

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Pernilla Almerud¹
Sanna Lignell²
Eva M Andersson¹
Thomas Lundh³
Galia Zamaratskaia²
Gerd Sällsten¹
Anna Karin Lindroos^{2,4}

¹Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum,
Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg

² Livsmedelsverket, Uppsala


³ Arbets- och miljömedicin Syd, Lund

⁴ Avdelningen för invärtesmedicin och klinisk nutrition,
Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet, Göteborg



Göteborg 3 februari 2020





Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Arbets- och miljömedicin
Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC)
ADRESS Box 414, 405 30 Göteborg
E-POST amm@amm.gu.se
HEMSIDA www.amm.se

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning.....	5
Bakgrund och syfte.....	6
Riktvärden för barn.....	11
Metod.....	12
Urval	12
Rekrytering	12
Datainsamling	13
Enkäter.....	13
Blodprover	13
Längd- och viktmätning	14
Analys av metaller i blod.....	14
Statistisk analys	15
Resultat	16
Bakgrundsinformation	16
Metallhalter i blod	18
Kvicksilver och konsumtion av fisk	23
Bly och konsumtion av viltkött	23
Typ av kranvatten (kommunalt eller brunn).....	24
Rökning	25
Diskussion	26
Kadmium	26
Kvicksilver	27
Bly	27
Mangan	28
Krom.....	28
Kobolt.....	29
Nickel	29
Referenser.....	30
Bilaga 1.....	35
Bilaga 2.....	37

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Förord

Studien som redovisas i denna rapport baseras på Livsmedelsverkets nationella matvaneundersökning Riksmaten ungdom 2016–17. Matvaneundersökningen kompletterades med insamling av biologiska prover (urin och blod) från ungefär en tredjedel av deltagarna. Provinsamlingen ingick i ett projekt som finansierades av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Analyserna av metaller i blod finansierades av Naturvårdsverkets hälsorelaterade miljöövervakning (HÄMI), Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC), Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg och Livsmedelsverket. Rapporten är ett samarbete mellan Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC) i Göteborg och Livsmedelsverket.

Sammanfattning

Kunskap om exponeringsnivåer för metaller i allmänbefolkningen är viktig för att kunna utvärdera hälsorisker. Metaller är grundämnen som finns både naturligt i miljön och beroende på mänsklig aktivitet. Intag av livsmedel är en stor och för flera metaller den dominerande källan till exponering. Syftet med studien var att kartlägga svenska barn och ungdomars exponering för en rad metaller inklusive de klassiska metallerna kadmium, kvicksilver och bly. Ett annat syfte var att undersöka om det finns några samband mellan uppmätta halter och faktorer såsom ålder, kön och några utvalda grupper av livsmedel.

Deltagarna i denna studie utgjorde en delpopulation av de drygt 3000 eleverna i årskurs 5 och 8 i grundskolan samt årskurs 2 på gymnasiet från skolor i hela Sverige som deltog i Livsmedelsverket nationella matvaneundersökning Riksmaten ungdom 2016–17. I studien togs blodprover och information om deltagarnas bakgrund, livsstil och konsumtion av olika livsmedel samlades in med hjälp av en enkät. Halter av kadmium, kvicksilver, bly, krom, mangan, kobolt och nickel i helblod och aluminium i serum bestämdes med induktiv-kopplad plasma masspektrometri.

De flesta av de 1099 deltagare som hade lämnat blodprov och hade fullständig kostinformation hade uppmätbara halter av metaller i blodet. Däremot kunde aluminium endast uppmätas hos hälften av deltagarna och rapporteras endast översiktligt i denna rapport. De geometriska medelvärdena (GM) för alla deltagare var 0,16 µg/l för kadmium, 0,90 µg/l för kvicksilver, 8,4 µg/l för bly, 0,57 µg/l för krom, 11 µg/l för mangan, 0,12 µg/l för kobolt, 0,65 µg/l för nickel och 5,1 µg/l för aluminium. Det fanns en statistiskt signifikant skillnad i blodnivåer för alla metaller utom nickel mellan flickorna och pojkarna. Det fanns också en åldersskillnad i blodhalter för flera av metallerna både bland flickorna och pojkarna. Flickorna hade högre halter av kadmium än pojkarna och halterna var högre hos de äldre deltagarna. För kvicksilver var halterna högre hos pojkarna än flickorna. Kviksilverhalterna var högre hos de äldre pojkarna, medan halterna var lägre hos de äldre flickorna. Pojkarna hade även högre halter av bly i blodet än flickorna. För bly var genomsnittshalten högre hos de yngsta flickorna jämfört med de äldre flickorna.

Kviksilverhalten var högre hos deltagare som uppgav att de åt stora rovfiskar och insjöfisk en gång per månad eller oftare jämfört med de som åt mer sällan. Vi såg inget samband mellan konsumtion av viltkött och blyhalter i blod, dock var frågan fokuserad på charkprodukter och underskattar troligen den totala viltkonsumtionen. För kadmium var halterna som förväntat högre hos de elever som rökte, vilket dock var en liten andel av eleverna i årskurs 2 på gymnasiet.

Sammanfattningsvis har deltagarna i Riksmaten ungdom 2016–17 halter av metaller i blod i samma nivå som i flera andra svenska och internationella studier hos barn och ungdomar. Genomsnittshalterna av bly i blod hos eleverna låg under den nivå på 12 µg/l för vilken EU:s livsmedelsmyndighet EFSA bedömt att risken för påverkan den intellektuella kapaciteten hos barn är låg. Denna nivå överskreds dock hos 13 % av deltagarna.

Bakgrund och syfte

Metaller är grundämnen som finns naturligt i miljön. Förekomsten av metaller i berggrunden varierar stort och därigenom även innehållet i våra marker. Utsläpp från industrier, trafik och bostadsuppvärmning kan tillföra metaller till mark, luft och vatten. Även gödsling av åkermark har bidragit till förhöjda halter av vissa metaller i mark och vatten. Upptag i växter och djur gör att livsmedel kan innehålla metaller och därmed utgöra en viktig källa till exponering i befolkningen. Även kontaminerat dricksvatten, rökning och alkoholkonsumtion kan påverka exponeringen. Vissa metaller är skadliga för hälsan, medan andra är essentiella för oss människor. Med essentiella avses sådana metaller som vi behöver få i oss i en tillräcklig mängd för att upprätthålla livsviktiga processer, men en för stor mängd kan vara skadligt.

Kunskap om exponeringsnivåer för metaller i allmänbefolkningen är viktig för att kunna utvärdera hälsorisker. Intag av livsmedel är en stor och för flera metaller den dominerande källan till exponering. Uppmätta halter av metaller i olika livsmedel kan tillsammans med konsumtionsdata för befolkningen användas för att beräkna det dagliga intaget från födan. Även olika livsmedels bidrag till den totala exponeringen kan beräknas. Befolkningens matvanor har undersökts i tidigare Riksmatenundersökningar bland barn, ungdomar och vuxna (Enghardt Barbieri et al 2006, Warensjö Lemming et al 2018a, Amcoff et al 2012). Halter av metaller i livsmedel har studerats i Matkorgsundersökningar (Livsmedelsverket 2012, Livsmedelsverket 2017).

Ett annat sätt att få kunskap om exponeringsnivåer är att analysera metallhalter i biologiska prover från människor, så kallad biomonitorering. Med biologisk monitorering kan mängden av en metall ge ett mått på den totala exponeringen från olika källor, dvs inte bara från livsmedel. Kunskap om metallhalter i biologiska prover kan användas som referensdata för befolkningen, för att identifiera riskgrupper, utgöra underlag vid risk- och nyttovärderingar av olika livsmedelsgrupper samt för att följa trender i exponering. Även om man hittar mätbara halter av metaller i blodet betyder det inte att dessa nivåer orsakar negativa hälsoeffekter.

Syftet med studien var att kartlägga svenska barn och ungdomars exponering för en rad metaller, både toxiska och essentiella. Ett annat syfte var att undersöka om det finns några samband mellan uppmätta halter och faktorer såsom ålder, kön och några utvalda grupper av livsmedel.

I denna studie har halter av kadmium, kvicksilver, bly, krom, mangan, kobolt och nickel analyserats i helblod och aluminium i serum hos pojkar och flickor i årskurs 5 och 8 samt årskurs 2 på gymnasiet. Insamlingen av blodprover genomfördes i en delpopulation i Livsmedelsverkets nationella matvaneundersökning Riksmaten ungdom 2016–17. Nedan följer en kort beskrivning av de olika metallerna med fokus på exponeringskällor i allmänbefolkningen, toxikologiska data, hälsoeffekter och i förekommande fall hälsobaserade riktvärden.

Kadmium är ett metalliskt grundämne som finns naturligt i alla jordar och som inte kan brytas ned. I vissa områden i Sverige finns naturligt förhöjda kadmiumhalter. Metallen är viktig i många olika industriella tillämpningar och utsläpp till luften sker vid förbränning av fossila bränslen, vid metalltillverkning och vid förbränning av sopor

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

(Naturvårdsverket 2019). Förutom det kadmium som finns naturligt i åkermarken så tillförs kadmium också till åkermarken genom nedfall från luften och genom användning av kadmiumhaltig mineralgödsel, rötslam och stallgödsel. Kadmium kan tas upp av växternas rotsystem och återfinns också i vegetabiliska livsmedel. Livsmedelsproducerande tamdjur exponeras för kadmium från den växtlighet som de äter och från den jord de samtidigt får i sig samt från foder. För befolkningen beror exponeringen på upptag från kost och inhalation av tobaksrök.

Medelhalter av kadmium i baslivsmedel har bland annat undersökts i Livsmedelsverkets senaste Matkorgsundersökning 2015 och är i allmänhet relativt låga (Livsmedelsverket 2017). Det största bidraget till barns och vuxnas exponering för kadmium sker för flertalet via spannmål (40 procent), potatis (22 procent) och grönsaker (14 procent) och beror främst på att vi äter mycket av dessa baslivsmedel (Livsmedelsverket 2017). Vissa livsmedel har dock högre halter, t.ex. lever och njure från både tamboskap och vilt. Utsläppen av kadmium till luft har minskat i Sverige, men halterna i svenska baslivsmedel har inte förändrats nämnvärt under många årtionden (Ålander et al 2012, Jorhem et al 2013). Tobak innehåller kadmium, som tas upp via lungorna hos rökare. Upptaget av kadmium är mer effektivt via lungorna jämfört med upptaget i tarmen som vanligtvis bara är några procent (EFSA 2009). Rökare har betydligt högre kadmiumexponering än icke-rökare (Järup et al 1998). Upptaget i tarmen kan vara högre hos individer med järnbrist då det huvudsakliga upptaget av kadmium i tarmen sker via samma transportsystem som för järn (Nordberg et al 2014). Järnbrist kan förekomma hos tonåringar under kraftig tillväxt och bland flickor i puberteten genom blodförluster vid menstruationer.

Det kadmium som tas upp i kroppen ansamlas framförallt i njurarna där det har en lång biologisk halveringstid, 10–30 år. Vid ett konstant intag av kadmium ökar därför kadmiumhalten i njurarna med åldern (Barregård et al 2010). Kadmium kan mätas i blod och urin som ett mått på den totala exponeringen. I blod finns kadmium i de röda blodkropparna och halten kadmium i helblod avspeglar både aktuell exponering och kroppsbördan, då kadmium som lagrats i kroppen påverkar halten i blodet (Järup et al 1998, Nordberg et al 2014).

Hög kadmiumexponering kan orsaka skador på njurar och skelett. Under senare år har epidemiologiska studier påvisat samband mellan kadmiumexponering och ökad risk för benskörhet och frakturer i svenska befolkningen (Akesson et al 2014, Wallin et al 2016). Kadmium är också klassificerat som cancerframkallande hos människa (grupp 1) av Världshälsoorganisationens (WHO) expertorgan för cancerklassificering, IARC, och är baserat på studier av yrkesexponerade. Nyare studier har också visat att även barn kan vara känsliga för kadmiumexponering, framför allt vad gäller kognitiv utveckling (Kippler et al 2012, Kippler et al 2016).

EU:s livsmedelsmyndighet EFSA har tagit fram ett tolerabelt veckointag för kadmium på 2,5 µg/kg kroppsvikt/vecka från livsmedel baserat på njurpåverkan hos vuxna efter långvarig exponering (EFSA 2009). Det är den högsta dos kadmium man kan utsättas för varje vecka från livsmedel utan risk att skada hälsan. Det beräknade medianintaget från mat för vuxna i Sverige (ca 1 µg/kg kroppsvikt/vecka) ligger under EFSA:s tolerabla intag, men för vissa individer kan intaget ligga i nivå med eller över det tolerabla intaget (Glynn 2017). Intagsberäkningar som Livsmedelsverket har gjort visade att ungefär 5 procent av svenska barn överskred det tolerabla intaget (Glynn

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

2017). Barn har överlag ett högre intag än vuxna och detta beror framförallt på att barnen äter mer mat per kilo kroppsvikt än vuxna. Eftersom det är viktiga baslivsmedel som ger det största kadmiumbidraget via kosten anser EFSA att det är viktigt att försöka minska exponeringen på populationsnivå.

Kvicksilver är en metall som finns naturligt i vår miljö. I Sverige har utsläppen av oorganiskt kvicksilver minskat men sprids globalt i atmosfären från förbränning av kol, utsläpp från smältverk, krematorier (amalgamfyllningar), småskalig guldutvinning och avfallsförbränning (kvicksilver i produkter) i andra länder (Naturvårdsverket 2019). Användningen av kvicksilver i Sverige är sedan flera år tillbaka förbjuden, med undantag för vissa produkter, t.ex. ljuskällor. Individer med amalgam i tandfyllningar har en ökad exponering för kvicksilver, men kvicksilveramalgam används inte i fyllningar för barn och ungdomar sedan 2009.

I mark, vatten och sediment omvandlas oorganiskt kvicksilver av mikroorganismer till **organiskt kvicksilver (metylkvicksilver)** som ansamlas i fisk. Halten varierar beroende på fiskart och fiskens ålder (Petersson-Grawè et al 2007). Större rovfiskar såsom färsk tonfisk, svärdfisk, stor hälleflundra, haj och rocka innehåller ofta mer metylkvicksilver än mindre rovfiskar och växtätande fiskar. Tonfisk på burk tillhör en annan art än den tonfisk som säljs färsk och innehåller inte höga halter metylkvicksilver. Abborre, gädda, gös och lake kan innehålla höga halter metylkvicksilver, men halten varierar mycket beroende på var fisken är fångad. Länsstyrelsen och kommunen har uppgifter om kvicksilverhalten i olika sjöar (Livsmedelsverket 2019). Vi får i oss metylkvicksilver genom konsumtion av fisk.

Metylkvicksilver tas upp nästan fullständigt till blodet från magtarmkanalen och ackumuleras i kroppen, framför allt i hjärnan (Berlin et al 2014). Kvicksilver kan föras över till barnet genom mammans moderkaka och bröstmjölks. Kvicksilver i helblod speglar den nyliga exponeringen av metylkvicksilver och är ett mått på exponering som skett under de senaste 2–5 månaderna (Berglund et al 2005, EFSA 2012). För personer med amalgamfyllningar bidrar även denna exponering till totalhalten kvicksilver i helblod.

Den kritiska effekten av metylkvicksilver är påverkan på fostrets utveckling, framför allt är det centrala nervsystemet känsligt för metylkvicksilver under utvecklingen. EU:s livsmedelsmyndighet EFSA har tagit fram ett tolerabelt veckointag för kvicksilver på 1,3 µg/kg kroppsvikt/vecka från livsmedel (EFSA 2012). Detta kan jämföras med det beräknade medelintaget av metylkvicksilver för vuxna och barn på ca 0,1–0,3 µg/kg/vecka (Livsmedelsverket 2017, Livsmedelsverket 2019). Storkonsumenter av fisk, yrkesfiskare och personer som äter mycket fisk från kontaminerade vatten har dock rapporterats ha högre blodhalter av kvicksilver än den genomsnittliga fiskkonsumenten i Sverige (Johnsson et al 2005, Petersson-Grawè et al 2007) och riskerar att överskrida det hälsobaserade värdet. Om man har ätit fisk med hög kvicksilverhalt tar det ett halvt till ett år innan kvicksilverhalten i blodet sjunkit till normala värden (Sällsten 2013). Livsmedelsverket har därför utfärdat kostråd vilket innebär att kvinnor som är eller försöker bli gravida eller som ammar inte bör äta dessa fisksorter mer än 2–3 gånger per år (Livsmedelsverket 2019). För andra grupper rekommenderas att inte äta abborre, gädda, gös eller lake som man fiskat själv oftare än en gång per vecka. Fisk är dock ett livsmedel som i andra avseenden innehåller många bra näringsämnen med positiva effekter för vår hälsa.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Bly är en metall som förekommer naturligt i jordens yta. De viktigaste exponeringskällorna för bly är livsmedel och i vissa fall dricksvatten, men bly kan också förekomma i t.ex. glaserad keramik, leksaker och smycken. Småbarn kan också få i sig bly genom förtäring av damm och jord i de fall marken är kontaminerad med bly. Baslivsmedel som fisk, kött, spannmålsprodukter, rotfrukter och mejerivaror innehåller i regel låga blyhalter (EFSA 2010). Det mesta av blyet man får i sig kommer ändå från spannmål, dryck och vegetabilier eftersom det är livsmedel vi äter ofta. Vissa skaldjur, lever och njure, liksom visst kött från vilt kan innehålla förhöjda halter bly. Personer som regelbundet äter vilt har uppvisat förhöjda blyhalter i blod, och höga blyhalter har hittats i och omkring skottkanalen i skjutet vilt (Kollander et al 2014). Därför har Livsmedelsverket gett ut råd om viltkött (Bjerselius et al 2014). Bly i kranar och kopplingar i dricksvattensystem kan medföra förhöjda blyhalter i dricksvatten och i dessa fall kan exponeringen minskas genom att spola ur dricksvatten som blivit stående i vattenledningssystemet (Sällsten 2013). Vatten i enskilda brunnar kan ibland ge ett betydande bidrag till exponeringen (Barregård och Maxe 2012). Bly finns också i tobak och rökning har visats ge upphov till högre halter av bly i blodet (EFSA 2010). Tidigare användes bly som tillsats i bensin, men denna användning minskade under 1980-talet och upphörde helt 1994 i Sverige liksom i de flesta andra länder. Halten hos barn har därefter sjunkit betydligt (Strömberg et al 2008, Skerfving et al 2012).

