

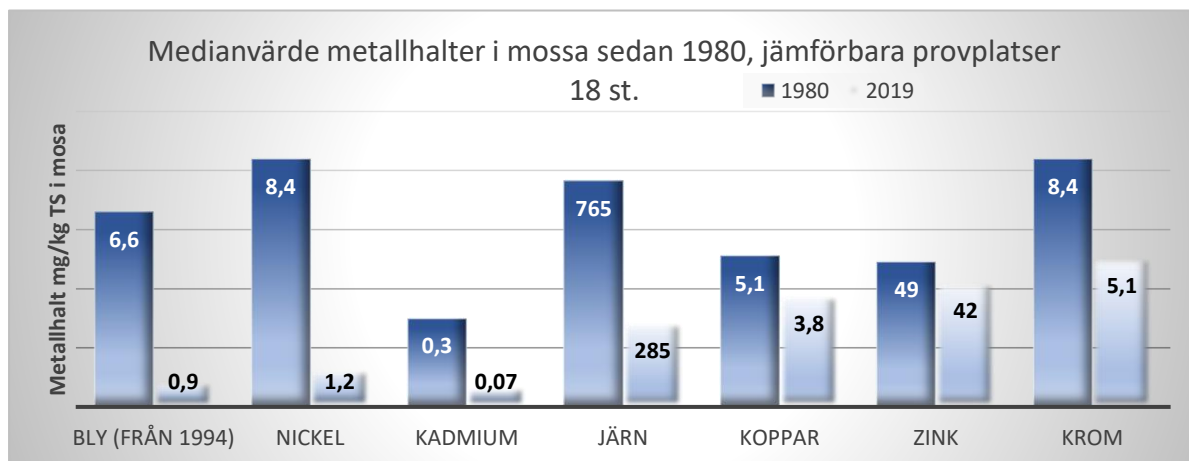
## Har Hagforsluftens innehåll av metaller minskat?

### Sammanfattning

Luftburna föroreningar går att spåra vid analys av mossor eftersom mossor saknar rötter och fångar in det mesta av sin näring via regndroppar. För att få en bild av hur luftburna utsläpp och nedfall av metaller ser ut över ett landområde så har mossanalys använts sedan metoden togs fram på 1960-talet. Kring Hagfors tätort har mossanalys utförts åren 1980, 1994, 2010 samt 2019. Syftet är att kontrollera det lokala metallnedfallet och få en bild av metallernas spridningsmönster.

Undersökningen utförs i samverkan mellan Hagfors kommun och Uddeholms AB.

Mossan samlades in på 23 platser kring Hagfors, varav 18 är på platser där prover kunnat tas alla år. Vid två av de tidigare analyspunkter i centrala tätorten växte inte längre någon mossa och nya platser har därför valts på samma avstånd och i samma riktning relativt stålverket som de tidigare. Två mätplatser är nya. 2019 togs även ett referensprov långt från bebyggelse och vägar för att få ett "noll-värde". Kadmium, krom, koppar, järn, nickel, bly och zink analyserades. Bly analyserades inte år 1980.



Nedfallet av alla analyserade metaller har minskat sedan 1980. Kadmium och bly är de metaller som minskat mest. Så har skett i hela Sverige och beror på att dessa farliga metaller succesivt fasas ut – kadmiumfri plast och blyfri bensin är några exempel. Även för de metaller som har sitt ursprung i metallurgisk industri: järn, zink, krom och nickel ser vi ett minskat nedfall. Krom minskade mellan 1980 och 1994 men har sedan ökat igen, något man sett även i Sandviken.

Redan efter några km från stålverket är halterna av nickel och zink nere i bakgrunds nivåerna för Värmland, medan de lättare metallerna krom och järn sprids längre.

Alla metaller kommer inte från industriverksamhet. Närheten till en trafikerad väg gav högre halter av koppar i mossan. Zink kommer även från fjärrvärmeverket. Vi fann även något förhöjda halter av bly i närheten till skjutbanan i Vågbacken, en liten förhöjning som även mätts upp på den platsen vid tidigare undersökningar.

Genom att koppla metallhalterna i mossa till de i luft har vi räknat fram förändringen i nedfallet över Värmullens sjöyta. Metallhalternas minskning har bekräftats i abborre och gädda – fiskens innehåll av metaller har minskat. Även metallhalterna i Värmullens sediment har minskat.

Den här undersökningen är en del i Värmullenprojektet, ett samverkansprojekt mellan Hagfors kommun, Uddeholms AB, Klarälvens vattenråd och Fortum Sverige. Projektet syftar till att ta fram en åtgärdsplan för Värmullen, så att sjön ska vara i god balans i framtiden. Projektet har stöd genom LOVA bidrag från staten. Den här del-rapporten har sammanställts av Anna Sjörs, Hagfors kommun och Ulf Zetterman, Uddeholms AB.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

Bly .....	8
Blyhalten i vår närmiljö har kraftigt minskat. Detta gäller i hela Sverige så väl som i Hagfors. Inga lokala utsläppskällor kan identifieras. ....	
Järn.....	12
Järn finns i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På en dryg mils avstånd från stålverket är halterna ungefär lika det Värmländska bakgrundsvärdet för järn. ....	
Kadmium.....	16
Kadmium finns inte i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast väg ligger högre än omgivningen. Alla mätpunkter har halter som ligger lägre än medelvärdet för Värmland. ....	
Koppar.....	20
Kopparhalter i luft är vanligen högre i tätort. I Hagfors närhet är halten av koppar lägre än runt Karlstad. Den största källan till kopparemissioner till luft verkar vara trafik. ....	
Krom.....	24
Krom finns i liten mängd, 2 %, i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På 2-6 km avstånd från stålverket är halterna ungefär 10 ggr högre än det värmländska bakgrundsvärdet för krom. Först på ett avstånd av c:a 15 km har kromhalterna kommit ner i bakgrundshalten. ....	
Nickel .....	28
Nickel finns i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På 2-3 km avstånd från stålverket är halterna ungefär 3-4 ggr högre än bakgrundsvärdet för nickel. Den mätbara effekten av nedfallet kvarstår c:a 15 km från Hagfors stad.....	
Zink.....	32
Zink finns i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På 2 km avstånd från stålverket är halterna ungefär lika det Värmländska bakgrundsvärdet för zink. ....	
Spridningssträckor .....	36
En liten förhöjd halt i Hagfors närhet påverkar inte omgivningen särskilt långt från staden. Det gäller för kadmium, bly och koppar. Zink har – något förvånande ett liknande spridningsmönster mindre än 5 km från Hagfors stad är halterna nere i bakgrundsnivåer. Avmattningskurvorna för järn, krom och nickel avviker – nickelukrivan når bakgrundshalter 5 km från centrum. Krom och järn verkar påverka ett område upp till 10-15 km från Hagfors stad.....	
Haltförändringen under 40 år.....	37
Jämförelse med andra undersökningar .....	37
Vårt förslag är att de kommuner som gör undersökningar i <b>närområdet</b> år 2025 tillämnar en liknande redovisning av sitt resultat och delar in medelvärdesberäkningarna i lämpliga zoner från centrum. Jämför man <b>bakgrundsvärden</b> i Hagfors kommun med bakgrundsvärden i andra stål-kommuner i vår region är metallhalterna lägre eller lika i vår omgivning för alla metallhalter. Vår region räknar in hela Mellansverige i den nationella mossundersökningen. Det är ett bra bevis på att stoftreningen på Hagfors stålverk fungerar bra.....	

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Bakgrund

Metoden att använda mossa som en indikator på nedfall av metaller började på slutet av 1960-talet. Mossa tar upp metaller nästan uteslutande från luft och nederbörd, men inte från det underlag de växer på. De täta mattor som väggmossa och husmossa bildar är effektiva fällor för metaller i luftburna partiklar och i nederbörd. Mossans metallinnehåll är därmed bra indikator på hur luftkvaliteten har ändrats.

I Sverige har rikstäckande undersökningar av mossa gjorts vart femte år sedan 1970. Den senaste undersökningen gjordes 2015. Syftet är då inte att fånga in lokala förändringar, utan arbetet sker i enlighet med EUs konvention om långväga gränsöverskridande luftföroreningar.

Mosstudien kring Hagfors tätort syftar till att se lokal påverkan från stålverket och staden. Studien har tidigare genomförts år 1980, 1994 och 2010. Arbetet är ett samarbete mellan Hagfors kommun och Uddeholms AB. Mosstudier år 2015 i Luleå (SSAB), Sandviken (Sandvik AB) och Karlstad är tre undersökningar som liknar Hagforsundersökningen, då mossa plockats tätortsnära med syftet att se lokala spridningsmönster. Resultat från dessa undersökningar ger viss information om tätortsnära halter, till skillnad av de nationella undersökningarna som syftar till att se långväga nedfall på regional nivå.

