

GIS i epidemiologins tjänst

Barns blyexponering

Ordet epidemiologi har blivit lite av ett modeord under rådande pandemi men då detta för tillfället används lite väl frikostigt kan en kortare förklaring av området kanske ändå vara på sin plats. Epidemiologi är ett område inom medicin där man undersöker förekomsten av olika hälsotillstånd i en population (grupp individer) och studerar om det finns samband mellan en viss typ av exponering (till exempel smitta, livsstil-, miljö- eller yrkesfaktorer) och ett hälsoutfall. Ett klassiskt exempel på detta är exponeringen för tobaksrök och risken för att drabbas av lungcancer. Den kunskap man inhämtar om sambanden mellan exponeringen och hälsoutfallet används främst för att förebygga sjukdomar genom insatser och preventiva åtgärder för att minska exponering.

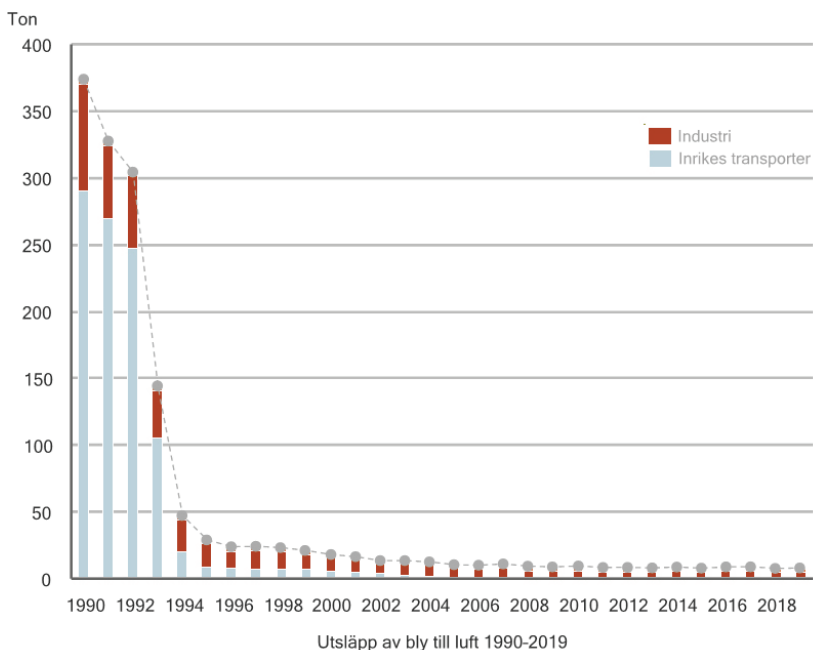
Epidemiologiska studier kräver ofta att man studerar en förhållandevis stor grupp av individer, ibland även under en längre tid – vilket oftast är mycket kostsamt. Sverige har däremot en unik förutsättning för epidemiologisk forskning då vi 1947 införde personnummer för hela Sveriges befolkning. Genom personnumren har vi möjlighet att relativt enkelt koppla enskilda individer till individdata från olika register (sjukvårdsregister, biobanker, folkbokföringsregister och så vidare).

Ett annat stort framsteg för epidemiologisk forskning är utvecklingen av GIS (geografiska informationssystem) vilket

möjliggör datoriserade analyser av rumsliga, temporala och dynamiska samband för stora grupper av individer. Exempelvis exponering och hälsoutfall av luftföroreningar, buller, värme eller geografiska källor för smittspridning för städer, kommuner, länder, kontinenter och så vidare. GIS möjligheter att visualisera och analysera geografiska samband är ovärderligt för epidemiologisk forskning och i jakten på exponeringskällor. Ett exempel på styrkan med GIS i epidemiologiska studier är våra longitudinella studier av bly i blodet hos barn i närheten av ett batterismältverk.

Exponeringen för bly hos den svenska befolkningen har gått ned drastiskt sedan 1994 då bly i bensin förbjöds (se figur 1).

Sedan dess har halter av bly i blodet hos allmänbefolkningen i Sverige stadigt sjunkit och medianhalten av bly i blodet är i dagsläget 10–15 $\mu\text{g/l}$ för barn och något högre för vuxna (icke yrkesexponerade). I länder där bly i bensin fortfarande används är det däremot inte ovanligt att befolkningen hamnar på blodblyhalter i nivå med vad som var gängse hos oss på 70- och 80-talet (Strömberg 2008, WHO 2010). Idag sker blyexponering framför allt genom intag av födoämnen med höga halter av bly. Exempelvis svamp, vin, viltkött från djur som skjutits med blyhagel, men då halterna av bly i luften har sjunkit har även markföroreningarna av detta minskat drastiskt och de allra flesta födo-



Figur 1: Utsläpp av bly till luft uppdelat på emissionskällorna fordonstrafik och industri mellan 1978–2019. Källa: Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Bly-till-luft/>

ämnen innehåller därför låga halter av bly. I dagsläget kommer de i särklass största bidraget av bly till omgivningsluften från industriell verksamhet vilket gör att exponeringen för bly kan skilja sig mycket åt beroende på var dessa emissionskällor finns lokaliserade.