Bly återfinns i många organ men ansamlas särskilt i skelett, där halveringstiden är lång (10–30 år). Mätning av blyhalt i blod är det klassiska sättet att kartlägga hur mycket bly vi får i oss. Efter kortvarig exponering är halveringstiden för bly i blod cirka en månad, men om man hunnit bygga upp en stor ansamling i skelettet påverkar det blyhalten i blod under lång tid (Barregård och Sällsten 2014).

Bly passerar över till fostret under graviditet. Redan vid mycket låga doser kan bly ge skador på nervsystemet och hjärnans utveckling hos foster och barn. Blyexponering tidigt i livet har kopplats samman med hämmad utveckling, nedsatt intellektuell kapacitet (lägre IQ) och beteendestörningar hos barn. EFSA beräknar att redan ett intag av 0,5 µg/kg kroppsvikt och dag (motsvarande en blodblyhalt på 12 µg/l) hos barn kan riskera att försämra den intellektuella kapaciteten (EFSA 2010). För vuxna uppskattar EFSA att risken för förhöjt blodtryck är låg vid ett intag på 1,5 µg/kg kroppsvikt och dag (motsvarar en blodblyhalt på 36 µg/liter). Likaså är risken för kronisk njursjukdom låg vid ett intag på 0,63 µg/kg kroppsvikt och dag (motsvarar en blodblyhalt på 15 µg/liter). Dagligt intag av bly från livsmedel har beräknats för barn (3–10 år) till cirka 1 µg/kg kroppsvikt (EFSA 2012) och för en vuxen till cirka 0,1 µg/kg/dag baserat på beräkningar Matkorgsundersökningen 2015 (Livsmedelsverket 2017).

Mangan förekommer naturligt i berggrunden och sprids via grundvattnet. Dricksvatten kan vara en viktig källa för mangan eftersom mangan förekommer i många mineraler och kan lösas ut till grundvattnet. De högsta vattenhalterna finns framförallt i bergborrade brunnar men kan även finnas i grävda brunnar. Mangan finns främst i livsmedel från växtriket som till exempel ris, spannmål, bladgrönsaker och nötter (Jorhem et al 2015, NNR 2014). Det dagliga intaget av mangan har beräknats till ca 4 mg per person och dag i Matkorgen 2015 och spannmål stod för det största bidraget (57 %) (Livsmedelsverket 2017). Mangan som näringsämne behövs i små mängder och deltar till exempel i kroppens omsättning av kolhydrater och protein. Både de Nordiska näringsrekommendationerna (NNR 2014) och EFSA bedömer att det vetenskapliga

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

underlaget är otillräckligt för att sätta rekommendationer respektive referensvärden för mangan (NNR 2014, EFSA 2013). Då man inte sett några tecken på manganbrist i Europa vid ett blandat kosthåll har EFSA baserat värden för tillräckligt intag (Adequate Intake) på beräknat manganintaget från europeiska matvaneundersökningar. För ungdomar är värdet för tillräckligt intag satt till 3 mg/dag (EFSA 2013). För mycket mangan kan vara giftigt och påverka nervsystemet men kroppen har ett eget reglersystem i tarmen för att bara så mycket som är nödvändigt ska tas upp från det vi äter och dricker (EFSA 2013). Reglersystemet är dock outvecklat hos spädbarn, och det tar flera månader innan det ger fullgott skydd (Berglund et al 2013). Vid järnbrist ökar upptaget av mangan eftersom det utnyttjar samma upptagsmekanism som järn (EFSA 2013).

Krom finns naturligt i luft, vatten och jord och finns i många olika livsmedel. Fisk, processat kött, fullkornsprodukter, nötter, baljväxter och kryddor innehåller mycket krom (NNR 2014). Födan är den största exponeringskällan för allmänbefolkningen (EFSA 2014). I Matkorgsundersökningen 2015 har det dagliga intaget av krom från mat beräknats till 41 µg per person (0,5 µg/kg kroppsvikt för en vuxen) (Livsmedelsverket 2017). Krom förekommer i olika oxidationsstadiet med varierande toxicitet, där krom (III) och krom (VI) är de viktigaste i biologiska system. Krom (III) finns naturligt i livsmedel och också i kosttillskott, medan krom (VI) kan finnas i dricksvatten på grund av mänsklig aktivitet. Krom (VI) reduceras i hög grad till krom (III) i magtarmkanalen där upptaget av krom (III) är lågt (EFSA 2014). Krom (III) deltar i kroppens omsättning av glukos, men det är inte klarlagt om krom är ett essentiellt näringsämne för människa (EFSA 2014). EFSA har därför inte tagit fram några referensvärden eller tillräckligt intag (Adequate Intake) för krom (III) (EFSA 2019) och man har inte heller tagit fram något tolerabelt högsta dagligt intag (Tolerable Upper Intake Level, UL). Däremot finns ett tolerabelt dagligt intag på 300 µg/kg kroppsvikt och dag framtaget (EFSA CONTAM Panel 2014). Krom (VI) kan bildas vid industriella processer och är klassificerat som cancerframkallande hos människa (grupp 1) av IARC och är baserad på studier av yrkesexponerade.

Kobolt är en relativt sällsynt metall i berggrunden och är essentiell för oss som del i vitamin B₁₂ (Lison 2014). De högsta halterna av kobolt har påvisats i kakao, fröer, nötter, och baljväxter (Jorhem et al 2015). Det finns mycket få data angående toxiska effekter hos människa efter intag av kobolt i föda.

Nickel finns naturligt i berggrunden och avges vid förbränning av fossila bränslen och från olika industriella processer. De livsmedel som innehåller mest nickel är nötter, kakao, bönor (till exempel sojabönor), linser och fullkorn av vissa spannmål (Jorhem et al 2015, EFSA 2015). Nickel kan också komma från rostfria kärl vi använder när vi tillagar maten. Sura livsmedel kan lösa ut nickel från rostfria grytor om de förvaras i dessa under längre tid. I Matkorgsundersökningen 2015 beräknades det dagliga intaget av nickel från livsmedel till 1,7 µg/kg kroppsvikt för en vuxen person (kroppsvikt 76,6 kg) och att det största bidraget kommer från socker och sötsaker följt av spannmålsprodukter (Livsmedelsverket 2017). Nickel är ett spårelement som vi behöver få i oss små mängder av men det är inte klarlagt vilken funktion nickel har i kroppen (EFSA 2015). Högre doser av ämnet har dock visat sig ha fosterskadande effekter i djurförsök. Baserat på detta har EFSA tagit fram ett tolerabelt dagligt intag på 2,8 µg/kg kroppsvikt (EFSA 2015). EFSA anser dock att det behövs fler studier för att fastställa om nickel påverkar även människans reproduktiva hälsa och hur mycket nickel från

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

maten och dricksvattnet som tas upp av kroppen. Bristen på kunskapsunderlag och andra osäkerheter gör att EFSA nu arbetar med en omvärdering av det tolerabla dagliga intaget. Nickel är klassificerat som cancerframkallande hos människa (grupp 1) av IARC och är baserad på samband mellan cancer i lunga, näsa och bihålor vid inandning bland yrkesexponerade. EFSA anser att det inte troligt att intag av nickel från födan kan orsaka cancer i dessa organ (EFSA 2015).

Nickel är, liksom krom och kobolt, allergiframkallande metaller som förekommer i många typer av produkter och material och kan vid långvarig kontakt med huden orsaka kontaktallergi. Nickel i maten gör inte att man utvecklar nickelallergi och de flesta med nickelallergi reagerar inte på de halter nickel som finns i livsmedel. Ett fåtal nickelallergiker kan dock reagera på mat som innehåller högre halter nickel (EFSA 2015).

Riktvärden för barn

Det är endast för halten bly i blod som det finns riktvärden som är aktuella för barn och ungdomar och där en riskbedömning är möjlig. För övriga metaller saknas sådana riktvärden.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Metod

Deltagarna i denna studie utgjorde en delpopulation av de drygt 3000 eleverna från årskurs 5, 8 och 2 på gymnasiet från skolor i hela Sverige som deltog i Livsmedelsverket nationella matvaneundersökning Riksmaten ungdom 2016–17. Nedan följer en kortare beskrivning av studien samt en mer utförlig beskrivning av den biologiska provtagningen och de kemiska analyserna. Mer information om genomförandet av undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17 finns i de två delrapporter från undersökningen som Livsmedelsverket har publicerat (Warensjö Lemming et al 2018a, Warensjö Lemming et al 2018b), men även i en vetenskaplig artikel (Moreaus et al 2018).

Livsmedelsverket ansvarade för planeringen och genomförandet av Riksmaten ungdom 2016–17. Statistiska centralbyrån (SCB) anlätades för att ta fram urvalet och för att genomföra en bortfallsanalys. Arbets- och miljömedicinska (AMM) kliniker ansvarade för den biologiska provtagningen av deltagare samt mätte deltagarnas längd och vikt. I Sverige finns sju AMM-kliniker varav fem (Göteborg, Linköping, Lund, Stockholm och Umeå) deltog. Örebro och Uppsala hade inte möjlighet att delta och därför ansvarade Linköping för dessa två regioner. Undersökningen är etiskt godkänd av Regionala etikprövningsnämnden i Uppsala (Nr 2015/190).

Urval

Urvalet av skolor och årskurser gjordes av Statistiska centralbyrån (SCB) för att få ett nationellt representativt urval med avseende på skolans storlek (antal elever), huvudman (kommunal eller enskild) och kommungrupp. Kommungrupper är baserade på faktorer som folkmängd, pendlingsmönster, befolkningstäthet och näringsstruktur och definieras av Sveriges Kommuner och Landsting. Urvalet baserades på de tio kommungrupper som fanns 2011 och dessa delades av SCB in i fem undergrupper: Storstäder; Förortskommuner till storstäder; Större städer/förortskommuner till större städer; Kommuner i tätbefolkad region samt Övriga kommuner (Pendlingskommuner, Turism- och besöksnäringkommuner, Varuproducerande kommuner, Glesbygdskommuner och Kommuner i glesbefolkad region).

Skolurvalet från SCB bestod av sammanlagt 619 skolor. Fyrtio procent av dessa skolor slumpades ut till deltagande i biologisk provtagning med målet att få 1200 deltagare (400 i varje åldersgrupp). Av de 2377 elever som inbjöds att delta i den biologiska provtagningen valde 1305 elever (55 %) att tacka ja. Andelen som lämnade både blodprov och fullständig information om matvanor var något lägre, 46 % (1105 av 2377). För en utförlig beskrivning av urvalsprocessen för alla skolor och deltagare i Riksmaten ungdom 2016–17 hänvisas till figur 1 i Moreaus et al (2018).

Rekrytering

Rekryteringen gjordes av Livsmedelsverket under två perioder, hösten 2016 och våren 2017. Skolorna fick en skriftlig inbjudan till undersökningen via e-post och skolor som inte svarade kontaktades via telefon. Skolan valde vilken/vilka klasser som skulle delta. De skolor som tackade ja till att delta i provtagning utsåg en kontaktperson som planerade logistiken tillsammans med personal från Livsmedelsverket samt AMM-klinikerna. Kontaktpersonen skickade klasslistor till Livsmedelsverket, som skickade ut ett informationsbrev och ett samtyckesformulär till eleverna och deras vårdnadshavare

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

en månad före besöket. En till två veckor före besöket visade kontaktpersonen även en informationsfilm och svarade på eventuella frågor. Deltagarna ombads att lämna in samtyckesformulär till kontaktpersonen en vecka före skolbesöket för att anmäla sitt intresse. Som tack för deltagandet fick skoleleverna ett presentkort på 300 kr.

Datainsamling

Enkäter

Information om deltagarnas bakgrund inhämtades genom att de fyllde i webbaserade enkäter. Båda föräldrarnas högsta utbildningsnivå angavs i enkäten och de svarsalternativ som fanns var *Grundskola, realskola eller folkhögskola; 2-årig gymnasieutbildning, yrkesutbildning, folkhögskola, flickskola eller motsvarande; Minst 3-årigt gymnasium; Utbildning från universitet, högskola eller liknande; Saknar skolutbildning*. Den vårdnadshavare som hade högst utbildningsnivå användes och variabeln delades in i ≤ 9 år/saknar utbildning, 10–12 år och >12 år. Deltagarna uppgav sitt och föräldrarnas födelseland i fritext och dessa kategoriserades till *Född i Norden* om elev och minst en förälder var född i Norden eller *Född utanför Norden* om elev eller båda föräldrar var födda utanför Norden. Enkäten innehöll en fråga om rökning som ställdes endast till elever i årskurs 8 och årskurs 2 på gymnasiet med svarsalternativen *Ja, dagligen; Ja, vid enstaka tillfällen; Nej, jag har slutat; Nej, jag har aldrig rökt; Vill inte svara*.

Det fanns också frågor om konsumtion av olika livsmedel. Information om hur ofta deltagarna brukar äta Svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka respektive Abborre, gädda, gös och lake hämtades in genom frekvensfrågor med svarsalternativen *Aldrig; 1-3 gånger per år; 4-8 gånger per år; 9-11 gånger per år; 1-3 gånger per månad; 1 gång per vecka; 2 gånger per vecka; 3 eller flera gånger per vecka; 1 gång per dag eller mer*. Svaren från dessa två frågor kombinerades till svarsalternativen ≥ 1 gång/mån och < 1 gång/mån. Information om hur ofta deltagarna äter viltkött (charkprodukter såsom korv och andra produkter från älg, vildsvin, rådjur eller hjort) hämtades in genom frekvensfrågor med svarsalternativen *Aldrig; Mindre än 1 gång per månad; 1 gång per månad; 2-3 ggr per månad; 1 gång per vecka; 2-3 ggr per vecka; 4-6 ggr per vecka; Varje dag*. Svarsalternativen delades in ≥ 1 gång/mån och < 1 gång/mån respektive ≥ 1 gång/vecka och < 1 gång/vecka. De svarsalternativ som fanns för typ av kranvatten i bostaden var *Kommunalt vatten; Vatten från egen eller gemensam (t.ex. samfällighet) grävd brunn; Vatten från egen eller gemensam (t.ex. samfällighet) borrhälsbrunn*. Svarsalternativen delades in *Kommunalt vatten* och *Egen eller gemensam brunn*.

I denna rapport användes information från enkäten, bl.a. rörande hur mycket man konsumerar av vissa livsmedel, då detta i vissa fall kan kopplas till frågeställning om metallexponering.

Blodprover

Blodprovstagningen och efterföljande hantering utfördes av de regionala Arbets- och miljömedicinska klinikerna på skolorna, i första hand i skolhälsovårdens lokaler. Deltagarna behövde inte vara fastande vid provtagningen och alla AMM-klinikerna hade samma rutiner för provtagning. Proverna togs venöst i armvecket i en från Livsmedelsverket förutbestämd prioriteringsordning (totalt sex provrör).

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

För bestämning av krom, mangan, kobolt, nickel, kadmium, kvicksilver (totalhalten av oorganisk och organiskt kvicksilver) och bly i helblod användes Litium Heparin rör (LH Lithium Heparin, 4 ml) och för bestämning av aluminium i serum användes provrör med koagulationsaktivator (Z Serum Clot Activator, 10 ml) från Greiner Bio-One International. Provet för serumanalys centrifugerades efter 30 min i 1500**g* under 10 min. Serumprovet pipetterades med hjälp av en acetonsköld Pasteur pipett av glas i två kryror (0,5 ml) och resten av serumet i ett plaströr (5 ml). Alla proverna placerades i en elektrisk fryslåda (-20°C) på plats på skolan och överfördes sedan till -80 °C frys vid hemkomst till respektive Arbets- och miljömedicinsk klinik. Blodproverna skickades frysta efter att undersökningen avslutats till Livsmedelsverket där de förvarades i -80 °C frys i avvaktan på analys.