### Metodbeskrivning

För att få jämförbara resultat med tidigare undersökningar och med de nationella mossanalyserna används samma metodik som används internationellt idag för luftövervakning. Den mossart som analyserades tidigare, 1980, 1994 samt år 2010 var väggmossa. År 2019 analyserades husmossa, vilket är den vanligaste mossan som används till luftanalys i Sverige idag. Resultaten är jämförbara. 1997 ändrades analysmetoden för metaller i organiskt material men skillnaden är inte så stora att det ger genomslag på något avgörande sätt.

Provhantering, bearbetning och kemisk analys har följt den internationella manualen för mossundersökningar inom Luftkonventionen (CLRTAP) vilken uteslutande provtar mossor i bakgrundsmiljö. Då provtagningen som gjorts i Hagfors har inriktats mot att kartlägga metallbelastningen i urban miljö tar man mossa även närmare väg och hus.

Provtagningen skedde mellan den 9:e och 16:e september 2019 av personal från miljöavdelningen vid Uddeholms AB och Hagfors kommun samt ideella från Klarälvens vattenråd. Mossa från samma mätpunkter som användes redan 1980 har provtagits där det varit möjligt. Av de 22 mätpunkterna är det 18 som är på exakt samma plats som år 1980. Två mätpunkter är lite ändrade till lämpligare ställen strax i närheten. Två mätpunkter är helt nya. Ett referensprov insamlades på 300 meters höjd, norr om Ekshärad.

Analysuppdraget genomfördes utifrån Naturvårdsverkets riktlinjer enl. offert från IVL. De metaller som analyserats i mossan kring Hagfors är *kadmium, krom, koppar, järn, nickel, bly* och *zink*. Samma metaller analyserades såväl 2010, 1994 som 1980, med undantag av bly som inte fanns med i undersökningen 1980. I de nationella undersökningarna av metaller i luft analyseras även *arsenik, kvicksilver* och *vanadin*.

*Regler: I första hand insamlas husmossa, i andra hand väggmossa. Provet skall bestå av antingen enbart husmossa eller enbart väggmossa. Mossan är ett samlingsprov på cirka två liter, bestående av fem till tio punkter inom mätpunkten. Finns inte fem provpunkter inom ytan får provet tas från färre punkter, dock minst tre. Plasthandskar skall användas vid provtagning; rökning eller snusning är inte tillåten under provinsamlingen eller vid annan hantering av mossproverna. Provet märks upp med id, mossart, antal delprover, provtagningsdatum och koordinater. Proverna förvaras svalt. Proverna rensats så att de två till tre senaste årens tillväxt tas tillvara för analys. Proverna frystes därefter ner och sändes till ackrediterat lab.*

*Analysmetod: Efter bestämning av mossans torrhalt sker en uppslutning av mossprovet med hjälp av salpetersyra och väteperoxid i slutna teflonkärl i mikrovågsugn. Då bryts cellväggar ner och metallen går i lösning. Analysen sker sedan med ICPMS-metoden: Mosslösningen sprutas in i en plasma med mycket hög temperatur. Då avger metallerna ljus av specifika våglängder, karakteristisk för varje metall. Våglängden räknas om till en haltbestämning. Vid analysen jämförs mossprovet med en referensmossa med känt metallinnehåll.*



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Metallspridning i luft och nederbörd

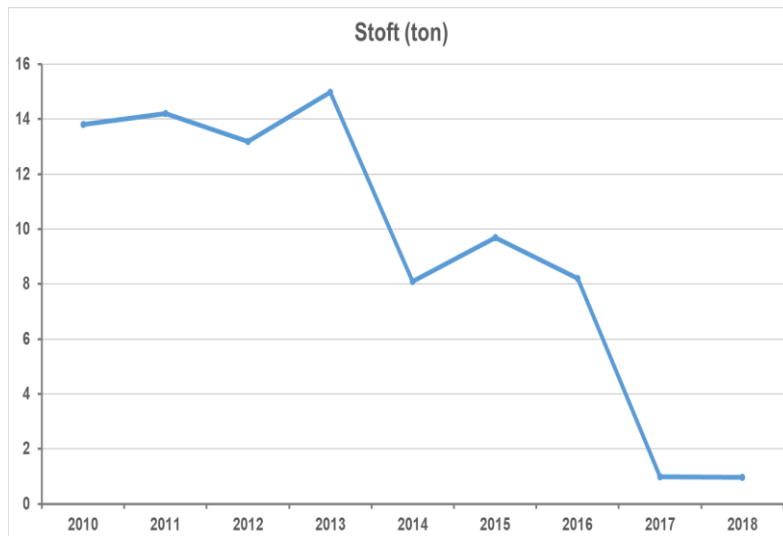
Metaller finns i stoftpartiklar i luften. Stoftet kan komma från förbränning, metallbearbetning och partiklar som finns på vägar, fordon mm. I Hagfors är stålverket den största källan till förekomsten av järn, krom, nickel och zink i luft. Koppar, bly och kadmium kommer huvudsakligen från långväga luftburna luftföroreningar, även om de späds på från lokala källor som trafiken.

Vindförhållanden har stor inverkan på spridningen av stoft. Då Hagfors ligger i Uvåns dalgång mellan berg i öster och väster följer vinden dalgången och blir NV eller SO. Vindriktningar som medför nederbörd påverkar nedfallet mer än andra vindar. För de metaller som kommer från stålverket syns tydligt att den vanligaste vindriktningen med nederbörd kommer från sydväst.

Hagfors energi och Uddeholms AB har miljökrav som begränsar utsläppen. Varje år sker kontroller av oberoende ackrediterad besiktare i enlighet med kontrollprogram godkänt av tillsynsmyndigheten.

I Uddeholms verksamhet finns totalt 20 filter med utlopp till omkringliggande miljö. Av dem är två filter kopplade till stålmältningen i stålverket där de avgjort största luftutsläppen tidigare skett. Stoft från andra delar av verksamheten återcirkuleras i ljusbågsugnen för att upparbeta zinkhalten vilket möjliggör återvinning. Uddeholms AB har lagt ner mycket arbete på att minska stoftutsläppen. Ett nytt filter vid stålverket togs i drift efter semestern 2016. Stoftutsläppen från verksamheten har minskat från 15 ton årligen till totalt 400 kg år 2017.- Projektet var den största miljö- och arbetsmiljöinvesteringen i Uddeholms historia.

Samtliga större reningsanläggningar för utsläpp av stoft övervakas med stoftmätare. Medelhalterna från dessa mätningar under ca 10 år visar på en trend med minskad stofthalt. Från det nya stoffiltret vid stålverket har halten minskat ner till 0,10 mg/Nkbm, ett väldigt bra resultat. Totalt släpptes det ut 0,0041 kg stoft/ton stål för hela stålverket år 2018. Inga diffusa utsläpp sker nu därifrån.

