffekter under en hel livstid. Hög exponering under kortare tid behöver därför inte vara skadligt. TDI finns för kadmium och kvicksilver [21, 35]. Den övre gränsen för intag definieras som det högsta långvariga dagliga intaget som sannolikt inte utgör en risk för negativa hälsoeffekter hos människor. Med långvarig exponering menas månader eller år och värdet finns för koppar [22, 24]. En minimum risknivå, MRL, finns för vanadin och zink [28, 31]. Ett rekommenderat dagligt intag, RDI-värde, finns också för zink [26]. Som förstås av namnet är det något man ska äta för att må bra eftersom ämnena är essentiella för kroppens funktioner. Den totala mängden intagen metall jämförs sedan med rikt- och gränsvärden. Om det inte finns något rikt- och gränsvärde sätts det totala intaget av metall i relation till det dagliga intaget eller där ämnet bedömts orsaka effekt, exempelvis för bly. En risk för negativa hälsoeffekter skattas sedan.

Tabell 2. Rikt- och gränsvärden samt uppskattat dagligt intag av bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink och vanadin för barn på 10 kg och vuxen på 70 kg. Värdena är angivna i µg/dag.

Ämne	Rikt- och gränsvärde (µg/dag)		Dagligt intag (µg/dag)	
	Barn	Vuxen	Barn	Vuxen
Bly [8, 11]	5 ^a	35 ^a	10	70
Kadmium [34, 35]	3,6 ^b	25 ^b	1,4-2,9	10-20
Kvicksilver [19, 21]	2 ^b	7 ^b	1-3	7-21
Koppar [22, 24]	1 000 ^c	5 000 ^c	< 1000	1 000-2 000
Zink [26, 28]	3 000 ^d	21 000 ^d	5 000 ^e	7 000 ^e
Vanadin [30, 31]	100 ^d	700 ^d	2-3	14-21

a) Dos där effekter setts

b) TDI: Tolerabelt dagligt intag

c) ÖG (övre gräns): Högsta långvariga dagliga intag

d) MRL: Minimumrisknivå

e) RDI: Rekommenderat dagligt intag

Riskbaserat referensvärde för PAHer

För PAH-H finns ett riskbaserat toxikologiskt referensvärde ($RISK_{or}$) på $8,3 \times 10^{-6}$ mg/kg kroppsvikt och dag. Detta ger 0,083 µg/dag för ett barn på 10 kg och 0,58 µg/dag för en vuxen på 70 kg. För PAH-M är $RISK_{or}$ 0,42 µg/kg kroppsvikt och dag vilket ger 4,2 µg/dag för ett barn på 10 kg och 29 µg/dag för en vuxen på 70 kg. Lågriskvärdet innebär en ökad risk att drabbas av cancer med 1/100 000.

Resultat

Provtagning och analys

Provtagningen av jord genomfördes den 5 december 2017 av DGE Mark och Miljö AB, se tabell 3. Laboratorieanalys av metaller är gjord av ALS Scandinavia AB i Danderyd [1].

Tabell 3. Analysresultat för metaller och PAHer i jord jämförda med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM). Halterna är angivna i mg/kg TS. Provpunkterna F1 samt F4 till F9 har något analyserat ämne över KM, vilket är markerat med fet stil.

Provpunkt	Halt (mg/kg TS)							
	Bly	Kadmium	Kvicksilver	Koppar	Vanadin	Zink	PAH-M	PAH-H
F1	944	1,6	0,34	626	10	746	0,75	1,2
F2	42	0,17	<0,2	25	8	73	0,34	0,31
F3	47	0,15	<0,2	31	8	85	0,25	0,085
F4	1090	1,2	<0,2	440	10	481	0,81	0,86
F5	51	0,26	<0,2	29	9	94	0,68	0,65
F6	60	0,18	<0,2	24	6	76	0,46	0,32
F7	502	0,72	0,26	81	269	346	16	14
F8	71	0,24	<0,2	41	10	128	0,38	0,35
F9	71	0,46	<0,2	86	15	100	<0,25	<0,3
KM	50	0,8	0,25	80	100	250	3,5	1

Exponering för bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink och vanadin är beräknad för ett års vistelse på området och exponeringen är därefter beräknad per dag, se tabell 4. Extra intag av metallen avser intagen halt per dag utöver normalintaget. Andelen tillskott av metallen har jämförts med rikt- och gränsvärden, se tabell 2, och anges som procent tillskott.