Längd- och viktmätning

I samband med provtagningen mättes deltagarnas längd och vikt. Längd mättes till närmaste 0,1 cm med portabel stadiometer av märke och modell seca 213. Vikt mättes till närmaste 0,1 kg med digital våg av märke och modell seca 862 eller seca 899. Deltagarna ombads ta av sig skor och tung klädsel såsom tjock tröja samt tömma sina fickor.

Baserat på längd och vikt beräknades Body Mass Index (BMI) i kg/m^2 . Eftersom barn och ungdomar är i tillväxt, är det inte möjligt att beräkna viktstatus genom att endast använda Body Mass Index (BMI). I undersökningen användes därför gränsvärden från en internationell referens, där kön och exakt ålder avgör vilket BMI-värde som motsvarar undervikt, normalvikt, övervikt respektive fetma (Cole och Lobstein, 2012). För deltagare över 18 år användes WHO:s gränser för vuxna dvs BMI < 18,5 för undervikt, 18,5–25 för normalvikt, BMI 25–30 kg/m^2 för övervikt och BMI > 30 kg/m^2 för fetma (WHO 2000).

Analys av metaller i blod

Metallhalten i helblodproverna bestämdes med induktiv-kopplad plasma masspektrometri (ICP-MS; iCAP Q, Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany) försedd med kollisionscell och kinetisk energidiskriminering. Proverna späddes 20 ggr med en alkalisk lösning enligt Bárány et al (1997) och alla proverna preparerades i dubletter. Detektions-gränserna beräknades som 3 x standardavvikelsen för blankproverna (Tabell 1). Externt referensmaterial analyserades i samma analysomgångar som de aktuella blodproverna. Resultaten av kvalitetskontrollen redovisas i tabell 1. Analyserna gjordes vid Arbets- och miljömedicin Syd i Lund.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Tabell 1. Detektionsgränser (LOD) och kvalitetskontrolldata för analys av metaller i blod.

Element	LOD (µg/l)	Imprecision (%)	Kontrollprov ^a	
			Erhållet Medelvärde ± SD (µg)	Rekommenderat Värde (range) (µg/l)
Krom (Cr)	0,20	11	1,2±0,09 2,19±0,19	0,77 (0,61-0,92) ^b 1,9 (1,3-2,5) ^c
Mangan (Mn)	0,16	2,8	19,0±0,57 16,3±0,73	19,7 (18,1-21,3) ^b 16,1 (13,4-18,8) ^c
Kobolt (Co)	0,05	6,0	0,22±0,02 13,6±0,33	0,22 (0,18-0,34) ^b 12,6 (10,8-14,4) ^c
Nickel (Ni)	0,21	8,9	2,35±0,14 9,12±0,27	2,13 (1,70-2,56) ^b 8,5 (6,7-10,3) ^c
Kadmium (Cd)	0,05	7,6	0,28±0,01 2,13±0,05	0,28 (0,23-0,34) ^b 2,1 (1,8-2,4) ^c
Kvicksilver (Hg)	0,05	2,9	1,42±0,03 5,8±0,32	1,57 (1,25-1,88) ^b 5,7 (4,5-6,9) ^c
Bly (Pb)	0,07	2,7	10,5±0,36 101,8±3,4	10,0 (7,9-12,0) ^b 101,9 (87,5-116,3) ^c

^a n = 52^b Seronorm Trace Elements Whole Blood L-1, Lot 1103128 (SERO AS, Billingstad, Norway)^c G-EQUAS R59, Material 1A (The German External Quality Assessment Scheme, Erlangen Germany)

Statistisk analys

Resultaten redovisas med deskriptiva mått (medelvärde, geometriskt medelvärde, geometrisk standardavvikelse, median och 5:e och 95:e percentiler samt maxhalter). Vid de statistiska analyserna användes log-transformerade data avseende blodhalter. Skillnad i metallhalter (geometriska medelvärden) mellan pojkar och flickor analyserades med t-test. Vidare gjordes variansanalys (ANOVA) för att undersöka om någon skillnad i genomsnittlig metallhalt kunde påvisas mellan de tre åldersgrupperna, separat för pojkar och flickor.

Samband mellan kvicksilverhalt och fiskintag analyserades med multipel linjär regression (Proc GLM i SAS), med justering för årskurs och separata regressionsmodeller för pojkar och flickor. På motsvarande sätt analyserades sambandet mellan genomsnittlig blyhalt och intag av viltkött (chark). Samband mellan typ av kranvatten (kommunalt eller egen brunn) och genomsnittlig metallhalt (samtliga metaller) analyserades med multipel linjär regression med justering för årskurs och separata regressionsmodeller för pojkar och flickor. Utifrån regressionsmodellerna beräknades geometriskt medelvärde för metallhalten i olika grupper. Som en sensitivitetsanalys analyserades också sambandet med en modell där även föräldrarnas högsta utbildningsnivå, barnets födelseort, kommungrupp (stad och land) och viktstatus ingick. Skillnad i metallhalter mellan elever som röker dagligen, vid enstaka tillfällen och icke-rökare analyserades med det icke-parametriska Kruskal-Wallis´ testet på grund av få personer i gruppen rökare (n=14).

P-värden under 0,05 bedömdes som statistiskt signifikanta. Värden under detektionsgränsen ersattes av detektionsgränsen dividerat med roten ur 2 (Hornung and Reed 1990).

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Resultat

Bakgrundsinformation

I tabell 2 redovisas bakgrundsinformation för alla deltagare, uppdelade på årskurs. Andelen flickor i studien var något högre än andelen pojkar och andelen deltagare var störst i årskurs 8 i grundskolan och lägst i årskurs 5 (tabell 2). Drygt en tredjedel av deltagarna bodde i landsbygdskommuner (Kommuner i tätbefolkad region och Övriga kommuner) och knappt två tredjedelar i stadskommuner (Storstäder, Förortskommuner till storstäder och Större städer/Förortskommuner till större städer). Sammanlagt hade drygt en femtedel övervikt inklusive fetma, något fler på gymnasiet än i de lägre årskurserna.

Tabell 2. Bakgrundsinformation för deltagare med fullständig kostregistrering och biologiska prover, alla samt uppdelat på årskurs (andelen i procent presenteras inom parantes).

Faktorer	Antal (%) N=1105	Årskurs 5	Årskurs 8	Årskurs 2 gymnasiet
Kön				
Flickor	622 (56)	167 (50)	233 (56)	222 (62)
Pojkar	483 (44)	166 (50)	180 (44)	137 (38)
Årskurs				
5	333 (30)			
8	413 (37)			
2 på gymnasiet	359 (32)			
Ålder, år medel (min, max)				
		12 (11, 13)	15 (12, 16)	18 (17, 21)
Bakgrund¹				
Född i Norden	910 (82)	265 (80)	353 (85)	292 (82)
Född utanför Norden	187 (17)	64 (19)	57 (14)	66 (18)
Saknas	8 (0,72)	4 (1)	3 (1)	1 (0)
Föräldrarnas högsta utbildningsnivå				
≤ 9 år/okänd	99 (8,9)	26 (7,8)	33 (8,0)	40 (11)
10-12 år	361 (33)	112 (34)	115 (28)	134 (37)
>12 år	645 (58)	195 (59)	265 (64)	185 (52)
Viktstatus²				
Normalvikt/undervikt	870 (79)	258 (77)	345 (83)	267 (74)
Övervikt/fetma	235 (21)	75 (23)	68 (16)	92 (26)
Kommungrupp				
Storstäder	159 (14)	44 (13)	51 (12)	64 (18)
Förortskommuner till storstäder	101 (9,1)	54 (16)	47 (11)	0
Större städer/Förortskommuner till större städer	444 (40)	120 (36)	195 (54)	129 (36)
Kommuner i tätbefolkad region	160 (15)	50 (15)	83 (20)	27 (7,5)
Övriga kommuner ³	241 (22)	65 (20)	37 (9,0)	139 (39)
Kommungrupp (två kategorier⁴)				
Stad	704 (64)	218 (65)	293 (71)	193 (54)
Land	401 (36)	115 (35)	120 (29)	166 (46)

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Tabell 2. Fortsättning.

Faktorer	Antal (%) N=1105	Årskurs 5	Årskurs 8	Årskurs 2 gymnasiet
AMM region⁵				
Göteborg	223 (20)	74 (22)	88 (21)	61 (17)
Linköping	157 (14)	20 (6,0)	75 (18)	62 (17)
Lund	210 (19)	71 (21)	85 (21)	54 (15)
Stockholm	168 (15)	56 (17)	77 (19)	35 (10)
Umeå	131 (12)	45 (14)	17 (4)	69 (19)
Uppsala	84 (8)	18 (5)	27 (6)	39 (11)
Örebro	132 (12)	49 (15)	44 (11)	39 (11)
Rökning⁶				
Aldrig rökt			376 (91)	249 (69)
Slutat			6 (2)	17 (5)
Enstaka tillfällen			16 (4)	71 (20)
Dagligen			0 (0)	14 (4)
Vill ej svara			12 (3)	6 (2)
Typ av kranvatten				
Kommunalt vatten	931 (84)	291 (87)	345 (84)	295 (82)
Egen eller gemensam brunn	124 (11)	22 (7)	52 (12)	50 (14)
Saknas information	50 (5)	20 (6)	16 (4)	14 (4)
Intag av insjöfisk och stora rovfiskar⁷				
≥ 1 gång/mån	100 (9)	47 (14)	38 (9)	15 (4)
< 1gång/mån	1000 (90)	284 (85)	374 (91)	342 (95)
Saknas information	5 (1)	2 (1)	1 (0)	2 (1)
Intag av viltkött (charkprodukter)⁸				
≥ 1 gång/mån	495 (45)	141 (42)	192 (45)	162 (45)
< 1gång/mån	605 (55)	190 (57)	220 (53)	195 (54)
Saknas information	5 (0)	2 (1)	1 (1)	2 (1)

¹Född i Norden: elev och minst en förälder född i Norden. Född utanför Norden: elev eller båda föräldrar födda utanför Norden.

²Bland övriga kommuner ingår pendlings-, turism- och besöksnäring-, varuproducerande-, glesbygdskommuner och kommuner i glesbefolkad region.

³Viktstatus enligt IOTF vid ålder ≤18 år och enligt BMI vid ålder >18 år (Cole och Lobstein 2012)

⁴Baserad på de fem kommungrupperna; I Stad ingår Storstäder, Förortskommuner tillorstäder och Större städer/Förortskommuner till större städer och i Land ingår Kommuner i tätbefolkad region och Övriga kommuner.

⁵Deltagande kommuner i respektive AMM-region: Göteborg – Åmål, Borås, Lidköping, Härryda, Lysekil; Linköping – Linköping, Eksjö, Tranås, Norrköping, Motala, Mjölby; Lund – Malmö, Lund, Älmhult, Landskrona, Burlöv, Kävlinge, Sjöbo, Ronneby, Lessebo, Ljungby; Stockholm – Stockholm, Danderyd, Gotland, Nacka; Umeå – Umeå, Boden, Lycksele, Piteå, Östersund; Uppsala – Uppsala, Falun, Sandviken, Tierp; Örebro – Eskilstuna, Hallstahammar, Hammarö, Karlskoga, Nyköping, Trosa, Västerås.

⁶Frågan om rökning ställdes inte till skolelever i årskurs 5.

⁷Information inhämtad från enkätfråga om hur ofta eleverna åt insjöfisk (abborre, gädda, gös) och stora rovfiskar (svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka)

⁸Information inhämtad från enkätfråga om hur ofta eleverna åt viltkött såsom korv eller andra produkter från älg, vildsvin, rådjur eller hjort

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Metallhalter i blod

Det fanns 1099 helblodprover och 1095 serumprover tillgängliga för analys av metaller. Av dessa hade endast ett fåtal av deltagarna blodhalter av krom, mangan, kobolt, nickel, kadmium, totalkvicksilver och bly under detektionsgränsen, medan strax över hälften av deltagarna hade aluminiumhalter i serum under detektionsgränsen (tabell 3).

Tabell 3. Antal analyserade prover, detektionsgränser (LOD) och antal prover under detektionsgränsen (andel i procent anges inom parentes) för respektive element.

Element	Matris	Antal prov	LOD (µg/l)	Antal prover under LOD (%)
Cr	Helblod	1099	0,20	3 (0,27)
Mn	Helblod	1099	0,16	1 (0,1)
Co	Helblod	1099	0,05	23 (2,1)
Ni	Helblod	1099	0,21	1 (0,1)
Cd	Helblod	1099	0,05	30 (2,7)
Hg	Helblod	1099	0,05	8 (0,7)
Pb	Helblod	1099	0,07	1 (0,1)
Al	Serum	1095	5	575 (53)

De geometriska medelvärdena (GM) för alla deltagare var 0,57 µg/l för krom, 11 µg/l för mangan, 0,12 µg/l för kobolt, 0,65 µg/l för nickel, 0,16 µg/l för kadmium, 0,90 µg/l för kvicksilver, 8,4 µg/l för bly och 5,1 µg/l för aluminium och dessa värden redovisas tillsammans med aritmetiskt medelvärde (AM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter i tabell 4 och uppdelat på AMM-region i bilaga 1. Kvoten mellan maxvärdet och medianvärdet varierade mellan de olika elementen och var som störst för kadmium, kvicksilver och bly (ca 20–30 gånger) och lägst för krom, mangan, kobolt och nickel (3-6 gånger).

Tabell 4. Aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter (µg/l) för olika element i helblod (N=1099) och för aluminium i serum (N=1095) hos deltagare i Riksmaten Ungdom 2016–17.

Element	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr	0,59	0,57	1,4	0,34	0,58	0,92	3,0
Mn	11	11	1,4	6,7	11	17	33
Co	0,15	0,13	1,8	0,06	0,12	0,36	0,73
Ni	0,65	0,62	1,3	0,41	0,62	0,93	3,6
Cd	0,16	0,12	1,8	0,06	0,12	0,35	3,9
Hg	0,90	0,66	2,3	0,14	0,72	2,1	14
Pb	8,4	7,3	1,6	3,7	7,1	16	139
Al	5,9	5,1	1,6	<LOD	<LOD	12	95

I tabell 5 redovisas halter i blod hos flickor och pojkar separat. Det fanns en statistiskt signifikant skillnad i blodnivåer för alla metaller utom nickel mellan flickorna och pojkarna. Flickorna hade högre halter av mangan, kobolt och kadmium medan pojkarna

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

hade högre halter av krom, kvicksilver och bly i blodet. Medianvärden tillsammans med 10-, 25-, 75-, och 90:e percentiler samt 5- och 95:e percentiler för alla metaller redovisas för flickor och pojkar separat och uppdelat på de tre årskurserna i figur 1. Det fanns också en åldersskillnad i blodhalter för flera av metallerna både bland flickorna och pojkarna (tabell 6). För aluminium presenteras endast halter och inga statistiska tester har gjorts eftersom en sådan hög andel av deltagarna hade halter av aluminium under detektionsgränsen. För kadmium var halterna högre hos äldre ungdomar, både hos flickorna och pojkarna. För kvicksilver var halterna högre hos de äldre pojkarna, medan halterna var lägre hos de äldre flickorna. För bly var genomsnittshalten högre hos flickor i årskurs 5 jämfört med flickor i årskurs 8 och årskurs 2 i gymnasiet. Nivåer av metaller i blod bland flickor och pojkar i grundskolan årskurs 5 och 8 och i gymnasiet årskurs 2 presenteras i figur 1 och uppdelat på AMM-region i bilaga 2.

För kadmium var halterna som förväntat högre hos de elever som rökte (se avsnitt om rökning nedan), men de observerade skillnaderna mellan kön och åldersgrupper var statistiskt signifikanta även om rökarna togs bort ur analyserna.

Tabell 5. Antal personer (N), aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter för olika element i blod och för aluminium i serum ($\mu\text{g/l}$) uppdelat på pojkar och flickor. P-värden för t-test av skillnad i genomsnittlig metallhalt (geometriskt medelvärde) mellan pojkar och flickor.