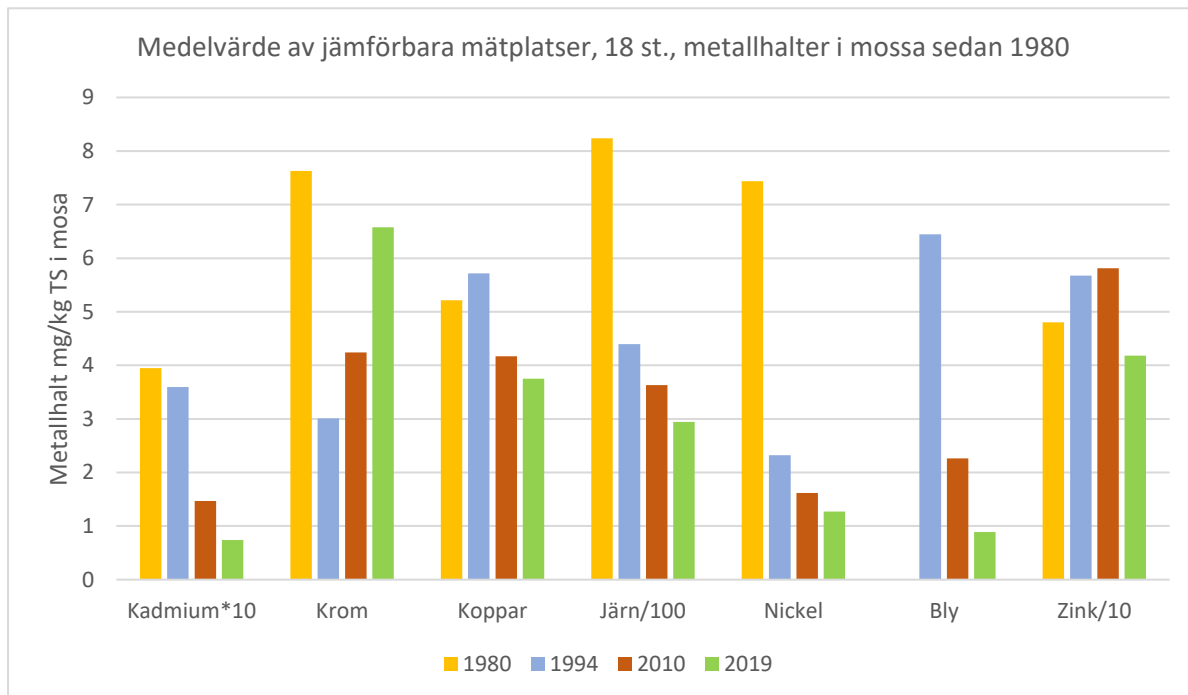


Hur stort det totala utsläppet av stoft från verksamheten varit tidigare går inte med säkerhet att beräkna. En del av de diffusa utsläpp som tidigare tog sig ut genom öppningar, fönster och takfläktar i Stålverket är medräknade i kurvan före 2017, som ett generellt tillägg. Troligtvis har detta varit för lågt. Stoftutsläpp som härrör från diffus damning är inte inräknade i statistiken för stoftutsläpp.

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Resultat

Tendensen på längre sikt är att utsläppen för de flesta metallerna minskar. Jämför man medianvärden från 2019 med medianvärden från tidigare undersökningar för provpunkter på samma ställen minskar alla metallhalter från 1980. Ser man på medelvärden – vilket är det vanligaste måttet vid jämförelser - får man ett något annorlunda resultat. Detta beror på att halterna är många gånger högre i de mest tätortsnära mätpunkterna, vilket i vissa fall kraftigt höjer medelvärdet. Krom avviker med ett stigande medelvärde från 1994. Detta kan bero på andra faktorer som mossans upptag av krom, och inte spegla ett verkligt förhållande.



### Felkällor

En stor del av de luftburna metallerna i luft fångas upp av trädkronor vilket påverkar metallhalten i mossa. Vid en del tätortsnära provpunkter var det svårt att hitta mossa som uppfyllde kraven på att plasten ska vara öppen mot himlen. Då kan de metaller som fastnat i träden göra att metallhalten blir högre än om mossa hade växt mer fritt. Hur lång tid metaller i träd och bark kan sitta kvar är okänt, så man bör nog räkna med att de analyser som görs i den miljön även fångar in metaller som härstammar från tidigare utsläpp.

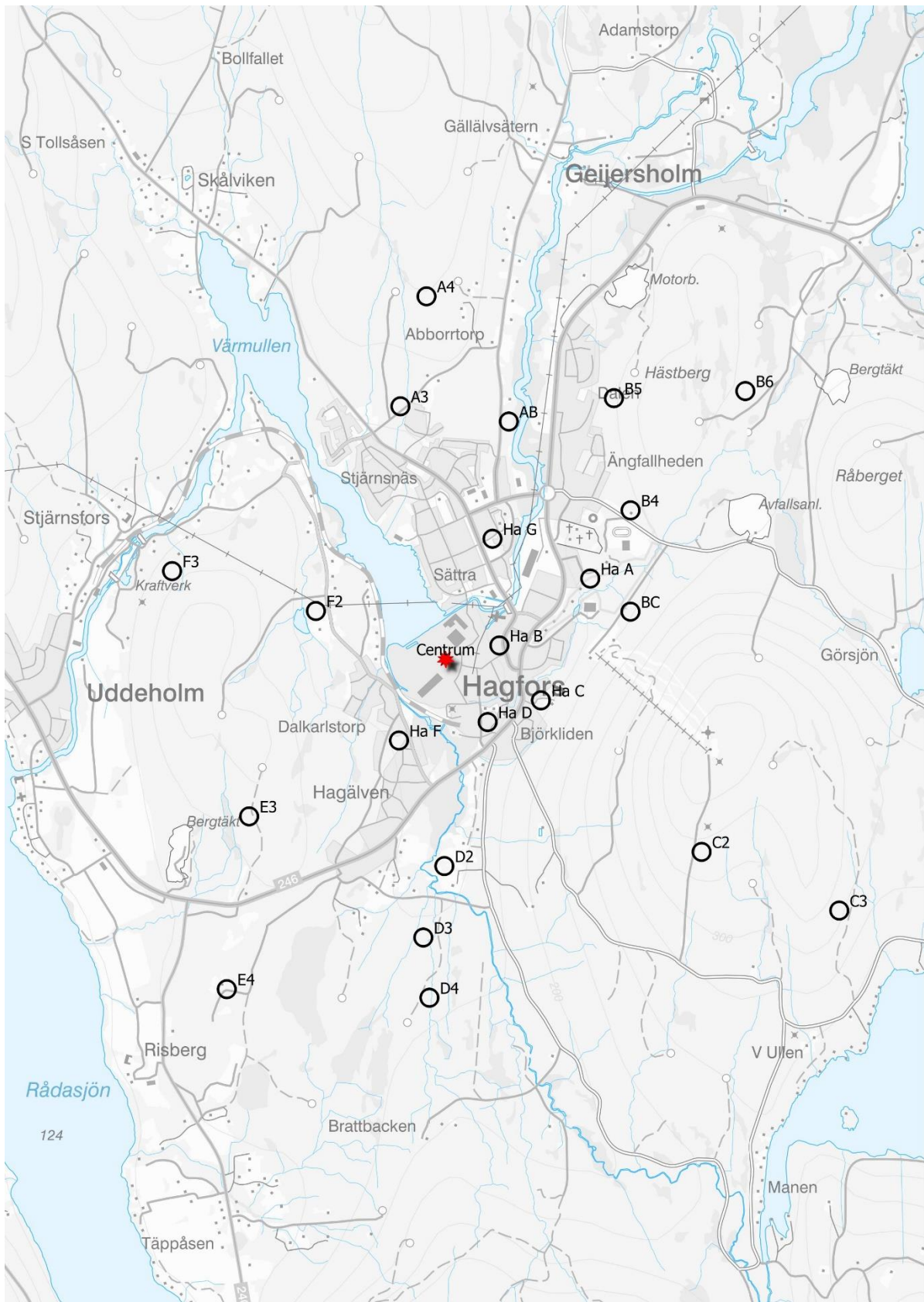
### Läsanvisning:

Först redovisas en allmän information om metallen. Därefter redovisas tidsserier för analyserna gjorda i Hagfors tätort. Listan med haltresultat och medelvärden för de olika åren redovisas. För att ev. finna om en metallemission sker från en speciell utsläppspunkt har vi tagit fram spridningskartor och letat samband mellan metallhalt och avstånd till Hagfors stålverk alternativt fjärrvärmeverket eller större väg.