Tabell 4. Exponering för bly, kadmium, kvicksilver, koppar, zink och vanadin är beräknat för ett års exponering och därefter beräknad per dag. Ett barn uppskattas väga 10 kg och en vuxen 70 kg. Högsta uppmätta halten samt medelhalten anges ($\mu\text{g}/\text{dag}$). Det extra orala intaget av metallen från jorden anges. Andelen tillskott av metallen har jämförts med rikt- och gränsvärden, se tabell 2, och anges som procent tillskott.

Ämne	Högsta halt ($\mu\text{g}/\text{dag}$)		Medelhalt ($\mu\text{g}/\text{dag}$)	
	Barn	Vuxen	Barn	Vuxen
Bly				
Extra intag	48	20	14	6
Tillskott %	1 000	58	280	17
Kadmium				
Extra intag	0,070	0,030	0,025	0,011
Tillskott %	2,0	0,12	0,69	0,042
Kvicksilver				
Extra intag	0,015	0,0064	0,010	0,0044
Tillskott %	0,76	0,046	0,51	0,031
Koppar				
Extra intag	27	12	6,9	2,9
Tillskott %	2,7	0,23	0,69	0,058
Zink				
Extra intag	33	14	10	4,5
Tillskott %	1,1	0,066	0,35	0,021
Vanadin				
Extra intag	11	4,9	1,7	0,71
Tillskott %	11	0,70	1,7	0,10

Exponering för PAH-M och PAH-H är beräknad för ett års vistelse på området och är därefter beräknad per dag, se tabell 5. Både oralt intag och hudupptag är beräknad, samt den totala exponeringen.

Tabell 5. Oralt intag samt hudupptag för PAH-M och PAH-H är beräknat för ett års exponering och är därefter beräknad per dag. Ett barn uppskattas väga 10 kg och en vuxen 70 kg. En total exponering av PAH-M och PAH-H är sedan beräknad. Högsta uppmätta halten samt medelhalten anges ($\mu\text{g}/\text{dag}$).

PAH-M ($\mu\text{g}/\text{dag}$)						
	Oralt intag		Hudupptag		Total exponering	
	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt
Barn	0,68	0,097	0,54	0,077	1,2	0,17
Vuxen	0,29	0,041	0,54	0,077	0,83	0,12

PAH-H ($\mu\text{g}/\text{dag}$)						
	Oralt intag		Hudupptag		Total exponering	
	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt
Barn	0,59	0,086	0,47	0,068	1,1	0,15
Vuxen	0,25	0,037	0,47	0,068	0,72	0,11

För PAH-M och PAH-H är de riskbaserade toxikologiska referensvärdena (RISK_{or}) beräknade, se tabell 6. Risken anger en ökad risk att drabbas av cancer med 1/100 000. RISK_{or} anges för den högsta uppmätta halten samt medelhalten för barn och för vuxna. Den totala risken för PAH-M och PAH-H anges sedan.

Tabell 6. Det riskbaserade toxikologiska referensvärdet (RISK_{or}) är beräknat för PAH-M och PAH-H vid högsta uppmätta halten samt medelhalten för barn och för vuxna. Ett barn uppskattas väga 10 kg och en vuxen 70 kg. Den totala risken anger den aktuella risken i förhållande till risken 1/100 000.

RISK_{or} (antal/100 000)						
	PAH-M		PAH-H		Total	
	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt	Högsta halt	Medelhalt
Barn	0,29	0,041	13	1,9	13	1,9
Vuxen	0,029	0,0041	1,2	0,18	1,3	0,19

Diskussion

Mätningar av metaller och PAHer i marken visade förhöjda halter över riktvärdena för KM. Beräkningarna som gjorts i denna riskbedömning har utförts på max- och medelvärden i jorden. Vid riskbedömningen uppskattas eventuella hälsorisker för människor att vistas på området. Observera att hälsorisk avser just risk för hälsopåverkan och inte faktisk hälsopåverkan. Barn med särskild benägenhet att stoppa saker i munnen, så kallade pica-barn, löper större risk för hälsopåverkan.

Det finns inte någon säker nivå av bly utan det är viktigt att alltid hålla exponeringen så låg som möjligt. Den dos där effekter har noterats för barn överskrider med en faktor 10 för högsta halten respektive en faktor 3 för medelhalten. För vuxna överskrider inte dosen, men den ger ett extra tillskott av bly på 58 respektive 17 procent. Enligt Naturvårdsverkets riktvärden för korttidsexponering ska den genomsnittliga dosen inte överskrida det tolerabla intaget över ett år. För ett barn kan ett enstaka intag av jord på 5 gram från det mest kontaminerade området ge ett extra tillskott av bly som överskrider drygt 2 gånger den halt där effekter setts.