Arbets- och miljömedicinska avdelningen vid Lunds universitet har sedan 1978 haft i uppdrag av Naturvårdsverkets att studera koncentrationen av bly i blodet hos barnen i Landskrona. Anledningen till detta är att det finns ett stort smältverk för batterier i staden och man på nationell nivå var orolig för om denna verksamhet riskerade att öka halterna av bly hos de barn som bodde i närheten av verksamheten. Denna oro är befogad då foster och

små barn är särskilt känsliga för blyexponering och det är främst hjärnan som är under utveckling som är det känsliga organet. Sänkt IQ har iakttagits redan vid en blodblyhalt på 12 $\mu\text{g/l}$ (Skerfving 2015, Lanphear 2005, Lucchini 2012). Det är dock viktigt att ta i beaktande att effekterna har setts i stora studier på populationsnivå och det är svårt att uttala sig om effekter på individnivå eftersom många andra faktorer spelar in för hur intelligent man blir. Bly lagras även upp i skelettet och passerar över till fostret via moderkakan. Under graviditet sker en ökad omsättning av skelettet och fostret kan då exponeras för betydande halter, trots att mammans exponering sedan länge kan ha upphört, eftersom den interna belastningen hos mam-

man fortsätter via skelettpoolen. I blod är bly till 99 % bundet till hemoglobinet i de röda blodkropparna och har en halveringstid på någon månad, medan halveringstiden från skelettpoolen kan vara i flera decennier (Nordberg 2015). Det är därför av vikt att hålla nere barns exponering för bly, både av omsorg om dem själva men även för kommande generationer.

För att studera om barnen i Landskrona hade en ökad exponering på grund av närheten till smältverket har man sedan 1978 vartannat år genomfört frivilliga blodprovtagningar på barn i låg- och mellanstadieåldern. För att kunna relatera resultaten från dessa till en oexponerad grupp av barn (en så kallad "referensgrupp") har man även provtagit barn i motsvarande ålder i Trelleborgs kommun under samma tidsperiod. De tidiga epidemiologiska studierna visar att barnen i Landskrona har en signifikant (det vill säga en statistiskt säkerställd) förhöjd blyexponering. Detta i sig tyder på att emissionerna från smältverket har en inverkan på barnens halter av bly i blodet men det skulle även kunna bero på att barnen i Landskrona råkar bo närmare större och mer trafikerade vägar, vilket under 70- och 80-talet var den största källan till blyexponering. För att undersöka om så var fallet genomfördes en GIS-baserad studie av hur barnen bodde i förhållande till blysmältverket samt större vägar (Stroh 2007).

För att data skulle kunna analyseras i ett GIS krävdes koordinatsättning av data. Av de 3713 barn som provtagits mellan 1978–2007 i de båda städerna koordinatsattes 3571 utifrån deras bostadsadress. För barn provtagna mellan 1983–2007 gick detta att göra genom att länka samman deras per-

sonnummer med koordinaten för den fastighet som fanns angiven i folkbokföringsregistret. För barn provtagna mellan 1978 och 1982 var detta däremot inte möjligt eftersom det saknades information och fastighetskoordinater för tiden innan 1983. Istället påbörjades ett detektivarbete med att finna barnens gamla bostadsadresser via gamla skolkataloger och därefter koordinatsätta dessa utifrån adressregister från Lantmäteriet. För 142 barn saknades det möjligheter att koordinatsätta deras bostadsadresser pga. brist på data och dessa exkluderas från studien. Även barnens skolor samt smältverket i Landskrona koordinatsattes och vägnätet för de båda kommunerna under perioden inhämtades från Trafikverket.