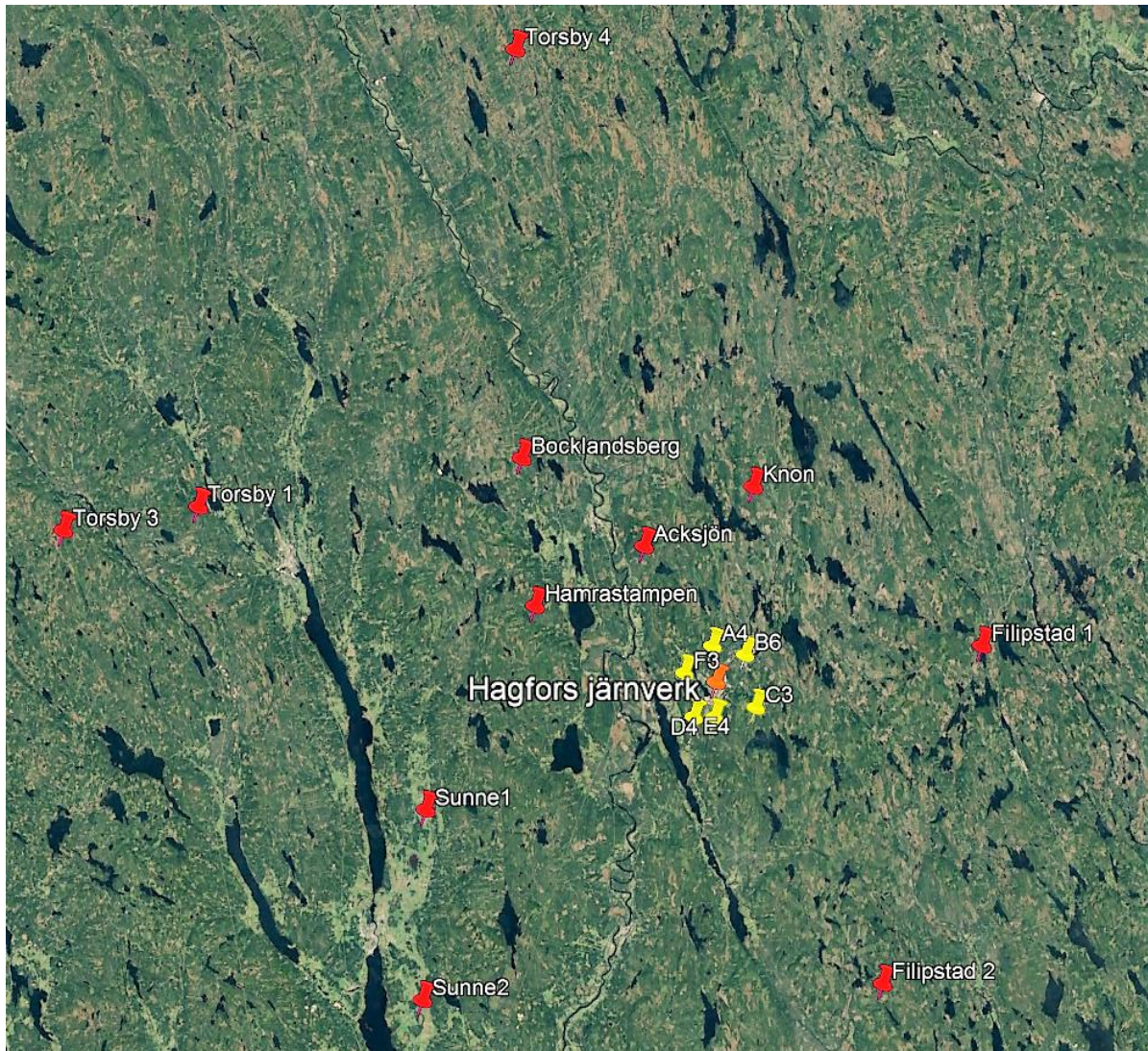
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Karta över provtagningspunkter



Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

Nationella mätpunkter runt Hagfors



Större skala där även mätpunkter i Hagfors närhet som analyseras i det nationella provtagningsprogrammet finns med.

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

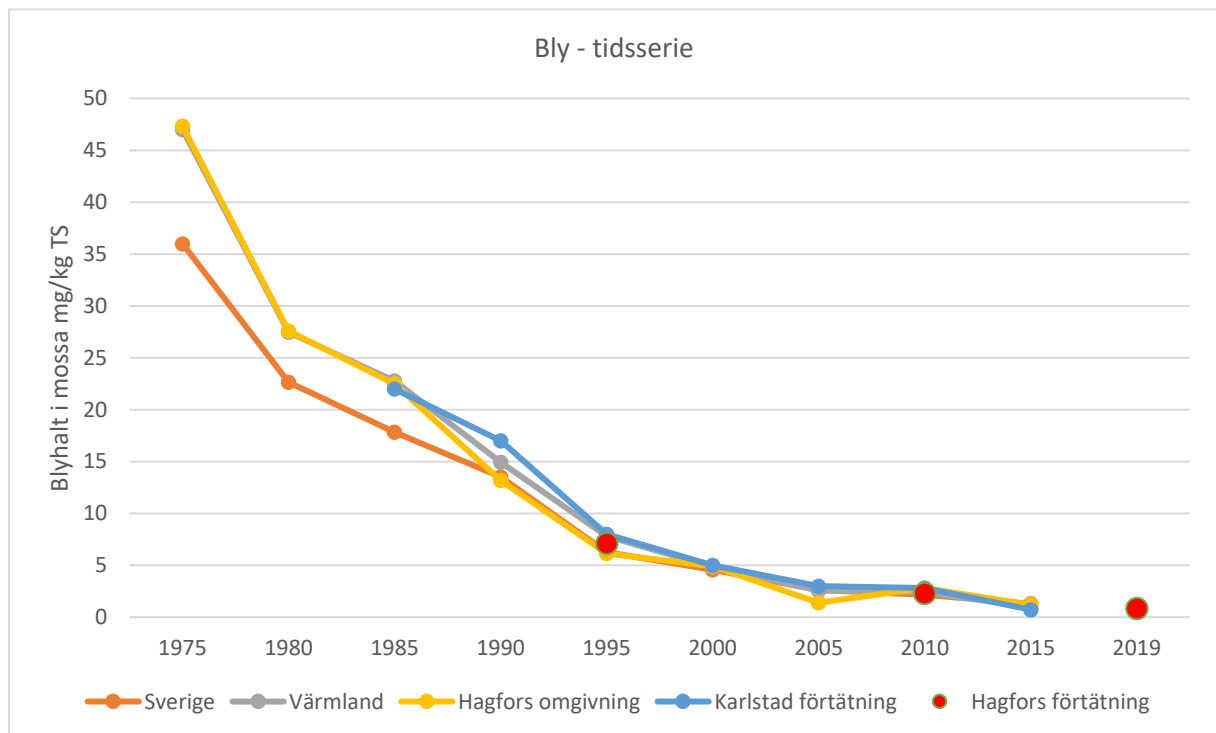
## Bly

Bly är en metall som är giftig i de flesta av sina kemiska former. Redan vid måttlig exponering kan bly ge skador på nervsystemet, särskilt hos små barn. Bly skadar de röda blodkropparna. Därför är det ett prioriterat ämne som vi inte vill ha i vår närmiljö.

Bly används bland annat i färgpigment, plast, kristall, blymantlad kabel, elektronik och hagelammunition. Tidigare tillsatte man bly i bensin, vilket förbjöds i Sverige då bilarna fick katalysatorer. Vägtransporter och framförallt bilavgaser var år 1990 den största källan till spridningen av bly, men sedan 1995 är bensinen helt blyfri, vilket har medfört en stor minskning av blyhalt i luften. Bly har en lång uppehållstid i marken. Effekter i miljön kan ses i årtionden efter det att blyutsläppen har minskat.

Bly följer med partiklar i luften som regnar ner eller fastnar på ytor i naturen, t.ex. mossa. Långväga atmosfärisk transport är idag den största källan till blyförekomst i miljön men diffusa utsläpp från t.ex. skjutbanor och soptippar kan vara källor till bly i vår miljö.

### Tidsserier för bly



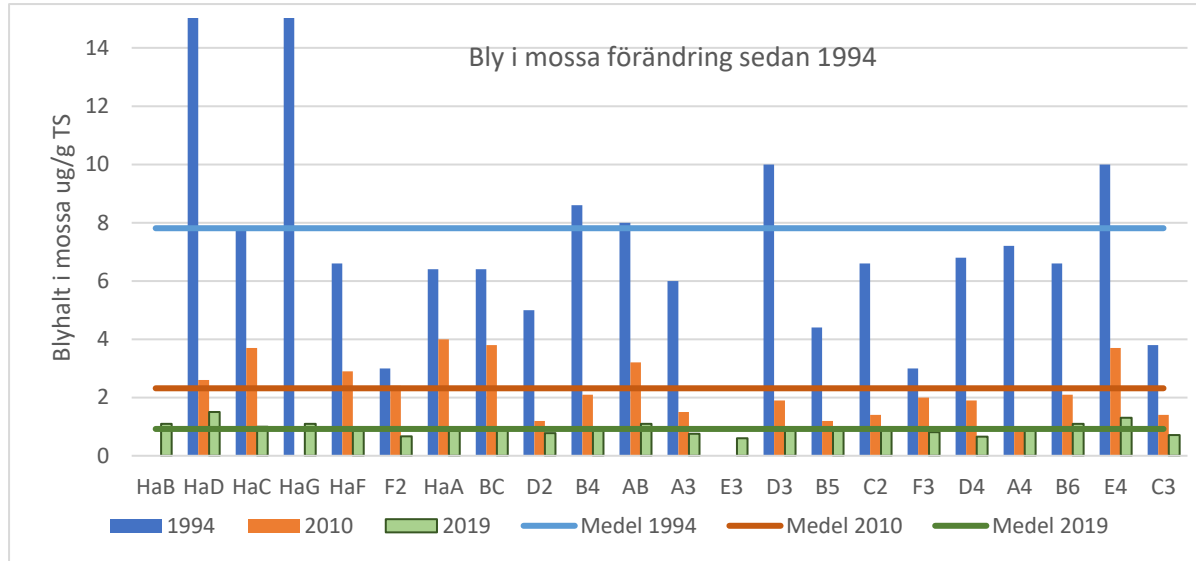
Medelvärdet i fem olika undersökningar visas. Blyhalten sjunker kraftig i alla serier.