Halterna av bly i jorden i det aktuella området är dock så höga att man trots skiftande upptag kan anta att ett oralt intag av jord för barn kan ge ett betydande tillskott till det totala blyintaget och därmed innebära en risk för negativa hälsoeffekter.

Det är av största vikt att reducera kadmiumexponeringen där det finns möjlighet. För barn sågs en ökad exponering av kadmium med 2 procent vid det mest kontaminerade området och för vuxna betydligt mindre än 1 procent. Biotillgängligheten är som tidigare nämnts uppskattad till 100 procent medan det faktiska upptaget av kadmium från tarmen och till blodet är cirka 1 till 10 procent för vuxna.

Vid den högsta halten i jorden av kvicksilver uppskattas att ett oralt intag för barn ger ett tillskott på mindre än 1 procent av det dagliga intaget. Två av markproverna hade förhöjda halter över riktvärdena för KM medan sju låg under detektionsgränsen för analyslaboratoriet. Andelen extra tillskott av koppar var hos barn cirka 3 procent vid den högsta kopparhalten medan medelvärdet gav ett tillskott på mindre än 1 procent. Det extra intaget för barn gör inte att den övre gränsen för acceptabelt intag överskrider. Det rekommenderade dagliga intaget för zink är 5 000 µg/dag för barn under 2 år. En minimum risknivå på 3 000 µg/dag för ett barn ger ett tillskott på lite drygt 1 procent på de högsta jordproverna och mindre än 1 procent på medelvärdet av jordproverna. Varken kvicksilver, koppar eller zink bedöms medföra några negativa hälsoeffekter.

Beräknat uppskattat intag av vanadin för högsta jordhalten för barn var 11 µg per dag och förmodas därför inte medföra några negativa hälsoeffekter. När det gäller dagliga doser av kosttillskott har gastrointestinala effekter vid ungefär 300 µg/kg kroppsvikt och dag noterats. En uppskattad minimumrisknivå för ett barn är 100 µg/dag.

Riskbedömningen gällande PAHer gäller långtidseffekter. Hälsoeffekter gäller en ökad cancerrisk efter flera decenniers exponering för PAHer. PAH-M och PAH-H räknas som genotoxiska ämnen och riktvärden är beräknade så att exponeringen från området innebär en risk mindre än 1 extra cancerfall per 100 000 personer exponerade under en livstid. För ett barn skulle en livstidsvistelse på området innebära en ökad risk att drabbas av cancer med 13/100 000 vid den högsta halten och för en vuxen 1,3/100 000. Barn och vuxna har däremot vistats på området under några år och riskbedömningen gäller långtidseffekter.

Det finns en stor osäkerhet i de antaganden som gjorts vid riskbedömningen och försiktighetsprincipen har därför använts. Nio provpunkter har valts ut för analys av jorden vilket kan innebära att riskbedömningen för markområdet både under- och/eller överskattar halterna av ämnena. Vid gräsbevuxna ytor är exponeringen dessutom lägre än från jord utan växtlighet.

Innan de riskreducerande åtgärderna av den förorenade marken utförs bör avspärningar göras vid de områden där de högsta halterna av bly är uppmätta. Exponeringen för föroreningarna kan minskas genom att barnen tvättar händerna efter utevistelse. Det är extra viktigt att de minsta barnen är på områden utan föroreningar vid utevistelse eftersom de gärna stoppar saker i munnen. Det är också värt att uppmärksamma hur intaget av föda sker vid utevistelse. Undvik att mat och frukt blir förorenad från jord och gräs. Vi rekommenderar även att förskoleområdet inte används för odling av frukter, bär, grönsaker med mera.