För att få fram avståndet mellan barnen och potentiella källor till blyexponering beräknades därefter det euklidiska avståndet, i dagligt tal kallat "fågelvägen", mellan barnens bostadsadress och närmaste större väg. För barnen i Landskrona beräknades även avståndet mellan hemmet och smältverket samt mellan barnets skola och smältverket. Då barnen under vardagarna, och därmed de timmar då emissionerna riskerar att vara som högst, inte finner sig på sin bostadsadress utan på sin skola, vilken i sin tur kan ligga närmare eller längre ifrån potentiella emissionskällor skapades ett tidsviktat avståndsantagande för varje barn i Landskrona där vi utgick från antagandet att barnen spenderar omkring 20 % av sin tid (4 timmar/dag; måndag–fredag) i skolan och de resterande 80 % på sin bostadsadress. Därefter grupperades barnen in i tre tidskategorier baserat på den allmänna blyexponeringen för tidsperioden:

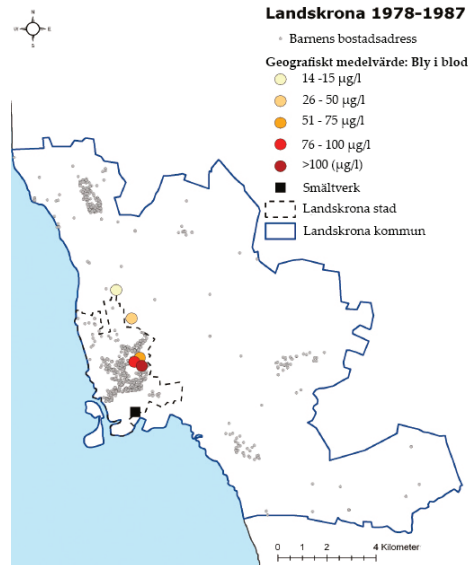
- 1978–1987: höga halter av bly i bensin
- 1988–1994: utfasningen av bly i bensin påbörjas
- 1995–2007: bly i bensin förekommer inte

En jämförelse mellan de olika grupperingarna visar tydligt på vilken stor effekt förbudet mot bly i bensin hade för barnens halter av bly i blodet. Mellan tidsperioden 1978 till 2007 sjönk det geometriska medelvärdet av bly i blodet hos de provtagna barnen från $49,7 \mu\text{g/l}$ för barnen i Landskrona och $46,5 \mu\text{g/l}$ för barnen i Trelleborg under den första tidsperioden till $18,4 \mu\text{g/l}$ respektive $18,2 \mu\text{g/l}$ under den sista (1995–2007).

Det gick däremot inte att finna någon tydlig effekt av närhet till väg och förhöjda blyhalter för någon av tidsperioderna eller för de olika städerna. Emellertid så fanns det mellan 1978 och 1987 både i Landskrona och Trelleborg en tydlig skillnad mellan blyhalten i blodet hos barn som bodde i staden jämfört med den omgivande landsbygden. Stadsbarnen hade i snitt $3 \mu\text{g/l}$ högre blyhalter i blodet än barnen på landsbygden ($49,5 \mu\text{g/l}$ jämfört med $46,1 \mu\text{g/l}$), vilket talar för inverkan från trafikexponering.

Analysen av effekterna från smältverket i Landskrona var tydliga och visade på att barn som bodde nära smältverket hade högre halter av bly i blodet än barn som bodde längre ifrån. Detta var framförallt tydligt under åren 1978–1987 men fanns även kvar under de senare perioderna (1988–1994 och 1995–2007). Resultaten blev även densamma om man använde sig av det tidsviktade avståndsantagandet.

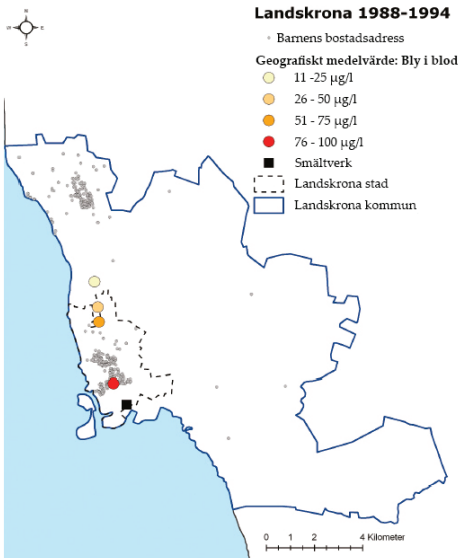
Då smältverket i Landskrona är placerat



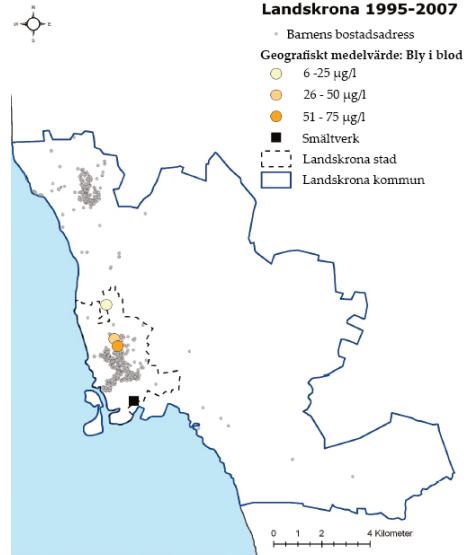
Figur 2: Lokaliseringen av de deltagande barnens bostadsadress i Landskrona samt det geografiska medelvärdet för grupperade blyhalter i blodet 1978–1987. Bild modifierad från: Stroh 2009.