En kraftig minskning av blyhalterna i mossa har skett över hela Sverige sedan de första rikstäckande mätningarna genomfördes år 1975. Hagfors avviker inte från riket i övrigt. Alla halter som uppmättes 2019 ligger nära eller under rikssnitt.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Tidserie för bly i Hagfors undersökningen



Halterna har minskat kraftigt i de flesta lokaler. 2019 uppvisar halterna en väldigt liten variation, vilket tyder på att det inte finns någon större lokal källa för utsläpp av partikelbundet bly i vår närhet. Den främsta orsaken till minskningen av blyutsläpp är att blytillsatsen till bensin förbjöds 1995. Först nu, 25 år senare kan vi se effekterna av detta.

### Lista: Blyhalt, mg/kg TS

Plats	2019	2010	1994
Ha B Björkenstamsvillan	1,1		
Ha D Örbäcksdalen	1,5	2,6	19
Ha C Alstigen	1	3,7	7,8
Ha G Blinkenbergsparken	1,1		21
Ha F Dalkarlstorp	0,86	2,9	6,6
F2 Rysktorp	0,67	2,4	3
HaA Asplund	0,85	4	6,4
BC Värmullsåsen	0,9	3,8	6,4
D2 OK	0,78	1,2	5
B4 Skidstadion	0,9	2,1	8,6
AB Kallkälldalen	1,1	3,2	8
A3 Sundfall	0,76	1,5	6
E3 Gastberg	0,6		
D3 Kärråsen	0,86	1,9	10
B5 Dalen	0,87	1,2	4,4
C2 Värmullsåsen topp	0,95	1,4	6,6
F3 Fiskartorpet	0,81	2	3
D4 Knackarot	0,66	1,9	6,8
A4 Tjädertorp	0,87	1	7,2
B6 Hästberg	1,1	2,1	6,6
E4 Vågbacken	1,3	3,7	10
C3 Ullen	0,71	1,4	3,8
<b>Alla mätvärden ovan:</b>			
Median	0,87	2,1	6,6
Medel	0,92	2,32	7,8
Max	1,50	4	21
Exakt jämförbara platser (18 st.)			
Median	0,87	2,05	6,60
Medel	0,89	2,26	6,45

Platserna i listan är sorterade efter avstånd till stålverket. Blyhalterna har mer än halverats sedan 2010 på jämförbara lokaler. Ser man i ett längre perspektiv så är haltminskningen över 700 % sedan första mätningen. Bakgrundshalten i mossan från Ekshärad var 0,7 mg/kg, vilket flera provpunkter i Hagfors låg nära eller t.o.m. strax under.

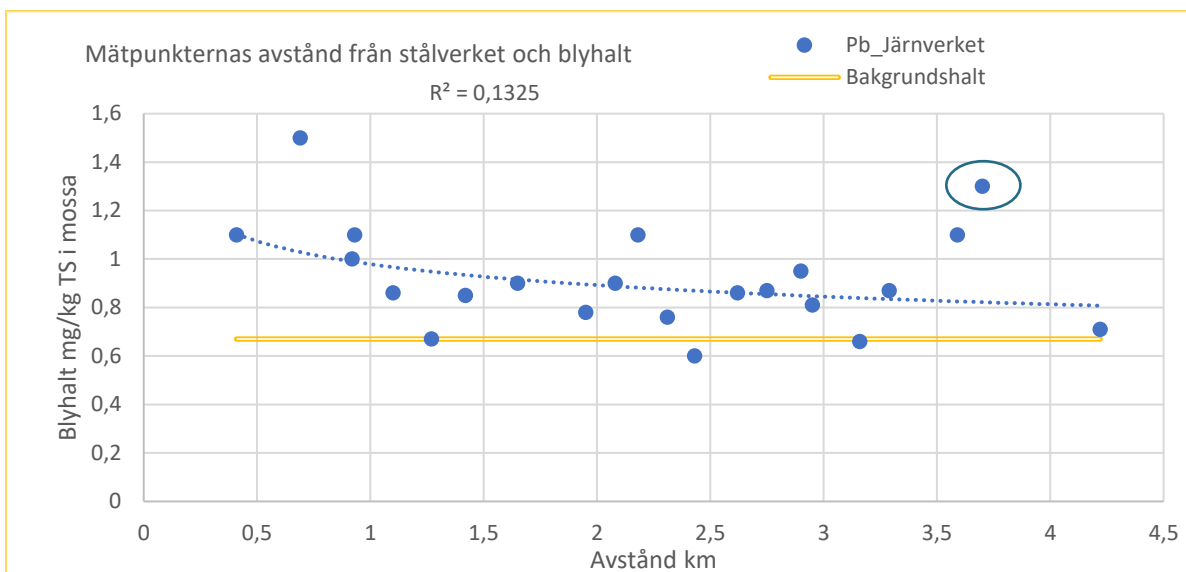
I Karlstads förtätade undersökning från år 2015 var medelvärdet 0,72 mg/kg och maxvärdet var 1,3 mg/kg, alltså väldigt lika Hagfors halter.

Luleås undersökning år 2015 kring SSAB var medelhalten för bly i mossa 2,42 mg/kg inom en area av 10 km runt stålverket. Uppmätt maxhalt var 8,25 mg/kg. Även Sandviks blyhalt ligger högre än Hagfors, medelhalt 2,5 mg/kg TS

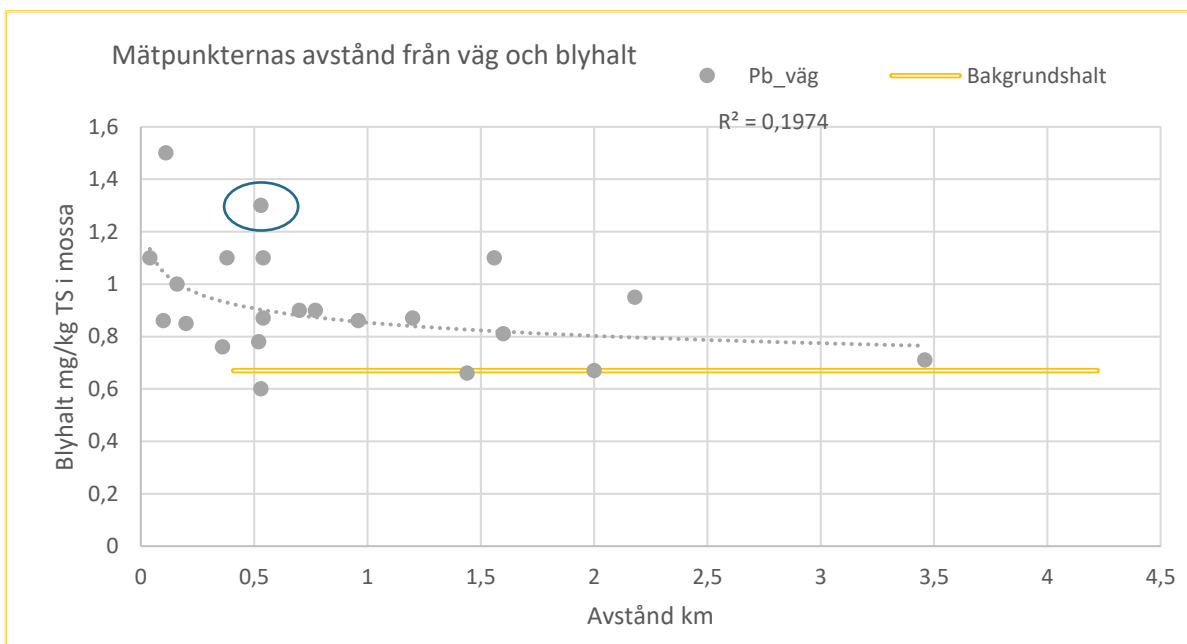
Punkten E4 Skjutbanan vid Vågbacken (gulmarkerad) är intressant – här har uppmätts bland de högsta halterna av bly vid alla provtillfällena. Kanske påverkar skjutbanan lokalt nedfallet av just bly? Denna provpunkt uppvisar inte höga halter av någon av de andra undersökta metallerna.

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Samband mellan avstånd till stålverket och bly i mossa



Diagrammet visar att samband mellan avstånd till stålverket och blyhalt i mossa är låg. Mätpunkten E6 Skjutbanan vid Vågbacken är inringat med blå ring. Halten här ligger något över medelhalten i vår undersökning, men är absolut inte hög i ett nationellt perspektiv.