Referenser

1. DGE Mark och Miljö AB, *Miljöteknisk markundersökning av förskoleområdet på Kopparvågen 2*, K. Mjöfors and L. Karlsson, Editors. 2018.
2. Länsstyrelsen, *Slutrapport över länsstyrelsernas inventeringsprojekt - Länsstyrelsernas inventering av förorenade områden mellan åren 1999 och 2015*, C. Carlbom, J. Joelsson, and L. Tang, Editors. 2016.
3. Naturvårdsverket, *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning Rapport 5976*. 2009: Stockholm.
4. Naturvårdsverket. *Uppdaterat beräkningsverktyg och nya riktvärden för förorenad mark*. 2017 [cited 2018 -04-05]; Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Forenaded-omraden/Riktvarder-for-forenaded-mark/Berakningsverktyg-och-nya-riktvarder/>.
5. Naturvårdsverket, *Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning*. 2009, Rapport 5977. Naturvårdsverket: Stockholm.
6. Skerfving, S., et al., *Bly, kadmium och kvicksilver i blod hos skånska barn 2009-2011 - med jämförelser bakåt till 1978*. 2012, Arbets- och miljömedicin: Skånes Universitetssjukhus, Lund.
7. Folkhälsomyndigheten. Institutet för miljömedicin, *Miljöhälsorapport 2017*. 2017.
8. EFSA, *Scientific Opinion on Lead in Food*. EFSA Journal 2010; 8(4):1570, 2013.
9. Karolinska Institutet. Institutet för Miljömedicin, *Miljöhälsorapport 2013*. 2013.
10. Internetmedicin.se. *Blyförgiftning*. 2018 [cited 2018 03-24]; Available from: <https://www.internetmedicin.se/page.aspx?id=3445>.
11. Livsmedelsverket. *Bly*. 2018 [cited 2015 18 maj]; Available from: <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/bly/>.
12. ATSDR. *Lead Toxicity. What is the Biological Fate of Lead in the Body?* 2017 [cited 2018 03-26]; Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=34&po=9>.
13. Karolinska Institutet. *Kadmium*. 2015 [cited 2016 -11-04]; Available from: <http://ki.se/imm/kadmium-0>.
14. Livsmedelsverket. *Kadmium*. 2016; Available from: <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kadmium/>.
15. Naturvårdsverket. *Datablad för kadmium*. 2016 [cited 2018 03-24]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenaded-omraden/kadmium.pdf>.
16. Socialstyrelsen, *Miljökonsekvensbeskrivning och hälsa. Några föroreningskällor - beskrivning och riskbedömning*. 2004, Lindesberg.
17. Livsmedelsverket, *Riksprojekt 2007 Kvicksilver i saluhållen fisk*, E. Halldin Ankarberg and I. Nordlander, Editors. 2008.
18. Guzzi, G. and C.A. La Porta, *Molecular mechanisms triggered by mercury*. Toxicology, 2008. **244**(1): p. 1-12.
19. Livsmedelsverket. *Kvicksilver*. 2018 [cited 2018 03-14]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver>.
20. Naturvårdsverket. *Datablad för kvicksilver*. 2016 [cited 2018 -03-20]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenaded-omraden/kvicksilver-.pdf>.

21. EFSA, *Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food*. EFSA Journal, 2012. **10(12):2985**.
22. Livsmedelsverket. *Koppar*. 2018 [cited 2018 03-14]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/salt-och-mineraler1/koppar>.
23. Norden, *Nordic Nutrition Recommendations 2012 Integrating nutrition and physical activity*. 2014: Nordic Council of Ministers.
24. EFSA, *Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals by the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies (NDA) and Scientific Committee on Food (SCF)*. 2006: European Food Safety Authority.
25. Naturvårdsverket. *Datablad för koppar*. 2016 [cited 2018 -03-20]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenaded-omraden/koppar.pdf>.
26. Livsmedelsverket. *Zink*. 2018 [cited 2018 03-20]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/salt-och-mineraler1/zink>.
27. Naturvårdsverket. *Datablad för zink*. 2016 [cited 2018 03-20]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenaded-omraden/zink.pdf>.
28. ATSDR. *Toxicological profile for Zinc*. 2005 [cited 2018 03-20]; Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=302&tid=54>.
29. ATSDR. *Toxicological profile for Vanadium*. 2012 [cited 2018 03-16]; Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.pdf>.
30. Livsmedelsverket. *Vanadin*. 2017 [cited 2018 03]; -14]. Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/kosttillskott/amnen-i-kosttillskott/vanadin>.
31. EFSA. *Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Vanadium*. 2004 [cited 2018 03-16]; Available from: http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/33.pdf.
32. Naturvårdsverket. *Datablad för Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*. 2017 [cited 2018 -03-20]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenaded-omraden/datablad-pah-20170518.pdf>.
33. Livsmedelsverket. *Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*. 2018 [cited 2018 03-15]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/polycykliska-aromatiska-kolvaten-pah>.
34. Livsmedelsverket. *Kadmium*. 2017 [cited 2018 -03-20]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kadmium>.
35. EFSA, *Cadmium in food: Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain*. The EFSA Journal, 2009. **980, 1-139**.

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan Regionerna och Landstingen i Örebro, Sörmland, Värmland och Västmanland. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Vårt arbete rör sambandet mellan hälsa och ohälsa i relation till olika typer av exponeringar i arbetsmiljön, boendemiljön och den yttre miljön.

Besök vår webbplats för att läsa mer om oss. Där kan du även anmäla dig till vårt nyhetsbrev.

www.regionorebrolan.se/amm

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