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max	P-värde ¹
Cr									
Flickor	619	0,58	0,55	1,4	0,31	0,58	0,88	1,6	0,0073
Pojkar	480	0,61	0,58	1,4	0,36	0,59	1,0	3,0	
Mn									
Flickor	619	11	11	1,3	6,9	11	18	33	<0,0001
Pojkar	480	11	10	1,4	6,5	10	16	29	
Co									
Flickor	619	0,17	0,14	1,8	0,06	0,14	0,40	0,73	<0,0001
Pojkar	480	0,12	0,11	1,7	0,05	0,10	0,30	0,55	
Ni									
Flickor	619	0,65	0,63	1,3	0,41	0,63	0,94	2,5	0,4979
Pojkar	480	0,64	0,62	1,3	0,42	0,61	0,90	3,6	
Cd									
Flickor	619	0,18	0,13	1,9	0,06	0,13	0,39	3,9	<0,0001
Pojkar	480	0,14	0,11	1,7	0,06	0,11	0,27	2,3	
Hg									
Flickor	619	0,79	0,60	2,3	0,13	0,67	1,9	5,3	<0,0001
Pojkar	480	1,1	0,75	2,3	0,19	0,78	2,6	14	
Pb									
Flickor	619	7,5	6,7	1,6	3,4	6,6	16	26	<0,0001
Pojkar	480	9,5	8,2	1,7	4,4	7,8	18	139	
Al									
Flickor	616	6,0	5,1	1,6	<LOD	<LOD	12	95	Ej testat
Pojkar	479	5,7	5,1	1,5	<LOD	<LOD	12	24	

¹ Skillnaden i genomsnittlig metallhalt (geometriskt medelvärde), mellan pojkar och flickor, analyserade med t-test.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Tabell 6. Antal personer (N), aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter för olika element i helblod och för aluminium i serum ($\mu\text{g/l}$) uppdelat på pojkar och flickor i grundskolan årskurs 5 och 8 samt i gymnasiet årskurs 2. P-värden för test av skillnad i genomsnittlig metallhalt (geometriskt medelvärde) med ANOVA mellan olika årskurser.

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max	P-värde ¹
Cr									
Flickor									
Åk 5	166	0,55	0,53	1,3	0,36	0,54	0,75	1,0	0,1371
Åk 8	231	0,57	0,55	1,3	0,36	0,57	0,86	1,2	
Gymn 2	222	0,61	0,57	1,5	0,27	0,62	0,95	1,6	
Pojkar									
Åk 5	165	0,59	0,56	1,3	0,37	0,57	0,79	2,9	0,0006
Åk 8	179	0,58	0,56	1,3	0,38	0,57	0,89	1,2	
Gymn 2	136	0,68	0,64	1,5	0,35	0,65	1,1	2,3	
Mn									
Flickor									
Åk 5	166	11	11	1,3	7,5	11	16	17	0,0002
Åk 8	231	12	12	1,3	7,4	11	19	33	
Gymn 2	222	11	10	1,4	6,6	10	18	26	
Pojkar									
Åk 5	165	11	9,8	1,6	6,4	9,9	17	24	0,0004
Åk 8	179	11	11	1,3	7,0	11	16	29	
Gymn 2	136	9,8	9,4	1,3	6,3	9,4	15	26	
Co									
Flickor									
Åk 5	166	0,14	0,13	1,6	0,06	0,12	0,26	0,45	<0,0001
Åk 8	231	0,20	0,16	1,8	0,07	0,16	0,48	0,73	
Gymn 2	222	0,16	0,13	1,8	0,05	0,12	0,39	0,63	
Pojkar									
Åk 5	165	0,12	0,10	1,6	0,06	0,09	0,24	0,55	<0,0001
Åk 8	179	0,16	0,14	1,7	0,07	0,14	0,37	0,54	
Gymn 2	136	0,09	0,08	1,5	0,05	0,08	0,17	0,31	
Ni									
Flickor									
Åk 5	166	0,64	0,62	1,3	0,42	0,63	0,88	2,5	0,4172
Åk 8	231	0,66	0,64	1,3	0,42	0,64	0,91	2,0	
Gymn 2	222	0,65	0,62	1,3	0,40	0,60	0,98	1,6	
Pojkar									
Åk 5	165	0,63	0,61	1,3	0,43	0,59	0,86	3,6	0,0060
Åk 8	179	0,67	0,65	1,2	0,48	0,64	0,89	1,5	
Gymn 2	136	0,62	0,60	1,3	0,37	0,59	0,96	1,6	

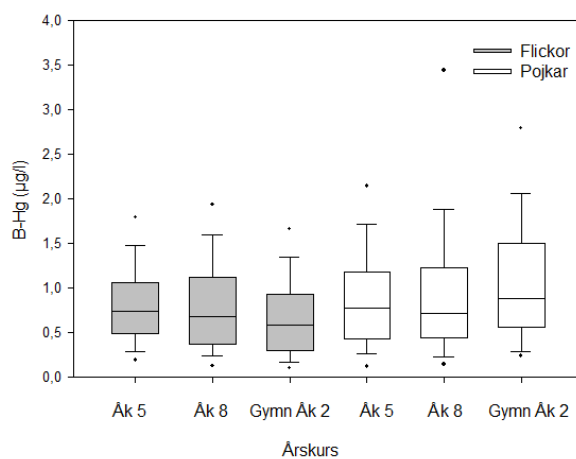
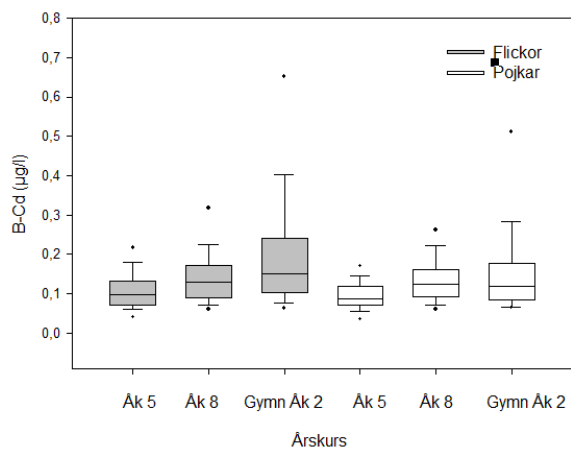
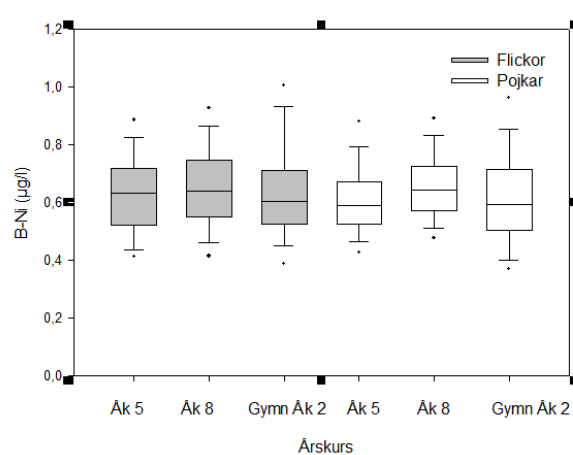
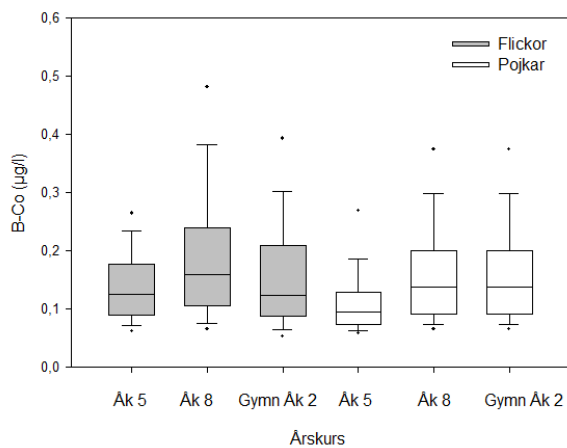
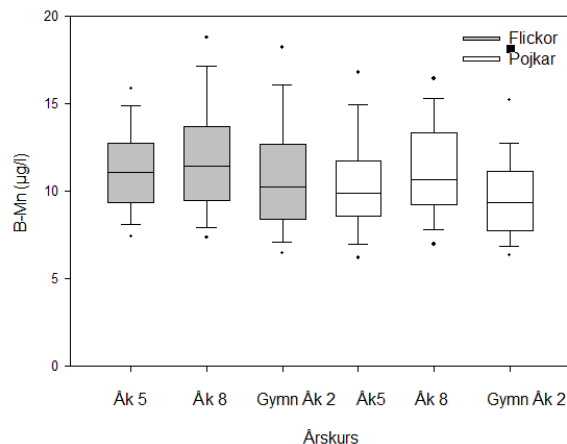
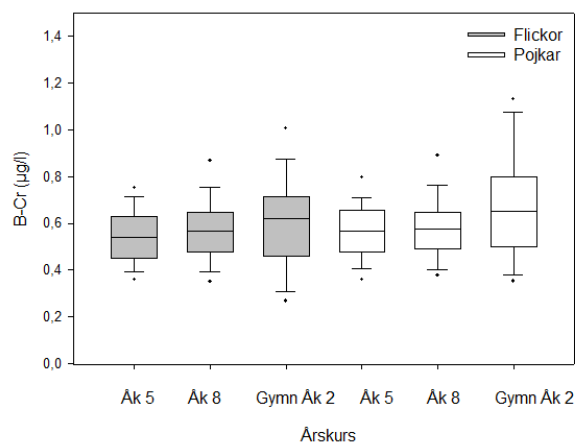
Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Tabell 6. Fortsättning.

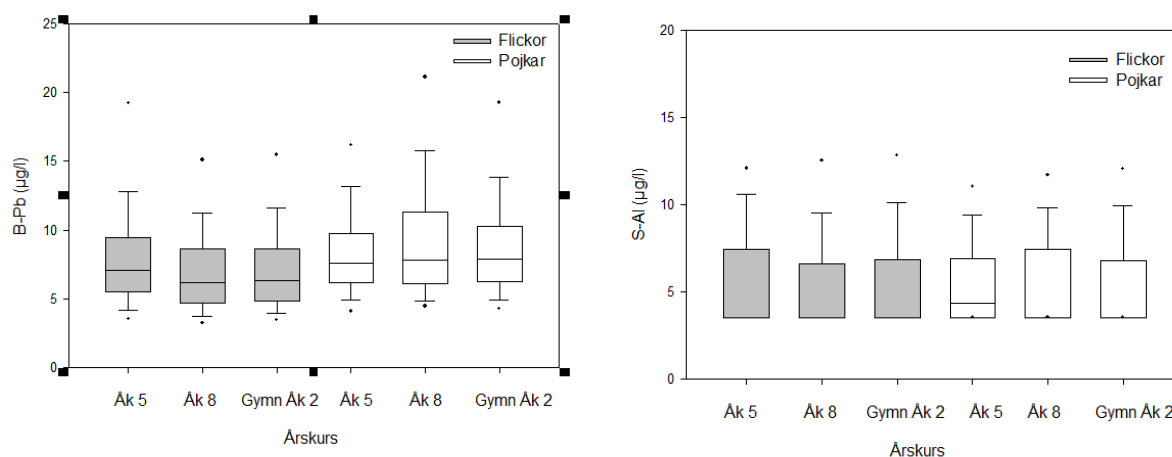
Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max	P- värde ¹
Cd									
Flickor									<0,0001
Åk 5	166	0,11	0,10	1,6	0,05	0,10	0,22	0,32	
Åk 8	231	0,15	0,13	1,7	0,06	0,13	0,32	1,3	
Gymn 2	222	0,25	0,17	2,1	0,07	0,15	0,62	3,9	
Pojkar									<0,0001
Åk 5	165	0,10	0,09	1,5	0,04	0,09	0,17	0,39	
Åk 8	179	0,14	0,12	1,6	0,06	0,12	0,26	0,64	
Gymn 2	136	0,19	0,13	2,0	0,06	0,12	0,50	2,3	
Hg									
Flickor									0,0016
Åk 5	166	0,84	0,69	2,0	0,21	0,73	1,8	3,2	
Åk 8	231	0,84	0,62	2,3	0,13	0,67	1,9	5,3	
Gymn 2	222	0,70	0,51	2,4	0,10	0,58	1,6	3,5	
Pojkar									0,0191
Åk 5	165	0,91	0,69	2,3	0,13	0,77	2,1	4,9	
Åk 8	179	1,1	0,72	2,4	0,14	0,72	3,4	15	
Gymn 2	136	1,2	0,89	2,2	0,24	0,88	2,8	10	
Pb									
Flickor									0,0259
Åk 5	166	8,1	7,3	1,6	3,6	7,0	19	27	
Åk 8	231	7,2	6,5	1,6	3,2	6,2	15	26	
Gymn 2	222	7,3	6,6	1,5	3,5	6,4	15	25	
Pojkar									0,1402
Åk 5	165	8,6	7,7	1,7	4,2	7,6	16	50	
Åk 8	179	10	8,5	1,6	4,5	7,8	21	139	
Gymn 2	136	9,8	8,4	1,6	4,3	7,9	19	82	
Al									
Flickor									Ej testat
Åk 5	166	6,9	5,4	1,8	3,5	3,5	12	95	
Åk 8	229	5,7	5,1	1,6	3,5	3,5	12	23	
Gymn 2	221	5,6	5,0	1,6	3,5	3,5	12	19	
Pojkar									Ej testat
Åk 5	166	5,7	5,1	1,5	3,5	4,3	11	25	
Åk 8	177	5,7	5,1	1,5	3,5	3,5	12	15	
Gymn 2	136	5,7	5,1	1,5	3,5	3,5	12	21	

¹Skilnaden i genomsnittlig metallhalt (geometriskt medelvärde) mellan olika årskurser, analyserade med ANOVA (separat för pojkar och flickor).

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17



Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17



Figur 1. Nivåer av krom, mangan, kobolt, nickel, kadmium, kvicksilver och bly i blod samt aluminium i serum bland flickor och pojkar i grundskolan årskurs 5 och 8 och i gymnasiet årskurs 2. Medianvärdet tillsammans med 10-, 25-, 75-, och 90:e percentiler samt 5- och 95:e percentiler (prickar). P-värden för statistiskt signifikanta skillnader i geometriska medelvärden mellan kön och mellan de tre årskurserna redovisas i tabell 5 respektive tabell 6.

Kvicksilver och konsumtion av fisk

Geometriska medelvärden och 95 %-iga konfidensintervall, beräknade utifrån könsspecifika regressionsmodeller med årskurs och fiskkonsumtion (enkätfråga) som förklarande variabler, redovisas i tabell 7. Analysen visade att kvicksilverhalten (justerat för ålder) var 50 % högre hos de flickor som angav att de åt abborre, gädda, gös, svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka minst en gång per månad, jämfört med de som angav att de åt någon av dessa fisksorter mindre än en gång per månad ($p=0,004$). Bland pojkarna var motsvarande siffra 40 % ($p=0,004$). I en modell där vi förutom fisk och årskurs lade till föräldrarnas högsta utbildningsnivå, barnets födelseland, kommungrupp (stad och land) och viktstatus som förklarande variabler såg vi inte någon markant förändring av sambandet.

Bly och konsumtion av viltkött

Geometriska medelvärden och 95 %-iga konfidensintervall beräknade utifrån könsspecifika regressionsmodeller med årskurs och intag av viltkött (charkprodukter) (enkätfråga) som förklarande variabler redovisas i tabell 7 för flickor och pojkar. Analysen visade att de åldersjusterade blyhalterna var ganska lika bland deltagare som angett att de åt vilt minst en gång per månad jämfört med de som åt mer sällan (flickor $p=0,141$ och pojkar $p=0,756$). Inte heller bland de som åt viltkött (charkprodukter) så ofta som minst en gång per vecka var det någon stor skillnad på halterna av bly i blod jämfört med dem som åt detta mer sällan (flickor $p=0,536$ och pojkar $p=0,292$). I en modell där vi förutom vilt och årskurs lade till föräldrarnas högsta utbildningsnivå, barnets födelseland, kommungrupp (stad och land) och viktstatus som förklarande variabler såg vi inte någon markant förändring av sambandet.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Tabell 7. Halter av kvicksilver och bly i blod (geometriska medelvärden i µg/l justerade för årskurs och 95 % konfidensintervall inom parentes) och konsumtion av viss fisk respektive konsumtion av viltkött (charkprodukter) för flickor och pojkar.

	Flickor			Pojkar		
	Årskurs 5	Årskurs 8	Årskurs 2 gymnasiet	Årskurs 5	Årskurs 8	Årskurs 2 gymnasiet
Kvicksilver (µg/l)						
Konsumtion av insjöfisk och stora rovfiskar ¹						
≥1 gång/mån ²	0,99 (0,75-1,3)	0,90 (0,68-1,2)	0,76 (0,57-1,0)	0,90 (0,72-1,1)	0,96 (0,76-1,2)	1,2 (0,94-1,6)
<1 gång/mån ³	0,66 (0,58-0,75)	0,60 (0,54-0,67)	0,51 (0,46-0,57)	0,65 (0,56-0,74)	0,69 (0,61-0,78)	0,87 (0,76-1,0)
Bly (µg/l)						
Konsumtion av viltkött (charkprodukter) ⁴						
≥1 gång/mån ⁵	7,5 (6,9-8,1)	6,7 (3,2-7,2)	6,8 (6,4-7,3)	7,6 (6,9-8,4)	8,5 (7,8-9,2)	8,4 (7,6-9,3)
<1 gång/mån ⁶	7,1 (6,6-7,6)	6,3 (6,0-6,8)	6,5 (6,1-6,9)	7,7 (7,1-8,5)	8,6 (7,8-9,4)	8,5 (7,7-9,4)
≥1 gång/vecka ⁷	7,5 (6,7-8,4)	6,7 (6,0-7,4)	6,8 (6,1-7,4)	8,1 (7,1-9,3)	9,0 (7,9-10,1)	8,9 (7,8-10;1)
<1 gång/vecka ⁸	7,2 (6,8-7,7)	6,5 (6,1-6,8)	6,6 (6,2-7,0)	7,6 (7,0-8,3)	8,4 (7,8-9,1)	8,3 (7,6-9,1)

¹Information inhämtad från enkätfråga om hur ofta eleverna åt insjöfisk (abborre, gädda, gös) och stora rovfiskar (svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka).