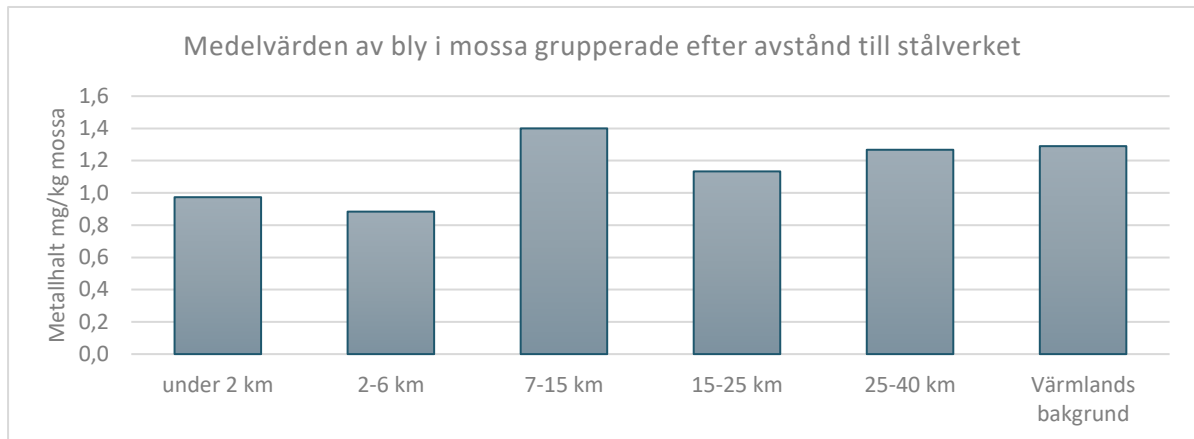


Sambandet mellan avstånd till väg och blyhalt är även det svagt, men något starkare än sambandet blyhalt och stålverket.

Halten av bly i luften i Hagfors ligger väldigt nära bakgrundsvärdet och att inga större lokala utsläppskällor kan spåras.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

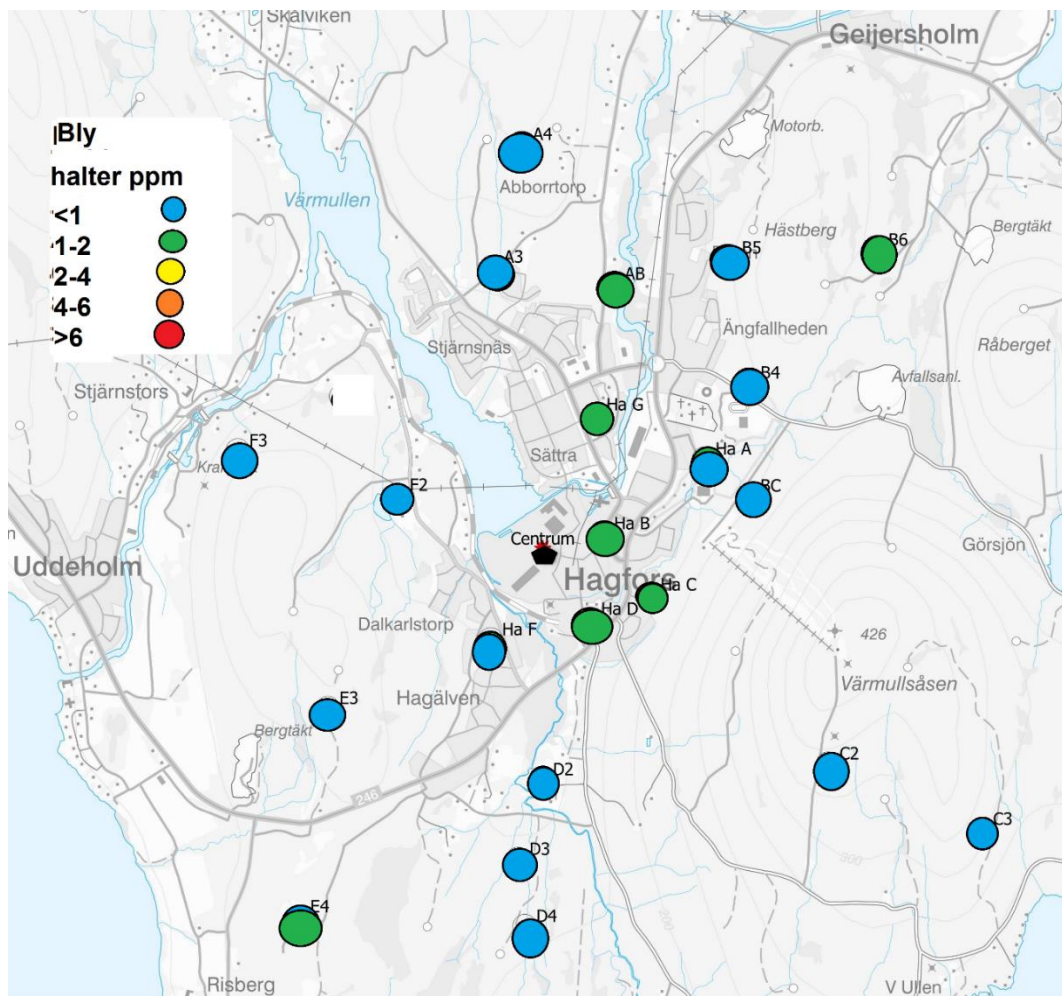


Grupperar man provpunkterna efter avstånd till stålverket och ser på medelvärdena i de olika grupperna, så är faktiskt halterna nära centrum lägre än de i vår omgivning.

Blyhalten i vår närmiljö har kraftigt minskat. Detta gäller i hela Sverige så väl som i Hagfors. Inga lokala utsläppskällor kan identifieras.

### Spridningskarta bly

I kartorna används enheten ppm, parts per million, vilket är samma som mg/kg.

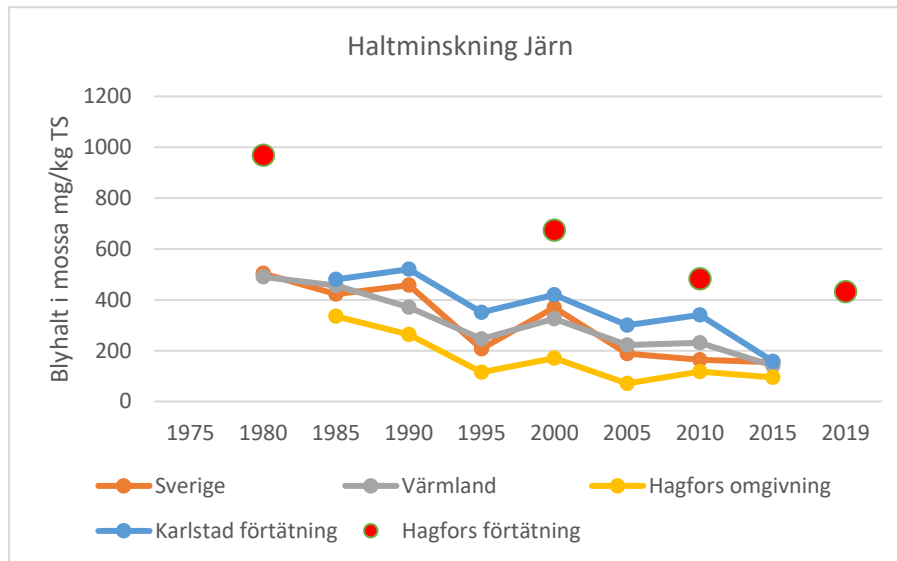


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Järn

Järn är mycket vanligt förekommande i jordarter och mineraler. Innan stålverket hade stoftavskiljare stod en röd plym ut från skorstenarna. "Synvillan" blev ett skämtsamt begrepp innan rökgasreningen kom i drift år 1975 då denna värdering av plymen lär ha undsluppit någon i chefsställning. Hagforsbon tvättade tålmodigt fönstren minst en gång i veckan. Ungefär 25 % av stålverkets stoft består av järn. Järn är ingen giftig metall utan finns naturligt i allt levande.