i den sydligaste delen av staden och samtliga barn bor norr om detta var det möjligt att gruppera barnen utifrån deras halter av bly i blodet ($0-25 \mu\text{g/l}$, $26-50 \mu\text{g/l}$, $51-75 \mu\text{g/l}$, $76-100 \mu\text{g/l}$ and $>100 \mu\text{g/l}$) och därefter beräkna ett geografiskt medelvärde för respektive grupp. Ett tydligt geografiskt mönster blir då påtagligt där grupperingarna linjerar upp sig med den högsta gruppen närmast smältverket för att därefter succesivt minska med ökat avstånd från detta (figur 2–4).

Det är anmärkningsvärt att även om halterna av bly i blodet hos barnen drastiskt minskar mellan åren så kvarstår det geografiska mönstret. Detta visar att även om utsläppen från industrin minskat, främst pga. ökad krav på rening och minskade utsläpp, så inverkar dessa ändå på barnens



Figur3: Lokaliseringen av de deltagande barnens bostadsadress i Landskrona samt det geografiska medelvärdet för grupperade blyhalter i blodet 1988–1994. Bild modifierad från: Stroh 2009.



Figur4: Lokaliseringen av de deltagande barnens bostadsadress i Landskrona samt det geografiska medelvärdet för grupperade blyhalter i blodet 1995–2007. Bild modifierad från: Stroh 2009.

blodblyhalter. Detta är alarmerande då det signalerar att de barn och vuxna som bor eller arbetar i närheten av smältverket fortfarande riskerar få förhöjda halter av bly i kroppen. Om detta har att göra med de fortsatta utsläppen eller beror på gamla synder i form av kontaminerad mark pga. nedfall i smältverkets närhet kan inte denna studie besvara. Det är dock viktigt att poängtera att även om de barn som idag bor i närheten av smältverket riskerar att ha förhöjda halter av bly i blodet så är dessa halter långt mycket lägre än de halter vi som växte upp innan 1995 exponerades för i vår allmänna omgivningsmiljö. Det belyser också vikten och effektiviteten av hur nationella regleringar och lagar kan inverka positivt på vår hälsa och vår miljö.

Referenser:

- Strömberg Ulf; Lundh Thomas & Skerfving Staffan (2008) *Yearly measurements of blood lead in Swedish children since 1978: The declining trend continues in the petrol-lead-free period 1995–2007*. Environmental research 107: 332–335
- WHO (2010) *Preventing disease through healthy environments: Exposure to lead – A major health concern*. Geneva.
- Skerfving Staffan; Löfmark Lina; Lundh Thomas; Mikoczy Zoli & Strömberg Ulf (2015) *Late effects of low blood lead concentrations in children on school performance and cognitive functions*, Neurotoxicology 49: p. 114–120.

- Lanphear Bruce P; Hornung Richard; Khoury Jane; Yolton Kimberly; Baghurst Peter; Bellinger David C.; Canfield Richard L.; Dietrich Kim N.; Bornschein Robert; Greene Tom; Rothenberg Stephen J.; Needleman Herbert L.; Schnaas Lourdes; Wasserman Gail; Graziano Joseph & Robert Russell (2005) *Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis*, *Environmental Health Perspectives*, 113 (7):894–899.
- Lucchini Roberto G; Zoni Silvia; Guazzetti Stefano; Bontempi Elza; Micheletti Serena; Broberg Palmgren Karin; Parrinello Giovanni & Smith Donald R. (2012) *Inverse association of intellectual function with very low blood lead but not with manganese exposure in Italian adolescents*, *Environmental Research*, 118:65–71.
- Nordberg Gunnar F (2015) *Handbook on the toxicology of metals; 4 th edition*. Vol. 2.
- Stroh Emilie; Lundh Thomas; Oudin Anna; Skerfving Staffan & Strömberg Ulf (2009) *Geographical patterns in blood lead in relation to industrial emissions and traffic in Swedish children, 1978–2007*, *BMC Public Health* 9:225.

*Emilie Stroh, Forskare,
Avdelningen för Arbets- och miljömedicin, Lunds Universitet*