²Flickor N=36, pojkar N=64

³Flickor N=583, pojkar N=417

⁴Information inhämtad från enkätfråga om hur ofta eleverna åt viltkött (charkprodukter från älg, vildsvin, rådjur eller hjort).

⁵Flickor N=258, pojkar N=237

⁶Flickor N=361, pojkar N=244

⁷Flickor N=85, pojkar N=86

⁸Flickor N=534, pojkar N=395

Typ av kranvatten (kommunalt eller brunn)

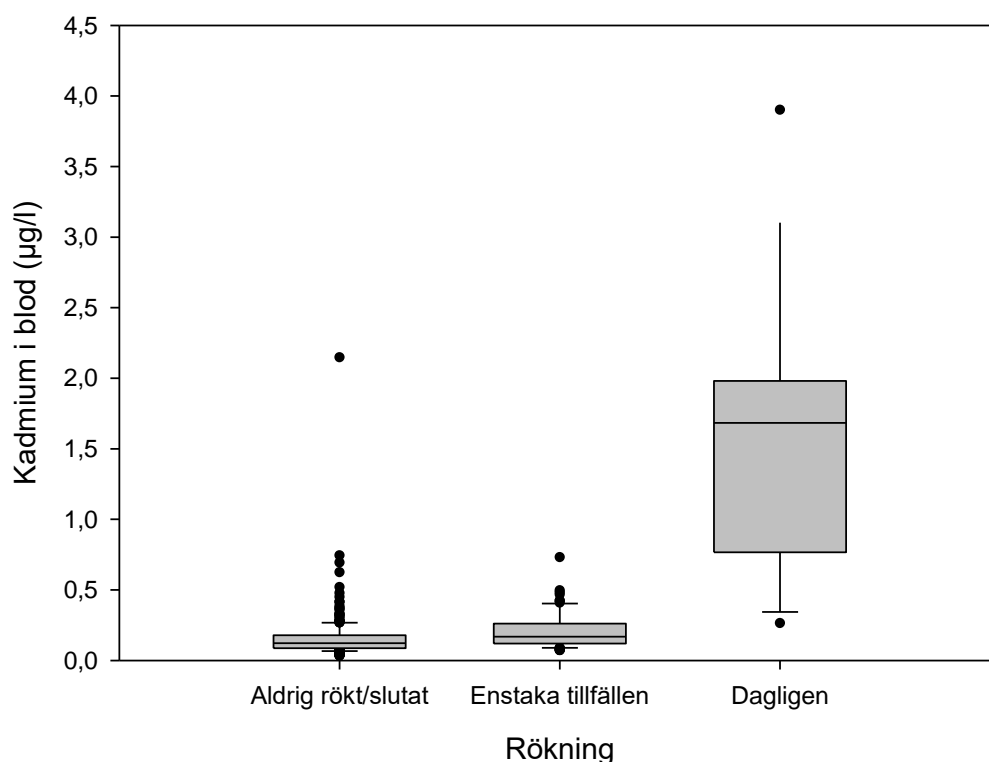
Inga skillnader i metallhalt (justerat för ålder) kunde påvisas för någon av de åtta elementen beroende på om man hade kommunalt dricksvatten eller fick sitt vatten från grävd eller borrhälsbrunn (regressionsanalys med årskurs och typ av kranvatten som förklarande variabler), varken bland flickor eller pojkar (p-värdena var 0.2 eller högre).

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Rökning

Det var få elever som angav att de rökte dagligen (14 personer, varav 9 flickor och 5 pojkar) och alla dessa gick i årskurs 2 på gymnasiet. Ytterligare 71 gymnasieelever angav att de rökte vid enstaka tillfällen medan resterande 266 gymnasieelever uppgav att de aldrig rök eller att de slutat röka. Effekten av rökning undersöktes endast för elever i årskurs 2 på gymnasiet genom att jämföra metallhalterna i de tre rökgrupperna.

Det fanns en statistiskt signifikant skillnad i kadmiumhalt mellan de tre rökgrupperna ($p < 0,0001$). Det geometriska medelvärdet var högst i gruppen som angett att de rökte dagligen, 1,3 $\mu\text{g/l}$, och betydligt lägre bland de som angett att de rökte vid enstaka tillfällen och de som angett att de slutat eller aldrig hade rök, 0,18 $\mu\text{g/l}$ respektive 0,13 $\mu\text{g/l}$ (figur 2).



Figur 2. Halter av kadmium i blod hos deltagare som angett att de aldrig rök eller har slutat röka ($n=266$), röker vid enstaka tillfällen ($n=71$) och röker dagligen ($n=14$) i årskurs två på gymnasiet. Medianvärden tillsammans med 10-, 25-, 75-, och 90:e percentiler samt outliers (prickar).

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Diskussion

I denna rapport presenteras halter av åtta metaller i blod från 1105 skolelever i Sverige. Skoleleverna utgör en delpopulation av Riksmaten ungdom 2016–17 och baseras på ett nationellt representativt urval av svenska skolor.

I denna studie kunde ålders- och könsskillnader ses för flera metaller, både de toxiska och de essentiella. Skillnader i blodhalter av metaller i de olika åldersgrupperna kan bero på att exponeringen skiljer sig åt beroende på t.ex. livsstil och födointag i relation till kroppsvikt. I de fall halterna sjunker med åldern, skulle det kunna förklaras av en utspädningseffekt under tillväxten när kroppsmassan ökar. En ålderseffekt kan också bero på att kontamineringsgraden av framför allt de toxiska metallerna i miljön har förändrats över tid eller upplagring i kroppen. Skillnader i metallhalter mellan flickor och pojkar kan bero på att det finns källor som är specifika för ett av könen eller fysiologiska skillnader, t.ex. upptaget i kroppen.

Kadmium

Flickorna hade högre halter av kadmium i blod än pojkarna. Resultaten i Riksmaten ungdom delrapport 2 visar att de äldre flickorna hade låga järndepåer (ferritinhalter) i blod, vilket är associerat med förhöjd kadmiumabsorption i mag- och tarmkanalen. Nästan var tredje flicka i årskurs 8 och 2 på gymnasiet hade låga depåer av järn (ferritin i plasma $<15 \mu\text{g/l}$), vilket indikerar risk för järnbrist (Warensjö Lemming et al 2018a).

Det fanns också en skillnad i genomsnittliga kadmiumnivåer bland deltagarna i de olika årskurserna. Halterna var högre hos de äldre flickorna och pojkarna. Ökande kadmiumnivåer med åldern har bland annat rapporterats bland deltagare i Riksmaten vuxna 2010–11 (Bjeremo et al 2013) och i den nationella amerikanska befolkningsundersökningen NHANES (Center for Disease Control and Prevention 2019). Kadmium ansamlas framför allt i njurarna och utsöndras långsamt. Vid ett konstant intag av kadmium ökar därför kadmiumhalten i njurarna med åldern (Barregård et al 2010). Olika matvanor bland flickor och pojkar samt i olika åldrar kan också ha bidragit till de skillnader i kadmiumhalt som observerades mellan könen och i de olika åldersgrupperna, t.ex. hade flickorna ett högre intag av grönsaker och frukt än pojkar i Riksmaten ungdom (Warensjö Lemming et al 2018a). De livsmedel som bidrar mest till exponering för kadmium i Sverige är spannmål, potatis och andra rotfrukter samt grönsaker (Livsmedelsverket 2017). Kadmiumhalter och relationen till intag av olika födoämnesgrupper kommer att analyseras i framtida arbeten. Cigarettrök är en viktig källa för kadmium (Nordberg et al 2014) och detta avspeglade sig i högre kadmiumhalter hos flertalet av deltagare som angett att de rökte dagligen vilket dock endast var 14 personer i årskurs 2 på gymnasiet.

Geometriskt medelvärde av kadmiumhalten i blod var $0,13 \mu\text{g/l}$ hos flickorna och $0,11 \mu\text{g/l}$ hos pojkarna (tabell 5) och varierade från $0,10 \mu\text{g/l}$ hos pojkarna i årskurs 5 (medelålder 12 år) till $0,17 \mu\text{g/l}$ hos flickorna i årskurs två på gymnasiet (medelålder 18 år) (tabell 6). Flera mindre studier i Sverige visar halter i samma nivå. Man har hos skolbarn i årskurs 2 till 4 i Lessebo kommun funnit ett geometriskt medelvärde på $0,09 \mu\text{g/l}$ (Mattisson et al 2018) och $0,10 \mu\text{g/l}$ hos något yngre barn (4–9 år) från Trelleborg och Landskrona under 1986–2013 (Lundh et al 2016). Halterna av kadmium i blod hos barnen i Trelleborg och Landskrona har i stort sett varit oförändrade under perioden 2003–2013. Bányai et al (2002) rapporterade en medianhalt under $0,2 \mu\text{g/l}$, vilket var

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

detektionsgränsen i studien, bland 15- och 17-åriga flickor och pojkar i Trollhättan och Uppsala. Kadmiumhalterna i denna rapport var i samma nivå som hos barn (7–14 år) i fem andra europeiska länder (0,13–0,17 µg/l) och lägre än i Ecuador (0,26 µg/l) och Marocco (0,21 µg/l) (Hrubá et al 2012). Blodhalter av kadmium har mätts kontinuerligt bland den amerikanska befolkningen sedan 1999 inom den nationella undersökningen NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) och GM var 0,13 µg/l hos 12 till 19-åringar för perioden 2015–16 (Center for Disease Control and Prevention 2019). Bland svenska vuxna i Riksmaten vuxna 2010–11 rapporterade Bjermo et al (2013) en medianhalt på 0,19 µg/l vilket är något högre än medianhalten hos eleverna i årskurs två i gymnasiet i denna studie.

Kvicksilver

Fisk är den största källan till kvicksilver i allmänbefolkningen. Vissa fisksorter såsom abborre, gädda, gös, svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka kan innehålla höga halter av metylkvicksilver (Livsmedelsverket 2017). Pojkarna hade högre kvicksilverhalter än flickorna med geometriska medelvärden på 0,75 µg/l respektive 0,60 µg/l. Halterna var högre hos de yngre flickorna och hos de äldre pojkarna. Detta skulle kunna bero på att fiskkonsumtionen ökar med åldern hos pojkarna (allra högst fiskkonsumtion hade pojkarna i åk 8), men minskar med åldern hos flickorna (allra lägst fiskkonsumtion hade flickorna i gymnasiet) (Warensjö Lemming et al 2018a). Bland deltagare som angett att de ätit abborre, gädda, gös, svärdfisk, tonfisk (ej burk), stor hälleflundra, haj och rocka minst en gång per månad var kvicksilverhalterna i blodet som förväntat högre jämfört med de som ätit mer sällan, vilket har setts i andra svenska studier (Svensson et al 1992; Bárány et al 2002, Johnsson et al 2005; Bjermo et al 2013). Detta samband sågs hos både flickorna och pojkarna. Det var en något högre andel pojkar som angett att de ätit dessa fisksorter minst en gång per månad (13 % jämfört med 5,8 %) vilket kan vara en av förklaringarna till skillnaderna mellan könen.

Resultaten från denna studie är i samma nivå med vad Mattisson et al (2018) funnit hos skolbarn i årskurs 2 till 4 i Lessebo kommun där det geometriska medelvärdet var 0,70 µg/l. Även hos barn (4–9 år) från Trelleborg och Landskrona mätta under 1986–2013 var halterna (GM 0,83 µg/l) jämförbara med vår studie (Lundh et al 2016). Något högre halter rapporterades i en äldre studie där medianhalten av kvicksilver var 1,2 µg/l hos 15-åringar i Trollhättan och Uppsala i mitten på 1990-talet (Bárány et al 2002). Varken Lundh et al (2016) eller Bárány et al (2002) kunde påvisa några skillnader mellan könen. Kvicksilverhalterna (GM) hos barn (7–14 år) varierade från 0,12 till 0,94 µg/l i fem andra europeiska länder, 0,31 µg/l i Marocco och betydligt högre i Kina (2,5 µg/l) och Ecuador (3,2 µg/l) (Hrubá et al 2012). I samma studie rapporterades att GM var 0,43 µg/l hos barn från Landskrona i Sverige år 2007. Geometriskt medelvärde bland amerikanska ungdomar (12–19 år) var 0,40 µg/l 2015–16 (Center for Disease Control and Prevention 2019). I Riksmaten vuxna 2010–11 var medianhalten av kvicksilver i blod 1,1 µg/l med högre halter hos män jämfört med kvinnor och ökande halter med högre ålder (Bjermo et al 2013).

Bly

Pojkarna hade högre blodblyhalter jämfört med flickorna (GM 8,2 respektive 6,7 µg/l), vilket har rapporterats från andra svenska studier (Strömberg et al 1995; Bárány et al 2002). Blyhalterna var något högre bland flickorna i årskurs 5 jämfört med årskurs 8

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

och årskurs 2 på gymnasiet, däremot sågs ingen skillnad mellan de olika åldersgrupperna hos pojkarna. Genomsnittshalterna av bly i blod hos eleverna låg under den nivå på 12 µg/l för vilken EU:s livsmedelsmyndighet EFSA bedömt att risken för påverkan den intellektuella kapaciteten hos barn är låg (EFSA 2010). Andelen elever som hade blodblyhalter över denna nivå var 13 % (0,4 % hade en blodblyhalt > 36 µg/l). Den högsta blodblyhalten som uppmättes var 139 µg/l och den näst högsta 82 µg/l. Ingen av dessa två elever uppgav att de åt vilt ofta eller hade egen brunn vilket är två möjliga källor till blyexponering.

Geometriskt medelvärde av blodblyhalter hos eleverna i årskurs 5 i Riksmaten ungdom (tabell 5) var något lägre än hos skolbarnen i årskurs 2 och 4 i Lessebo kommun (9,9 µg/l) (Mattisson et al 2018). Inom den nationella miljöövervakningen har blodblyhalterna följts sedan 1978 bland över 4000 barn (3–12 år) i Landskrona och Trelleborg och resultatet visar att halterna minskat betydligt under de senaste 40 åren, och medianhalten har sjunkit från 64 µg/l år 1978 till 7,4 µg/l år 2017 (Skerfving et al 2012, Institutet för miljömedicin 2019) främst pga av gradvis sjunkande blytillsats i bensin fram till förbudet 1994. Medianhalten av bly i blod har dock fortsatt att sjunka efter förbudet och är 2017 omkring en tredjedel av medianhalten (24 µg/l) år 1994. Bárány et al (2002) rapporterade medianhalter av bly på 20 och 15 µg/l bland 15-åriga pojkar respektive flickor i Trollhättan och Uppsala 1993–94. En sjunkande trend i blodblyhalter har också rapporterats hos den amerikanska befolkningen i NHANES och medianen var 4,7 µg/l hos 12–19-åringar under åren 2015–2016 (Center for Disease Control and Prevention 2019).

Ammunition för jakt och vilt innehåller bly och höga blyhalter har hittats i och omkring skottkanalen i skjutet vilt framför allt i färs och grytbitar (Kollander et al 2014). Personer som regelbundet äter vilt har uppvisat förhöjda halter av bly i blod (Meltzer et al 2013, Forsell et al 2014) och ett samband mellan blodblyhalten och intag av vilt hittades bland vuxna i Riksmaten vuxna 2010–11 (Bjermo et al 2013). Livsmedelsverket har sedan dess gett ut råd om viltkött (Bjerselius et al 2014). Tyvärr innehöll inte enkäten som användes i Riksmaten ungdom någon fråga om total konsumtion av viltkött, utan endast en fråga om konsumtion av korv och liknande produkter av vilt. Denna fråga ställdes i första hand för att kunna uppskatta deltagarnas konsumtion av processat kött. Det finns därför en risk att frågan underskattar hur ofta deltagarna äter vilt. Vi fann inga statistiskt signifikanta samband mellan konsumtion av produkter av vilt och blodblyhalter hos deltagarna, men på grund av frågans utformning är detta resultat mycket osäkert.

Mangan

Flickorna hade något högre halter än pojkarna (GM 11 µg/l jämfört med 10 µg/l) och låg i samma nivå som hos amerikanska 12 till 19-åringar (GM 10,5 µg/l) (Center for Disease Control and Prevention 2019) och 14 till 15-åringar i det belgiska biomonitoreringsprogrammet (FLEHS II 2007–2011) (GM 9,7–11 µg/l) (Vrijens et al 2014).