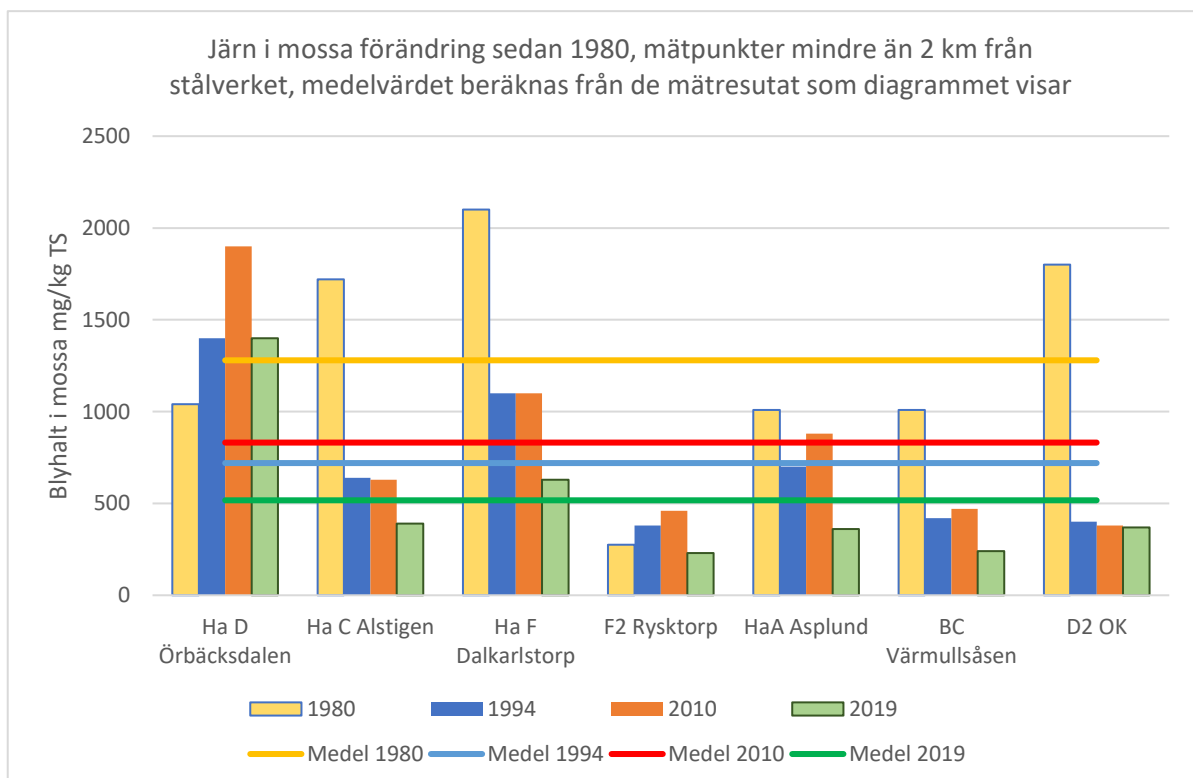
### Tidsserier för järn



Diagrammet visar att medelhalten av järn under de senaste 40 åren har mer än halverats. Det är ett förväntat resultat, då Uddeholm under denna period har gjort stora ansträngningar med installation av stoftavskiljare.

Järnhalten har minskat i nästan alla mätlokaler. Vid ett urval av lokaler

mindre än 2 km från stålverkets centrum har medelvärdet av järn minskat från 1300 mg/kg mossa ner till 500 mg/kg. Kommentar: Ha D Örbäcksdalen är 2019 flyttad närmare stålverket än tidigare.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Lista: Järnhalt mg/kg TS

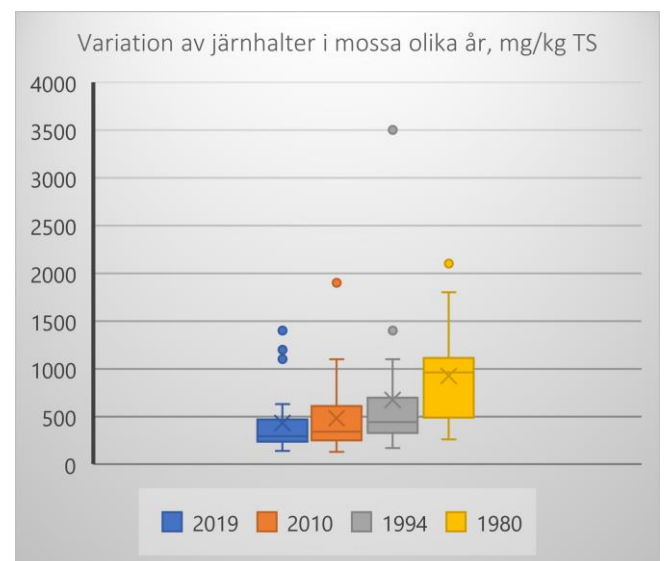
Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	1200			1000
Ha D Örbäcksdalen	1400	1900	1400	1040
Ha C Alstigen	390	630	640	1720
Ha G Blinkenbergsparken	1100		3500	925
Ha F Dalkarlstorp	630	1100	1100	2100
F2 Rysktorp	230	460	380	276
HaA Asplund	360	880	700	1010
BC Värnullsåsen	240	470	420	1010
D2 OK	370	380	400	1800
B4 Skidstadion	450	610	690	1345
AB Kallkälldalen	520	400	700	710
A3 Sundfall	290	200	520	710
E3 Gastberg	180			1300
D3 Kärråsen	340	300	550	1050
B5 Dalen	300	250	260	800
C2 Värnullsåsen topp	260	170	410	730
F3 Fiskartorpet	160	280	170	260
D4 Knackarot	180	250	310	500
A4 Tjädertorp	240	150	390	300
B6 Hästberg	280	270	460	1000
E4 Vågbacken	260	340	270	460
C3 Ullen	140	130	200	320
<b>Alla mätvärden ovan:</b>				
<b>Median</b>	295	340	440	1000
<b>Medel</b>	433	483	674	969
<b>Max</b>	1400	1900	3500	2100
<b>Exakt jämförbara platser (18 st.)</b>				
Median	285	320	415	765
Medel	295	363	439	824

Listan är sorterad efter mätpunktens avstånd till stålverket. I de flesta lokaler har järnhalten minskat. Det finns några mätpunkter väldigt nära stålverket som har förvånande låga halter – t.ex. F2 Rysktorp och Ha C Alstigen. Det beror sannolikt på lokala vindförhållanden.

Medelvärdet för järn år 2015 i den förtätade undersökningen runt Karlstad var 158 mg/kg och maxvärdet var 770 mg/kg, Medelvärdet för järn i bakgrundsmätningen Värmland var 124 mg/kg TS år 2015, alltså betydligt lägre än det vi mätt upp i Hagfors.

SSAB emissioner av järn är betydligt högre än Hagfors – medelvärdet uppmätt i närområdet till stålverket var 2332 mg/kg TS jämfört med motsvarande medelvärde i Hagfors (under 2 km från stålverket) som låg på 658 mg/kg TS – en fjärdedel av det mätt i Luleå. Maxvärdet i Luleå låg på över 5000 mg/kg TS mossa. Sandvik toppar med en halt av 12 800 mg/kg TS mossa, men det värdet är mätt inne på fabriksområdet och inte jämförbart med något annat.

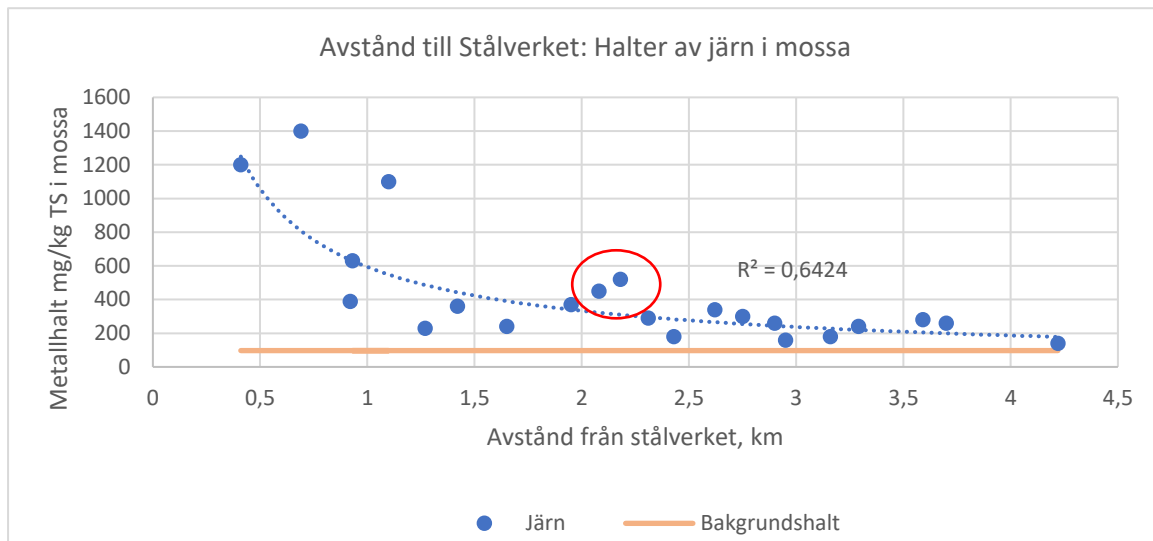
Mätvärdenas spridning (se nedan diagram) har minskat från både 1994 och 2010 i absoluta halter. Det är en effekt av att utsläppen från stålverket är lägre.