Krom

Pojkarna hade något högre kromhalter jämfört med flickorna (GM 0,58 µg/l jämfört 0,55 µg/l) i denna studie och halterna var högre hos de äldre pojkarna jämfört med yngre. Lägre halter har rapporterats i den amerikanska befolkningen i NHANES (75-percentilen låg under detektionsgränsen som var 0,41 µg/l) (Center for Disease Control

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

and Prevention 2019) och bland ungdomar (14–15 år) i Belgien (GM 0,26 µg/l) (Vrijens et al 2014). Däremot har något högre halter rapporterats hos ungdomar i Taiwan (medelvärde 0,86 µg/l) (Lin et al 2016).

Kobolt

Halter av kobolt var högre i blodet hos flickor än pojkar (GM 0,14 µg/l jämfört med 0,11 µg/l). Bárányi et al (2002) rapporterade högre halter av kobolt bland 15-åriga pojkar och flickor i Trollhättan och Uppsala 1993–94, då medianen var 0,31 µg/l. Halterna var däremot i samma nivå som rapporterats i NHANES i den amerikanska befolkningen (GM hos kvinnor på 0,17 µg/l och hos män på 0,14 µg/l). Liksom för kadmium kan låga järndepåer medföra en ökad absorption av kobolt i mag- och tarmkanalen, vilket kan vara en förklaring till de högre halterna hos flickorna.

Nickel

Geometriska medelvärden av nickel hos flickorna och pojkarna i den här studien var 0,63 µg/l respektive 0,62 µg/l. Det geometriska medelvärdet av nickel i blod i ungdomar i Belgien var dubbelt så högt 1,25 µg/l.

Sammanfattningsvis har deltagarna i Riksmaten ungdom 2016–17 halter av metaller i blod i samma nivå som i flera andra svenska och internationella studier bland barn och ungdomar. Tretton procent av ungdomarna hade blodblyhalter över det riktvärde (12 µg/l) där det kan finnas en risk för påverkan på intellektuella kapaciteten hos barn. För övriga metaller finns inga riktvärden i blod som är aktuella för riskbedömning hos barn och ungdomar.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Referenser

Akesson A, Barregard L, Bergdahl IA, Nordberg GF, Nordberg M, Skerfving S. (2014) Non-renal effects and the risk assessment of environmental cadmium exposure. *Environ Health Perspect.* 122(5):431–8.

Amcoff E, Edberg A, Enghardt Barbieri H, Lindroos A K, Nälsén C, Pearson M, Warensjö Lemming E. (2012) Riksmaten – vuxna 2010–11 Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Resultat från matvaneundersökning utförd 2010–11. Livsmedelsverket, Uppsala

Bárány E, Bergdahl IA, Bratteby LE, Lundh T, Samuelson G, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. (2002) Trace elements in blood and serum of Swedish adolescents: relation to gender, age, residential area, and socioeconomic status. *Environ Res.* 89(1):72-84.

Barregard L, Fabricius- Lagging E, Lundh T, Mölne J, Wallin M, Olausson M, Modigh C, Sallsten G. (2010) Cadmium, mercury and lead in kidney cortex of living kidney donors: impact of different exposure sources. *Env Res* 110:47–54.

Barregård L, Maxe L. (2012) Hälsorisker pga vissa ämnen i dricksvatten från enskilda brunnar. Sahlgrenska universitetssjukhuset, Arbets- och miljömedicin, Miljömedicinskt centrum (VMC). Göteborg

Barregård L och Sällsten G. (2014) Tungmetaller förtjänar fortsatt vaksamhet. *Läkartidningen* 111: CSSU

Berglund M, Lind B, Björnberg KA, Palm B, Einarsson O, Vahter M. (2005) Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment *Environ Health.* Oct 3;4:20.

Berglund M, Hanberg A, Lidén C. (2013) Kemikalier. In: Institutet för Miljömedicin, Barnens miljöhälsorapport 2013. Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm

Berlin M, Zalups RK, Fowler A. (2014) Mercury. In: Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M (Eds.), *Handbook on the Toxicology of Metals*. Fourth edition vol. II. Academic Press, pp 667-717.

Bjermo H, Sand S, Nälsén C, Lundh T, Enghardt Barbieri H, Pearson M, Lindroos AK, Jönsson BA, Barregård L, Darnerud PO. (2013) Lead, mercury, and cadmium in blood and their relation to diet among Swedish adults. *Food Chem Toxicol.* 57:161-9

Bjerselius R, Halldin Ankarberg E, Kautto A. (2014). Bly i viltkött. Del 4 – riskhantering. Livsmedelsverkets rapportserie nr 18/2014, Livsmedelsverket, Uppsala

Center for Disease Control and Prevention. (2019) National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated tables January 2019
https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf (Hämtad 2019-11-25)

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Cole TJ, Lobstein T. (2012) Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes.* 7(4):284-94.

EFSA. (2009) Scientific opinion on lead in food. Cadmium in food. *The EFSA Journal* 980, 1-139. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2010) Scientific opinion on lead in food. *EFSA journal* 8(4):1570. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2012) Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 10(12):2985. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2013) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for manganese. *EFSA Journal* 11(11):3419. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2014) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. *EFSA Journal* 12(10):3845, 25 pp. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2015) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. *EFSA Journal* 13(2):4002. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA. (2019) Dietary Reference Values for nutrients. Summary report (an update of the original version published in 2017). European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

EFSA CONTAM Panel. (2014) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. *EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain.* *EFSA Journal* 12(3):3595.

Enghardt Barbieri H, Pearson M, Becker W. (2006) Riksmaten – barn 2003. Livsmedels- och näringsintag bland barn i Sverige. Livsmedelsverket, Uppsala

Forsell K, Gyllenhammar I, Nilsson Sommar J, Lundberg-Hallén N, Lundh T, Kotova N, Bergdahl I, Järholm B, Darnerud P O. (2014) Bly i viltkött, del 2 – Halter av bly i blod hos jägarfamiljer. Livsmedelsverkets rapportserie nr 18/2014. Livsmedelsverket, Uppsala

Glynn A. (2017) Kadmium i livsmedel. Riskvärderingsrapport. Livsmedelsverkets rapportserie nr 15 del 2/2017, Livsmedelsverket, Uppsala

Hornung RW, Reed LD. (1990) Estimation of Average Concentration in the Presence of Nondetectable Values. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 5(1):46-51

Hrubá F, Strömberg U, Cerná M, Chen Chunying et al. (2012) Blood cadmium, mercury, and lead in children: An international comparison of cities in six European countries, and China, Ecuador, and Marocco. *Environmental International* 41:29-34.

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Institutet för Miljömedicin. (2019) Tidsserier och data. Hälsorelaterad miljöövervakning. <https://ki.se/imm/tidsserier-och-data> (Hämtad 2019-11-25)

Johnsson C, Schütz A, Sällsten G. (2005) Impact of consumption of freshwater fish on mercury levels in hair, blood, urine, and alveolar air. *J Toxicol Environ Health A*. 68(2):129-40

Jorhem L, Sundström B, Engman J. (2013) Trends of cadmium and certain other metals in Swedish household wheat and rye flours 1983-2009. Livsmedelsverkets rapportserie nr 16/2013, Livsmedelsverket, Uppsala

Jorhem L, Åstrand C, Sundström B, Engman J, Kollander B. (2015) Metaller i livsmedel - fyra decenniers analyser. Spannmål, nötter och fröer. Livsmedelsverkets rapportserie nr 1/2015, Livsmedelsverket, Uppsala

Järup L, Berglund M, Elinder CG, Nordberg G, Vahter M. (1998) Health effects of cadmium exposure - a review of the literature and a risk estimate. *Scand J Work, Environment & Health* 24:1-51.

Kippler M, Tofail F, Hamadani JD, Gardner RM, Grantham-McGregor SM, Bottai M, et al. (2012) Early-life cadmium exposure and child development in 5-year-old girls and boys: a cohort study in rural bangladesh. *Environ Health Perspect*. 120(10):1462-8.

Kippler M, Bottai M, Georgiou V, Koutra K, Chalkiadaki G, Kampouri M, et al. (2016) Impact of prenatal exposure to cadmium on cognitive development at preschool age and the importance of selenium and iodine. *Eur J Epidemiol*. 31(11):1123–1134

Kollander B, Sundström B, Widemo F, Ågren E. (2014) Bly i viltkött. Del 1-ammunitionsrester och kemisk analys. Livsmedelsverkets rapportserie nr 18/2014, Livsmedelsverket, Uppsala

Lin CC, Tsweng GJ, Lee CF, Chen BH, Huang YL. (2016) Magnesium, zinc, and chromium levels in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *Clin Nutr*. 35(4):880-4.

Lison D. (2014) Cobalt. In: Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M (Eds.), *Handbook on the Toxicology of Metals*. Fourth edition vol. II. Academic Press, pp 667-717.

Livsmedelsverket. (2012) Market Basket 2010 - chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food baskets. Livsmedelsverkets rapportserie nr 7/2012

Livsmedelsverket. (2017) Swedish Market Basket Survey 2015 – per capita-based analysis of nutrients and toxic compounds in market baskets and assessment of benefit or risk Livsmedelsverkets rapportserie nr 26/2017, Livsmedelsverket, Uppsala

Livsmedelsverket. (2019). Metaller. www.slv.se (Hämtad 2019-11-25)

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Lundh T, Axmon A, Skerfving S, Broberg K. (2016) Cadmium and mercury exposure over time in Swedish children. *Environmental Research* 150:600–605.

Mattisson K, Tekavec E, Lundh T., Olsson A, Stroh E. (2018) Miljömedicinsk hälsoövervakning av barn i områden med förorenad mark från glasbruk – Lessebo kommun. Rapport nr 19/2018. Avdelningen för Arbets- och miljömedicin, Lunds universitet, Lund

Meltzer HM, Dahl H, Brantsæter AL, Birgisdottir BE, Knutsen HK, Bernhoft A, Oftedal B, Lande US et al. (2013) Consumption of lead-shot cervid meat and blood lead concentrations in a group of adult Norwegians. *Environ Res.* 157:29-39

Moraesus L, Warensjö Lemming E, Koivisto Hursti U-K, Arnemo M, Petrelius Sipinen J, Lindroos A K. (2018) Riksmaten Adolescents 2016–17: A national dietary survey in Sweden – design, methods, and participation. *Food & Nutrition Research* 62:1381

Naturvårdsverket. (2019) Metaller som miljögift. <http://www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/> (Hämtad 2019-11-25)

Nord. (2014) Nordic Nutrition Recommendations 2012. Integrating nutrition and physical activity, 5th edition 2014:002. Nordic Council of Ministers, Copenhagen

Nordberg GF, Nogawa K, Nordberg M. (2014) Cadmium. In: Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M (Eds.), *Handbook on the Toxicology of Metals*. Fourth edition vol. II. Academic Press, 667–717.

Petersson-Grawè K, Concha G, Ankarberg E. (2007) Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk. Livsmedelsverkets rapportserie nr 10/2007, Livsmedelsverket, Uppsala

Skerfving S, Löfmark L, Rentschler G, Lundh T. (2012) Bly, kadmium och kvicksilver i blod hos skånska barn 2009–2011 - med jämförelser bakåt till 197. Arbets- och miljömedicin, Skånes Universitetssjukhus/Lund

Strömberg U, Schütz A, Skerfving S. (1995) Substantial decrease of blood lead in Swedish children, 1978–94, associated with petrol lead. *Occup Environ Med* 52:764–9.

Strömberg U, Lundh T, Skerfving S. (2008) Yearly measurements of blood lead in Swedish children since 1978: the declining trend continues in the petrol-lead-free period 1995-2007. *Environ Res.* 107(3): 332-5.

Svensson BG, Schütz A, Nilsson A, Akesson I, Akesson B, Skerfving S. (1992) Fish as a source of exposure to mercury and selenium. *Sci Total Environ.* 11;126(1-2):61-74.

Sällsten G. (2013) Metaller. In: Sandén H (red), Almerud P, Andersson EM, Barregård L, et al. (Eds.), *Barns miljö och hälsa i Västra Götaland*. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC), Göteborg

Wallin M, Barregård L, Sällsten G, Lundh T, Karlsson MK, Lorentzon M, et al. (2016) Low-level cadmium exposure is associated with decreased bone mineral

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

density and increased risk of incident fractures in elderly men: The MrOS Sweden study. *J Bone Miner Res.* 31(4):732-41.

Warensjö Lemming E, Moraeus L, Petrelius Sipinen J, Lindroos A K. (2018a) Riksmaten ungdom 2016–17 – Del 1 Livsmedelskonsumtion, Livsmedelsverkets rapportserie nr 14/2018, Livsmedelsverket, Uppsala

Warensjö Lemming E, Moraeus L, Petrelius Sipinen J, Lindroos A K (2018b) Riksmaten ungdom 2016–17 – Del 2 Näringsintag och näringsstatus, Livsmedelsverkets rapportserie nr 23/2018, Livsmedelsverket, Uppsala

WHO. (2000) Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. World Health Organization, Geneva.

Vrijens J, Leermakers M, Stalpaert M, Schoeters G, Den Hond E, Bruckers L, Colles A, Nelen V, Van Den Mierop E, Van Larebeke N, Loots I, Baeyens W. (2014) Trace metal concentrations measured in blood and urine of adolescents in Flanders, Belgium: reference population and case studies Genk-Zuid and Menen. *Int J Hyg Environ Health.* 217(4–5):515–27.

Ålander J, Nilsson I, Sundström B, Jorhem L, Nordlander I., Aune M, Larsson L, Kuivinen J, Bergh A, Isaksson M, Glynn A. (2012) Tidstrender av tungmetaller och organiska klorerade miljöföroreningar i baslivsmedel. Livsmedelsverkets rapportserie nr 3/2012, Livsmedelsverket, Uppsala

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Bilaga 1

Antal personer (N), aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter för olika element i helblod och för aluminium i serum ($\mu\text{g/l}$) uppdelat på de olika Arbets- och miljömedicinska (AMM) regionerna.

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Göteborg	222	0,61	0,59	1,3	0,40	0,60	0,79	2,9
Linköping	157	0,65	0,64	1,3	0,47	0,61	0,93	1,1
Lund	210	0,54	0,52	1,3	0,36	0,53	0,77	1,1
Stockholm	166	0,45	0,44	1,2	0,33	0,43	0,63	0,88
Umeå	130	0,55	0,51	1,6	0,25	0,59	0,92	1,5
Uppsala	84	0,67	0,65	1,2	0,49	0,64	0,94	2,3
Örebro	130	0,77	0,74	1,3	0,53	0,67	1,2	1,6
Mn								
Göteborg	222	11	11	1,3	7,0	11	16	33
Linköping	157	11	10	1,6	7,0	10	17	22
Lund	210	11	11	1,3	7,1	10	17	25
Stockholm	166	11	11	1,3	7,2	11	17	24
Umeå	130	11	10	1,4	6,7	9,8	18	26
Uppsala	84	11	10	1,3	6,7	10	18	29
Örebro	130	11	10	1,4	5,9	11	17	23
Co								
Göteborg	222	0,15	0,13	1,7	0,07	0,12	0,35	0,73
Linköping	157	0,15	0,13	1,8	0,06	0,13	0,38	0,51
Lund	210	0,15	0,12	1,8	0,06	0,11	0,31	0,60
Stockholm	166	0,16	0,13	1,8	0,06	0,13	0,36	0,56
Umeå	130	0,15	0,12	1,9	0,05	0,10	0,39	0,57
Uppsala	84	0,13	0,11	1,7	0,05	0,10	0,29	0,38
Örebro	130	0,15	0,13	1,8	0,06	0,12	0,40	0,63
Ni								
Göteborg	222	0,69	0,66	1,3	0,47	0,64	1,0	3,6
Linköping	157	0,59	0,57	1,3	0,36	0,57	0,86	1,5
Lund	210	0,64	0,62	1,3	0,40	0,63	0,83	2,0
Stockholm	166	0,70	0,69	1,2	0,47	0,70	0,91	1,4
Umeå	130	0,67	0,64	1,3	0,47	0,60	1,1	2,5
Uppsala	84	0,57	0,57	1,2	0,43	0,58	0,72	0,89
Örebro	130	0,60	0,57	1,4	0,35	0,59	0,90	1,5

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Bilaga 1. Fortsättning.

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Göteborg	222	0,14	0,12	1,6	0,06	0,12	0,25	0,81
Linköping	157	0,18	0,14	1,9	0,06	0,13	0,42	1,9
Lund	210	0,15	0,13	1,7	0,07	0,12	0,33	1,7
Stockholm	166	0,16	0,13	1,8	0,06	0,12	0,35	2,3
Umeå	130	0,21	0,12	2,3	0,04	0,11	0,45	3,9
Uppsala	84	0,16	0,12	1,9	0,04	0,11	0,33	1,9
Örebro	130	0,13	0,12	1,7	0,05	0,12	0,26	0,52
Hg								
Göteborg	222	0,89	0,62	2,6	0,08	0,72	2,0	10
Linköping	157	0,86	0,67	2,1	0,19	0,77	2,1	3,1
Lund	210	0,95	0,66	2,5	0,13	0,72	2,7	4,9
Stockholm	166	1,0	0,76	2,2	0,21	0,79	2,1	14
Umeå	130	0,73	0,55	2,2	0,14	0,59	1,9	4,9
Uppsala	84	0,71	0,57	2,1	0,17	0,64	1,5	2,6
Örebro	130	1,0	0,77	2,2	0,22	0,77	2,3	8,9
Pb								
Göteborg	222	8,3	7,3	1,6	3,8	7,0	16	82
Linköping	157	8,2	7,0	1,9	3,4	6,8	18	50
Lund	210	8,1	7,3	1,5	3,8	7,2	14	30
Stockholm	166	8,5	7,5	1,6	4,1	7,1	17	57
Umeå	130	8,1	7,3	1,6	3,6	7,5	16	32
Uppsala	84	10	8,1	1,7	3,9	7,8	18	139
Örebro	130	8,0	7,2	1,6	3,2	7,4	16	24
Al								
Göteborg	218	6,9	5,9	1,7	3,5	5,7	14	95
Linköping	155	4,7	4,4	1,4	3,5	3,5	9,5	12
Lund	209	5,8	5,2	1,5	3,5	5,2	11	23
Stockholm	167	6,3	5,2	1,7	3,5	3,5	14	61
Umeå	131	6,7	5,9	1,6	3,5	6,4	15	19
Uppsala	84	4,7	4,3	1,5	3,5	3,5	9,7	24
Örebro	131	4,8	4,5	1,4	3,5	3,5	8,8	13

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Bilaga 2.

Antal personer (N), aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD), median, 5- och 95-percentiler och maxhalter för olika element i helblod och för aluminium i serum ($\mu\text{g/l}$) uppdelat på flickor och pojkar, de tre årskurserna (årskurs 5 och 8 och årskurs 2 på gymnasiet) samt de olika Arbets- och miljömedicinska (AMM) regionerna.

Göteborg (Deltagande kommuner: Göteborg, Åmål, Borås, Lidköping, Härryda, Lysekil)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	36	0,60	0,60	1,2	0,47	0,58	0,74	0,83
Åk 8	49	0,60	0,59	1,2	0,48	0,57	0,77	1,0
Gymn 2	34	0,58	0,56	1,3	0,36	0,63	0,77	0,89
Pojkar								
Åk 5	38	0,67	0,63	1,4	0,47	0,62	0,80	2,9
Åk 8	38	0,60	0,59	1,2	0,45	0,59	0,82	0,95
Gymn 2	27	0,60	0,56	1,5	0,26	0,66	0,80	0,87
Mn								
Flickor								
Åk 5	36	11	11	1,2	6,9	11	16	17
Åk 8	49	12	11	1,4	7,2	11	19	33
Gymn 2	34	11	10	1,2	7,6	10	14	19
Pojkar								
Åk 5	38	10	9,8	1,3	6,1	9,7	15	17
Åk 8	38	11	11	1,3	7,3	11	17	20
Gymn 2	27	9,8	9,6	1,2	6,8	10	13	13
Co								
Flickor								
Åk 5	36	0,12	0,12	1,5	0,07	0,11	0,26	0,30
Åk 8	49	0,20	0,17	1,8	0,07	0,16	0,54	0,73
Gymn 2	34	0,18	0,16	1,7	0,09	0,18	0,28	0,49
Pojkar								
Åk 5	38	0,12	0,11	1,4	0,07	0,10	0,24	0,24
Åk 8	38	0,19	0,16	1,7	0,07	0,15	0,48	0,54
Gymn 2	27	0,08	0,08	1,4	0,05	0,08	0,15	0,15

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Göteborg (Deltagande kommuner: Göteborg, Åmål, Borås, Lidköping, Härryda, Lysekil).**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Ni								
Flickor								
Åk 5	36	0,62	0,60	1,3	0,43	0,60	0,98	1,0
Åk 8	49	0,70	0,68	1,3	0,49	0,65	1,0	1,2
Gymn 2	34	0,71	0,68	1,3	0,46	0,65	1,0	1,6
Pojkar								
Åk 5	38	0,71	0,65	1,4	0,44	0,60	0,93	3,6
Åk 8	38	0,71	0,70	1,2	0,53	0,70	0,93	1,0
Gymn 2	27	0,72	0,68	1,4	0,48	0,61	1,2	1,6
Cd								
Flickor								
Åk 5	36	0,10	0,09	1,5	0,05	0,09	0,22	0,27
Åk 8	49	0,14	0,12	1,6	0,07	0,12	0,28	0,81
Gymn 2	34	0,19	0,17	1,6	0,08	0,18	0,39	0,47
Pojkar								
Åk 5	38	0,10	0,10	1,4	0,06	0,09	0,18	0,25
Åk 8	38	0,15	0,13	1,7	0,04	0,13	0,24	0,64
Gymn 2	27	0,13	0,12	1,6	0,07	0,12	0,25	0,50
Hg								
Flickor								
Åk 5	36	0,71	0,62	1,7	0,21	0,70	1,4	1,5
Åk 8	49	0,77	0,55	2,7	0,06	0,66	1,9	2,3
Gymn 2	34	0,74	0,48	2,9	0,05	0,67	1,9	2,0
Pojkar								
Åk 5	38	0,78	0,58	2,5	0,08	0,73	2,0	2,1
Åk 8	38	0,82	0,59	2,6	0,07	0,71	1,7	3,1
Gymn 2	27	1,8	1,3	2,3	0,51	1,4	3,4	10
Pb								
Flickor								
Åk 5	36	7,1	6,8	1,4	3,5	6,5	12	15
Åk 8	49	6,8	6,2	1,5	3,3	5,9	11	20
Gymn 2	34	6,7	5,9	1,6	3,2	5,6	16	25
Pojkar								
Åk 5	38	8,4	7,9	1,4	3,9	8,1	14	16
Åk 8	38	9,7	8,7	1,6	4,8	7,9	20	36
Gymn 2	27	13	10,0	1,8	5,8	8,8	21	82
Al								
103								
Flickor								
Åk 5	35	9,4	6,3	2,1	3,5	5,6	28	95
Åk 8	48	6,9	6,1	1,6	3,5	5,9	14	19
Gymn 2	33	6,5	5,9	1,5	3,5	5,9	14	19
Pojkar								
Åk 5	38	5,2	4,8	1,5	3,5	3,5	9,9	11
Åk 8	37	6,9	6,3	1,6	3,5	6,3	13	13
Gymn 2	27	6,7	5,9	1,6	3,5	5,7	14	17

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Linköping (Deltagande kommuner: Linköping, Eksjö, Tranås, Norrköping, Motala, Mjölby)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	9	0,53	0,53	1,1	0,46	0,52	0,62	0,62
Åk 8	43	0,60	0,59	1,2	0,46	0,59	0,83	0,92
Gymn 2	41	0,72	0,70	1,2	0,52	0,69	0,92	1,1
Pojkar								
Åk 5	11	0,55	0,52	1,6	0,14	0,57	0,84	0,84
Åk 8	32	0,63	0,62	1,2	0,49	0,59	0,90	1,1
Gymn 2	21	0,78	0,76	1,3	0,50	0,83	0,99	1,0
Mn								
Flickor								
Åk 5	9	12	12	1,2	9,0	12	16	16
Åk 8	43	12	11	1,4	7,3	11	18	22
Gymn 2	41	11	10	1,3	6,7	9,9	16	22
Pojkar								
Åk 5	11	9,1	6,5	3,9	0,11	10	13	13
Åk 8	32	11	11	1,2	7,8	12	15	16
Gymn 2	21	10	10	1,3	7,0	10	15	17
Co								
Flickor								
Åk 5	9	0,11	0,10	1,7	0,04	0,10	0,19	0,19
Åk 8	43	0,18	0,15	1,8	0,07	0,16	0,38	0,51
Gymn 2	41	0,17	0,14	1,9	0,06	0,13	0,41	0,46
Pojkar								
Åk 5	11	0,11	0,10	1,5	0,04	0,10	0,16	0,16
Åk 8	32	0,16	0,14	1,7	0,07	0,15	0,33	0,43
Gymn 2	21	0,08	0,08	1,5	0,05	0,08	0,13	0,17
Ni								
Flickor								
Åk 5	9	0,62	0,61	1,2	0,42	0,64	0,74	0,74
Åk 8	43	0,61	0,60	1,3	0,43	0,60	0,86	0,96
Gymn 2	41	0,53	0,52	1,3	0,33	0,50	0,73	0,94
Pojkar								
Åk 5	11	0,58	0,54	1,6	0,15	0,58	0,73	0,73
Åk 8	32	0,68	0,66	1,3	0,48	0,65	1,1	1,5
Gymn 2	21	0,53	0,51	1,3	0,32	0,51	0,69	0,82
Cd								
Flickor								
Åk 5	9	0,09	0,09	1,3	0,06	0,09	0,15	0,15
Åk 8	43	0,16	0,14	1,6	0,07	0,14	0,42	0,51
Gymn 2	41	0,27	0,17	2,3	0,06	0,14	0,69	1,9
Pojkar								
Åk 5	11	0,09	0,09	1,4	0,04	0,09	0,12	0,12
Åk 8	32	0,16	0,14	1,7	0,06	0,15	0,37	0,40
Gymn 2	21	0,17	0,13	2,0	0,07	0,14	0,31	0,73

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Linköping (Deltagande kommuner: Linköping, Eksjö, Tranås, Norrköping, Motala, Mjölby).**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Hg								
Flickor								
Åk 5	9	0,89	0,80	1,7	0,25	1,0	1,3	1,3
Åk 8	43	0,82	0,59	2,3	0,20	0,54	2,6	3,1
Gymn 2	41	0,70	0,53	2,2	0,18	0,58	1,3	2,4
Pojkar								
Åk 5	11	0,84	0,64	2,8	0,04	0,89	1,3	1,3
Åk 8	32	1,0	0,87	1,9	0,32	0,87	2,6	3,0
Gymn 2	21	0,95	0,85	1,7	0,35	0,86	1,8	2,1
Pb								
Flickor								
Åk 5	9	10	9,1	1,6	5,7	7,0	21	21
Åk 8	43	7,7	6,6	1,7	3,0	6,7	16	26
Gymn 2	41	7,3	6,5	1,5	4,0	5,9	17	23
Pojkar								
Åk 5	32	8,9	5,8	5,6	4,2	8,3	18	20
Åk 8	11	11	8,2	1,5	0,05	7,0	50	50
Gymn 2	21	7,5	7,0	1,5	3,5	7,5	11	13
Al								
Flickor								
Åk 5	9	4,4	4,2	1,3	3,5	3,5	6,8	6,8
Åk 8	43	5,6	5,1	1,5	3,5	5,1	9,9	12
Gymn 2	41	3,9	3,8	1,3	3,5	3,5	5,6	11
Pojkar								
Åk 5	30	5,1	4,1	1,4	3,5	3,5	9,8	10
Åk 8	11	4,5	4,8	1,4	3,5	3,5	11	11
Gymn 2	21	3,9	3,8	1,2	3,5	3,5	5,3	5,8

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Lund (Deltagande kommuner: Malmö, Lund, Älmhult, Landskrona, Burlöv, Kävlinge, Sjöbo, Ronneby, Lessebo, Ljungby)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	35	0,51	0,49	1,2	0,38	0,49	0,77	0,79
Åk 8	49	0,52	0,49	1,4	0,27	0,54	0,76	1,08
Gymn 2	23	0,61	0,59	1,2	0,44	0,59	0,82	0,95
Pojkar								
Åk 5	36	0,49	0,49	1,1	0,40	0,48	0,63	0,63
Åk 8	36	0,54	0,52	1,3	0,27	0,54	0,74	0,76
Gymn 2	31	0,62	0,61	1,2	0,47	0,62	0,82	0,87
Mn								
Flickor								
Åk 5	35	11	10	1,3	7,4	10	16	16
Åk 8	49	12	11	1,3	8,0	11	16	23
Gymn 2	23	12	12	1,5	6,4	12	20	25
Pojkar								
Åk 5	36	11	11	1,3	6,7	10	19	20
Åk 8	36	11	11	1,3	7,1	10	16	17
Gymn 2	31	9,3	9,0	1,3	5,4	8,7	13	17
Co								
Flickor								
Åk 5	35	0,13	0,12	1,5	0,06	0,11	0,23	0,25
Åk 8	49	0,18	0,15	1,8	0,07	0,15	0,39	0,60
Gymn 2	23	0,18	0,16	1,6	0,09	0,17	0,31	0,33
Pojkar								
Åk 5	36	0,13	0,11	1,8	0,05	0,10	0,31	0,55
Åk 8	36	0,16	0,13	1,8	0,06	0,11	0,37	0,49
Gymn 2	31	0,09	0,08	1,5	0,05	0,07	0,21	0,26
Ni								
Flickor								
Åk 5	35	0,61	0,59	1,3	0,40	0,58	0,84	0,94
Åk 8	49	0,63	0,60	1,4	0,35	0,64	0,82	2,0
Gymn 2	23	0,69	0,68	1,2	0,55	0,66	0,95	1,0
Pojkar								
Åk 5	36	0,62	0,61	1,2	0,39	0,61	0,79	0,86
Åk 8	36	0,65	0,64	1,2	0,43	0,64	0,82	1,2
Gymn 2	31	0,64	0,63	1,1	0,51	0,63	0,79	0,81

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Lund (Deltagande kommuner: Malmö, Lund, Älmhult, Landskrona, Burlöv, Kävlinge, Sjöbo, Ronneby, Lessebo, Ljungby)**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Flickor								
Åk 5	35	0,12	0,11	1,5	0,1	0,1	0,3	0,3
Åk 8	49	0,18	0,14	1,9	0,1	0,1	0,5	1,3
Gymn 2	23	0,20	0,17	1,7	0,1	0,2	0,4	0,4
Pojkar								
Åk 5	36	0,10	0,10	1,4	0,05	0,10	0,21	0,23
Åk 8	36	0,13	0,12	1,4	0,08	0,12	0,32	0,38
Gymn 2	31	0,20	0,13	2,2	0,05	0,12	0,82	1,7
Hg								
Flickor								
Åk 5	35	0,89	0,64	2,6	0,07	0,69	2,5	3,2
Åk 8	49	0,83	0,62	2,3	0,13	0,69	2,0	4,1
Gymn 2	23	0,58	0,36	3,0	0,06	0,42	1,5	1,6
Pojkar								
Åk 5	36	0,78	0,64	2,0	0,20	0,67	1,7	1,7
Åk 8	36	1,5	0,99	2,7	0,22	1,0	4,7	4,9
Gymn 2	31	0,99	0,80	1,9	0,25	0,85	2,7	2,8
Pb								
Flickor								
Åk 5	35	7,6	7,1	1,5	3,4	7,1	16	19
Åk 8	49	6,9	6,4	1,5	3,7	6,0	11	14
Gymn 2	23	6,4	5,8	1,6	3,6	4,9	11	13
Pojkar								
Åk 5	36	8,5	7,8	1,5	4,6	7,2	18	22
Åk 8	36	9,4	8,5	1,6	4,9	8,1	22	26
Gymn 2	31	9,5	8,8	1,5	5,0	8,4	19	30
Al								
Flickor								
Åk 5	35	6,0	5,3	1,6	3,5	5,6	12	16
Åk 8	48	5,9	5,2	1,6	3,5	5,2	11	23
Gymn 2	23	5,2	4,7	1,5	3,5	3,5	11	12
Pojkar								
Åk 5	36	5,8	5,3	1,5	3,5	5,2	13	16
Åk 8	36	6,2	5,7	1,5	3,5	5,9	13	13
Gymn 2	31	5,3	5,0	1,4	3,5	5,6	8,9	12

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Stockholm (Deltagande kommuner: Stockholm, Danderyd, Gotland, Nacka)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	36	0,45	0,43	1,3	0,32	0,42	0,70	0,74
Åk 8	41	0,46	0,45	1,2	0,36	0,44	0,61	0,82
Gymn 2	16	0,44	0,43	1,3	0,32	0,42	0,88	0,88
Pojkar								
Åk 5	20	0,41	0,40	1,2	0,32	0,38	0,57	0,60
Åk 8	35	0,45	0,44	1,2	0,36	0,42	0,63	0,64
Gymn 2	18	0,47	0,46	1,2	0,35	0,44	0,63	0,63
Mn								
Flickor								
Åk 5	36	12	12	1,2	8,9	12	16	17
Åk 8	41	12	12	1,3	7,4	12	18	20
Gymn 2	16	10	9,6	1,4	5,0	9,0	20	20
Pojkar								
Åk 5	20	12	11	1,5	5,5	11	20	24
Åk 8	35	11	11	1,4	7,7	10	18	19
Gymn 2	18	9,9	9,7	1,2	6,9	9,5	15	15
Co								
Flickor								
Åk 5	36	0,16	0,14	1,6	0,06	0,15	0,39	0,41
Åk 8	41	0,22	0,19	1,7	0,09	0,18	0,48	0,56
Gymn 2	16	0,15	0,14	1,6	0,06	0,14	0,27	0,27
Pojkar								
Åk 5	20	0,10	0,09	1,3	0,06	0,09	0,15	0,17
Åk 8	35	0,15	0,14	1,5	0,08	0,13	0,29	0,36
Gymn 2	18	0,07	0,07	1,5	0,04	0,06	0,23	0,23
Ni								
Flickor								
Åk 5	36	0,69	0,68	1,2	0,40	0,69	0,89	0,94
Åk 8	41	0,77	0,76	1,2	0,60	0,76	0,91	1,4
Gymn 2	16	0,74	0,73	1,2	0,60	0,70	1,0	1,0
Pojkar								
Åk 5	20	0,62	0,60	1,3	0,38	0,64	0,89	0,90
Åk 8	35	0,67	0,67	1,2	0,52	0,66	0,89	0,90
Gymn 2	18	0,68	0,66	1,2	0,40	0,67	0,96	0,96

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Stockholm (Deltagande kommuner: Stockholm, Danderyd, Gotland, Nacka)**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Flickor								
Åk 5	36	0,12	0,11	1,6	0,04	0,12	0,21	0,22
Åk 8	41	0,15	0,13	1,5	0,07	0,14	0,26	0,35
Gymn 2	16	0,19	0,16	1,8	0,06	0,18	0,42	0,42
Pojkar								
Åk 5	20	0,09	0,08	1,4	0,05	0,08	0,15	0,15
Åk 8	35	0,13	0,12	1,5	0,07	0,12	0,26	0,48
Gymn 2	18	0,38	0,20	2,9	0,06	0,18	2,3	2,3
Hg								
Flickor								
Åk 5	36	0,97	0,81	1,9	0,17	0,91	2,0	2,2
Åk 8	41	1,1	0,89	2,0	0,30	0,90	2,1	5,3
Gymn 2	16	0,59	0,43	2,6	0,06	0,58	1,3	1,3
Pojkar								
Åk 5	20	1,1	0,81	2,1	0,30	0,74	2,8	3,0
Åk 8	35	1,4	0,83	2,4	0,19	0,74	4,4	14
Gymn 2	18	0,75	0,61	2,0	0,21	0,71	1,9	1,9
Pb								
Flickor								
Åk 5	36	9,3	8,0	1,7	3,9	7,9	20	26
Åk 8	41	7,1	6,4	1,5	3,2	6,0	14	23
Gymn 2	16	7,7	7,1	1,5	3,7	7,3	16	16
Pojkar								
Åk 5	20	8,4	8,0	1,4	4,9	8,0	15	16
Åk 8	35	8,3	7,6	1,5	4,2	7,2	17	20
Gymn 2	18	12	8,9	1,9	4,5	7,8	57	57
Al								
Flickor								
Åk 5	36	8,4	6,0	2,0	3,5	5,5	33	61
Åk 8	41	5,7	5,0	1,6	3,5	3,5	13	15
Gymn 2	16	4,6	4,3	1,4	3,5	3,5	10	10
Pojkar								
Åk 5	20	6,1	5,3	1,7	3,5	3,5	14	14
Åk 8	36	5,5	4,9	1,6	3,5	3,5	15	15
Gymn 2	18	6,7	5,6	1,8	3,5	4,3	21	21

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Umeå (Deltagande kommuner: Umeå, Boden, Lycksele, Piteå, Östersund)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	22	0,66	0,65	1,2	0,55	0,65	0,85	1,0
Åk 8	11	0,62	0,57	1,6	0,30	0,68	0,92	0,92
Gymn 2	57	0,46	0,41	1,6	0,20	0,37	0,83	1,1
Pojkar								
Åk 5	22	0,70	0,67	1,3	0,54	0,64	1,1	1,5
Åk 8	6	0,65	0,60	1,6	0,33	0,66	1,2	1,2
Gymn 2	12	0,43	0,41	1,4	0,25	0,36	0,73	0,73
Mn								
Flickor								
Åk 5	22	10	10	1,3	7,1	10	15	16
Åk 8	11	12	12	1,4	6,8	12	24	24
Gymn 2	57	11	10	1,4	6,7	9,6	18	26
Pojkar								
Åk 5	22	10	9,7	1,4	6,7	9,1	16	21
Åk 8	6	13	13	1,4	8,1	12	17	17
Gymn 2	12	12	11	1,6	6,2	9,4	26	26
Co								
Flickor								
Åk 5	22	0,15	0,13	1,7	0,06	0,13	0,35	0,35
Åk 8	11	0,15	0,13	1,8	0,07	0,12	0,36	0,36
Gymn 2	57	0,16	0,12	2,1	0,04	0,10	0,43	0,57
Pojkar								
Åk 5	22	0,13	0,11	1,8	0,06	0,09	0,36	0,38
Åk 8	6	0,20	0,15	2,3	0,05	0,17	0,43	0,43
Gymn 2	12	0,11	0,09	1,7	0,06	0,09	0,31	0,31
Ni								
Flickor								
Åk 5	22	0,67	0,62	1,4	0,48	0,58	0,71	2,5
Åk 8	11	0,53	0,52	1,2	0,32	0,56	0,67	0,67
Gymn 2	57	0,71	0,68	1,3	0,50	0,63	1,2	1,3
Pojkar								
Åk 5	22	0,60	0,57	1,3	0,44	0,56	0,70	1,6
Åk 8	6	0,72	0,66	1,5	0,51	0,57	1,5	1,5
Gymn 2	12	0,75	0,73	1,3	0,48	0,74	1,1	1,1

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Umeå (Deltagande kommuner: Umeå, Boden, Lycksele, Piteå, Östersund)**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Flickor								
Åk 5	22	0,09	0,08	1,6	0,04	0,07	0,16	0,17
Åk 8	11	0,11	0,10	1,6	0,06	0,09	0,20	0,20
Gymn 2	57	0,34	0,18	2,5	0,07	0,15	2,1	3,9
Pojkar								
Åk 5	22	0,10	0,08	1,9	0,04	0,08	0,17	0,39
Åk 8	6	0,12	0,12	1,3	0,07	0,13	0,15	0,15
Gymn 2	12	0,16	0,14	1,9	0,06	0,13	0,45	0,45
Hg								
Flickor								
Åk 5	22	0,70	0,63	1,6	0,30	0,63	1,0	1,4
Åk 8	11	0,78	0,61	2,3	0,11	0,73	1,3	1,3
Gymn 2	57	0,67	0,52	2,1	0,17	0,52	2,0	2,6
Pojkar								
Åk 5	22	0,95	0,55	3,1	0,08	0,60	2,9	4,9
Åk 8	6	0,71	0,62	1,7	0,36	0,55	1,6	1,6
Gymn 2	12	0,66	0,51	2,1	0,14	0,47	1,8	1,8
Pb								
Flickor								
Åk 5	22	7,6	7,0	1,5	3,9	7,0	12	18
Åk 8	11	6,7	6,2	1,5	3,4	7,6	11	11
Gymn 2	57	7,9	7,3	1,5	3,6	7,6	14	17
Pojkar								
Åk 5	22	7,7	7,1	1,5	4,3	6,8	14	16
Åk 8	6	11	9,2	1,9	4,4	8,9	26	26
Gymn 2	12	10	8,7	1,7	3,8	8,2	32	32
Al								
Flickor								
Åk 5	22	5,9	5,4	1,6	3,5	5,0	11	11
Åk 8	11	6,1	5,2	1,7	3,5	3,5	18	18
Gymn 2	57	7,6	6,6	1,7	3,5	7,3	16	19
Pojkar								
Åk 5	23	6,8	6,1	1,6	3,5	6,4	11	19
Åk 8	6,0	5,6	5,4	1,4	3,5	5,7	7,9	7,9
Gymn 2	12	5,2	4,8	1,5	3,5	3,5	12	12

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Uppsala (Deltagande kommuner; Uppsala, Falun, Sandviken, Tierp)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	8	0,49	0,49	1,1	0,40	0,50	0,59	0,59
Åk 8	13	0,65	0,64	1,2	0,52	0,62	0,97	0,97
Gymn 2	30	0,66	0,66	1,1	0,58	0,64	0,84	0,86
Pojkar								
Åk 5	10	0,58	0,58	1,2	0,45	0,56	0,79	0,79
Åk 8	14	0,72	0,70	1,2	0,56	0,68	0,97	0,97
Gymn 2	9	0,85	0,77	1,5	0,62	0,68	2,3	2,3
Mn								
Flickor								
Åk 5	8	11	11	1,2	8,2	11	16	16
Åk 8	13	12	11	1,4	6,9	11	18	18
Gymn 2	30	11	10	1,4	6,6	10	18	23
Pojkar								
Åk 5	10	9,4	9,3	1,1	6,9	9,6	11	11
Åk 8	14	12	12	1,4	6,3	11	29	29
Gymn 2	9	9,4	9,2	1,3	5,7	10	12	12
Co								
Flickor								
Åk 5	8	0,12	0,12	1,4	0,08	0,12	0,23	0,23
Åk 8	13	0,15	0,14	1,7	0,04	0,15	0,34	0,34
Gymn 2	30	0,13	0,11	1,7	0,05	0,10	0,29	0,33
Pojkar								
Åk 5	10	0,11	0,09	1,7	0,06	0,08	0,32	0,32
Åk 8	14	0,15	0,12	1,9	0,04	0,14	0,38	0,38
Gymn 2	9	0,08	0,07	1,6	0,04	0,07	0,14	0,14
Ni								
Flickor								
Åk 5	8	0,45	0,44	1,2	0,36	0,45	0,54	0,54
Åk 8	13	0,61	0,61	1,2	0,43	0,62	0,75	0,75
Gymn 2	30	0,58	0,57	1,1	0,48	0,58	0,72	0,81
Pojkar								
Åk 5	10	0,52	0,51	1,1	0,41	0,54	0,60	0,60
Åk 8	14	0,63	0,62	1,1	0,50	0,64	0,72	0,72
Gymn 2	9	0,59	0,58	1,2	0,49	0,58	0,89	0,89

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Uppsala (Deltagande kommuner; Uppsala, Falun, Sandviken, Tierp)**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Flickor								
Åk 5	8	0,08	0,08	1,4	0,04	0,09	0,10	0,10
Åk 8	13	0,11	0,10	1,8	0,04	0,08	0,32	0,32
Gymn 2	30	0,25	0,17	2,2	0,05	0,14	1,0	1,9
Pojkar								
Åk 5	10	0,09	0,08	1,7	0,04	0,08	0,17	0,17
Åk 8	14	0,11	0,11	1,4	0,06	0,10	0,20	0,20
Gymn 2	9	0,12	0,12	1,4	0,07	0,11	0,19	0,19
Hg								
Flickor								
Åk 5	8	0,85	0,72	2,1	0,14	0,93	1,4	1,4
Åk 8	13	0,79	0,65	1,9	0,29	0,53	1,8	1,8
Gymn 2	30	0,65	0,55	1,8	0,21	0,57	1,3	1,5
Pojkar								
Åk 5	10	1,0	0,93	1,6	0,51	0,85	2,6	2,6
Åk 8	14	0,42	0,31	2,5	0,06	0,37	1,1	1,1
Gymn 2	9	0,77	0,65	2,0	0,21	0,74	1,7	1,7
Pb								
Flickor								
Åk 5	8	9,0	7,7	1,7	3,6	7,4	25	25
Åk 8	13	9,2	8,5	1,5	4,6	8,3	18	18
Gymn 2	30	7,8	7,0	1,6	3,4	6,8	16	21
Pojkar								
Åk 5	10	9,2	8,7	1,4	5,5	8,3	16	16
Åk 8	14	18	9,9	2,4	4,4	7,8	139	139
Gymn 2	9	9,0	8,4	1,5	5,2	8,0	16	16
Al								
Flickor								
Åk 5	8	6,1	5,4	1,6	3,5	4,5	11	11
Åk 8	13	3,7	3,6	1,1	3,5	3,5	5,3	5,3
Gymn 2	30	4,3	4,1	1,3	3,5	3,5	8,0	8,1
Pojkar								
Åk 5	10	6,7	5,3	1,9	3,5	3,5	24	24
Åk 8	14	3,7	3,6	1,1	3,5	3,5	5,4	5,4
Gymn 2	9	6,1	5,3	1,7	3,5	3,5	12	12

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

Örebro (Deltagande kommuner: Eskilstuna, Hallstahammar, Hammarö, Karlskoga, Nyköping, Trosa, Västerås)

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cr								
Flickor								
Åk 5	20	0,62	0,61	1,1	0,50	0,60	0,74	0,75
Åk 8	25	0,68	0,66	1,3	0,47	0,65	0,93	1,2
Gymn 2	21	0,93	0,89	1,4	0,61	0,82	1,5	1,6
Pojkar								
Åk 5	28	0,66	0,65	1,1	0,55	0,64	0,80	1,0
Åk 8	18	0,69	0,68	1,2	0,53	0,63	0,99	0,99
Gymn 2	18	1,1	1,1	1,2	0,65	1,1	1,4	1,4
Mn								
Flickor								
Åk 5	20	11	11	1,3	6,4	12	15	15
Åk 8	25	14	13	1,3	9,2	13	21	23
Gymn 2	21	11	10	1,4	5,5	11	15	19
Pojkar								
Åk 5	28	10	9,9	1,4	5,1	11	19	19
Åk 8	18	11	11	1,4	6,5	12	16	16
Gymn 2	18	8,7	8,5	1,3	6,0	8,4	15	15
Co								
Flickor								
Åk 5	20	0,18	0,15	1,8	0,05	0,18	0,36	0,45
Åk 8	25	0,23	0,18	2,2	0,06	0,18	0,50	0,53
Gymn 2	21	0,16	0,13	1,8	0,06	0,13	0,28	0,63
Pojkar								
Åk 5	28	0,10	0,09	1,5	0,06	0,09	0,18	0,20
Åk 8	18	0,16	0,14	1,7	0,07	0,12	0,49	0,49
Gymn 2	18	0,09	0,09	1,4	0,06	0,08	0,19	0,19
Ni								
Flickor								
Åk 5	20	0,70	0,68	1,2	0,42	0,71	0,90	0,91
Åk 8	25	0,63	0,60	1,4	0,37	0,59	0,89	1,5
Gymn 2	21	0,58	0,53	1,5	0,31	0,46	0,94	1,3
Pojkar								
Åk 5	28	0,65	0,63	1,3	0,47	0,60	0,94	1,5
Åk 8	18	0,57	0,56	1,2	0,30	0,56	0,78	0,78
Gymn 2	18	0,44	0,43	1,3	0,30	0,40	0,72	0,72

Metallhalter i blod hos svenska barn och ungdomar i undersökningen Riksmaten ungdom 2016–17

*Bilaga 2. Fortsättning.***Örebro (Deltagande kommuner: Eskilstuna, Hallstahammar, Hammarö, Karlskoga, Nyköping, Trosa, Västerås)**

Element ($\mu\text{g/l}$)	N	AM	GM	GSD	5:e percentil	Median	95:e percentil	Max
Cd								
Flickor								
Åk 5	20	0,13	0,12	1,7	0,04	0,12	0,27	0,32
Åk 8	25	0,14	0,13	1,6	0,06	0,13	0,22	0,32
Gymn 2	21	0,18	0,14	1,9	0,06	0,13	0,48	0,52
Pojkar								
Åk 5	28	0,10	0,10	1,5	0,05	0,10	0,17	0,26
Åk 8	18	0,14	0,12	1,8	0,04	0,11	0,34	0,34
Gymn 2	18	0,13	0,12	1,4	0,07	0,12	0,21	0,21
Hg								
Flickor								
Åk 5	20	0,89	0,71	2,1	0,19	0,72	1,8	1,9
Åk 8	25	0,60	0,45	2,4	0,09	0,49	1,4	1,5
Gymn 2	21	1,0	0,78	2,1	0,32	0,67	3,0	3,5
Pojkar								
Åk 5	28	1,1	0,91	1,9	0,27	1,0	2,2	2,5
Åk 8	18	0,70	0,64	1,6	0,25	0,63	1,6	1,6
Gymn 2	18	2,1	1,6	1,9	0,48	1,6	8,9	8,9
Pb								
Flickor								
Åk 5	20	7,9	6,8	1,7	2,5	7,1	18	20
Åk 8	25	7,0	6,3	1,6	2,7	6,0	13	16
Gymn 2	21	6,7	6,3	1,4	3,2	6,2	11	12
Pojkar								
Åk 5	28	8,5	7,9	1,5	3,7	8,1	14	18
Åk 8	18	11	9,5	1,6	4,6	8,1	24	24
Gymn 2	18	7,7	7,1	1,5	3,1	7,6	15	15
Al								
Flickor								
Åk 5	21	4,3	4,1	1,3	3,5	3,5	6,7	7,8
Åk 8	25	4,1	4,0	1,3	3,5	3,5	6,1	7,9
Gymn 2	21	4,9	4,6	1,4	3,5	3,5	8,1	10
Pojkar								
Åk 5	28	5,1	4,8	1,4	3,5	5,2	7,5	8,8
Åk 8	18	4,8	4,4	1,5	3,5	3,5	13	13
Gymn 2	18	6,0	5,5	1,5	3,5	5,5	11	11