*Faktaruta: Lådagram ska läsas så här: Fyrkanten representerar det mittersta hälften av alla värden. "Höjden" på lådan är avståndet mellan övre och undre kvartilen. 50 % av alla värden finns inom lådan. Medelvärdet ritas med ett kryss, medianvärdet (mittenvärdet) med ett vågrätt streck. Det lodräta strecket med "stoppstreck" visar max- och minvärden. Värden tre gånger större än kvartilavståndet (lådans höjd) är markerade med punkter. De betraktas som "utliggare", dvs extremvärden.*

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

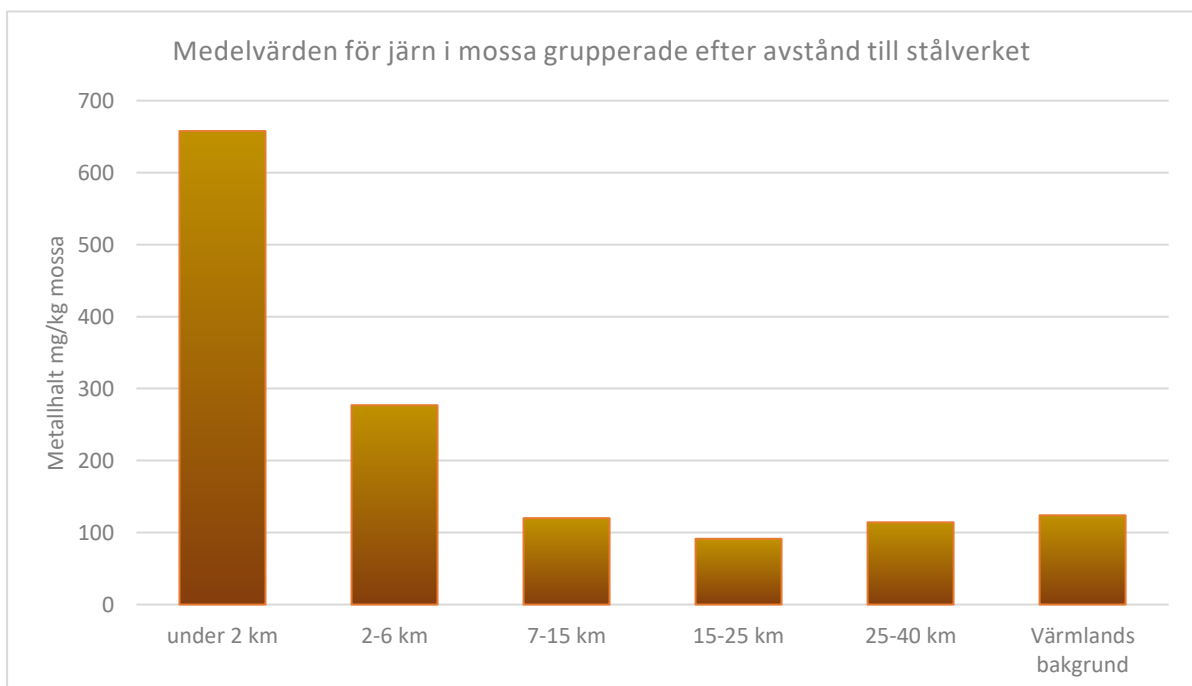
### Samband mellan avstånd till stålverket och halt av järn i mossa



Samband mellan järnhalten i mossa och avståndet från stålverket är inte lika starkt som det mellan avstånd stålverket - nickel och krom. Anledningen är antagligen att det finns små utsläpp av järn från andra punktkällor i staden. Det kan skönjas i mätpunkter inringat med rött.

Bakgrundshalten mätt vid referensprovet norr om Ekshärad ligger på 97 mg/kg TS, så lågt när ingen mätpunkt i undersökningen. Spridningen kan analyseras med hjälp av mätning för bakgrund i det nationella programmet.

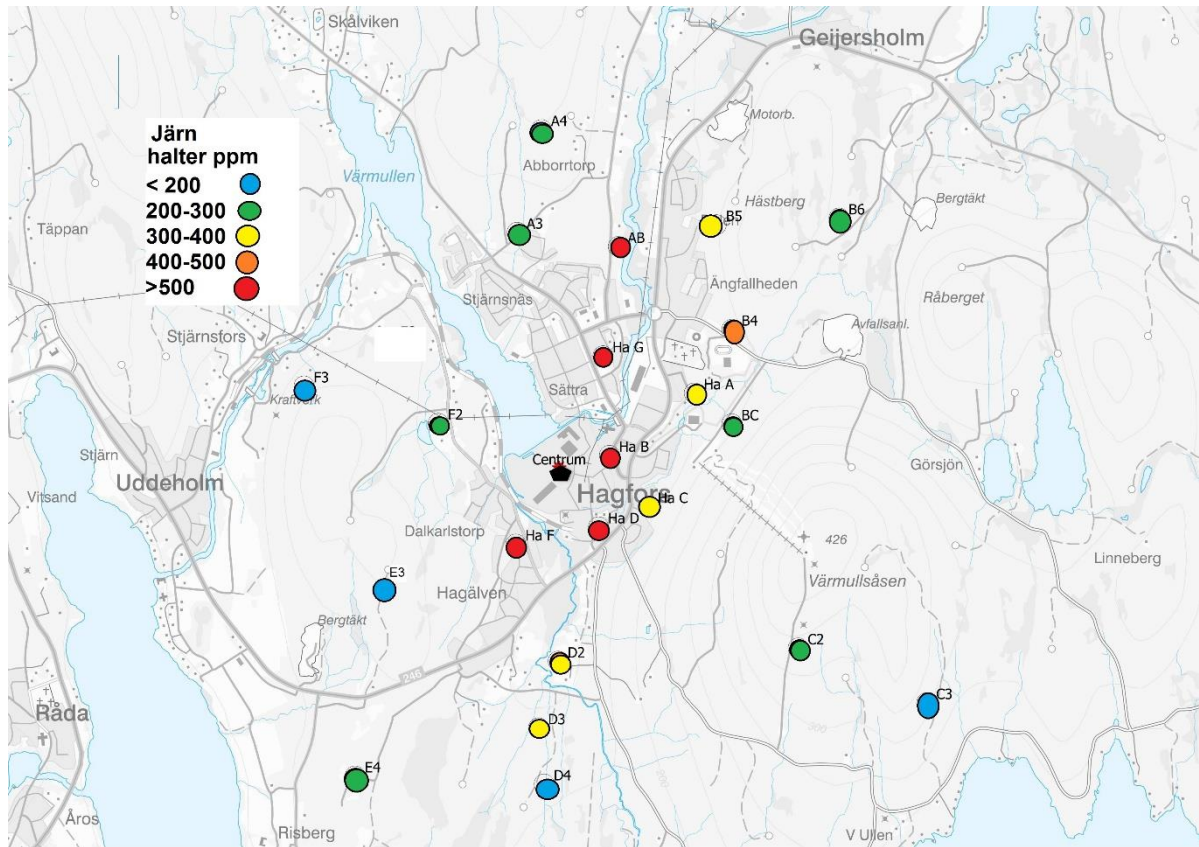
Järn finns i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På en dryg mils avstånd från stålverket är halterna ungefär lika det Värmländska bakgrundsvärdet för järn.





## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Spridningskarta järn



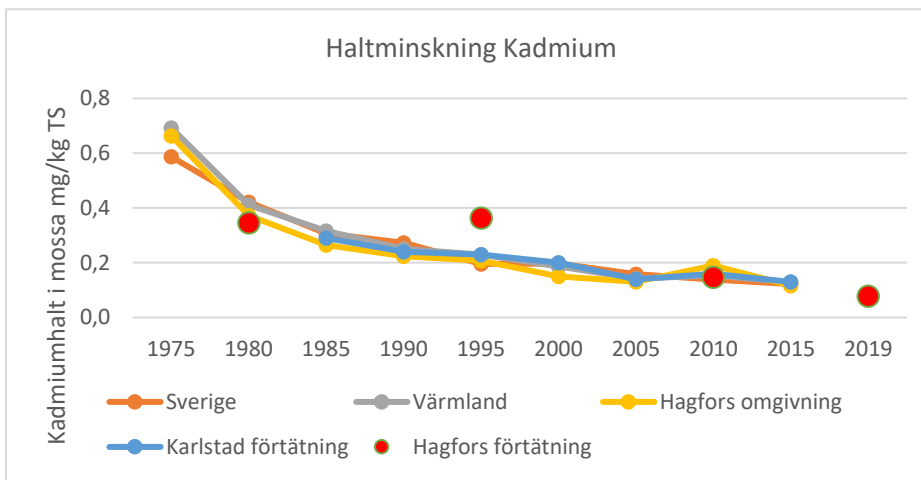


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Kadmium

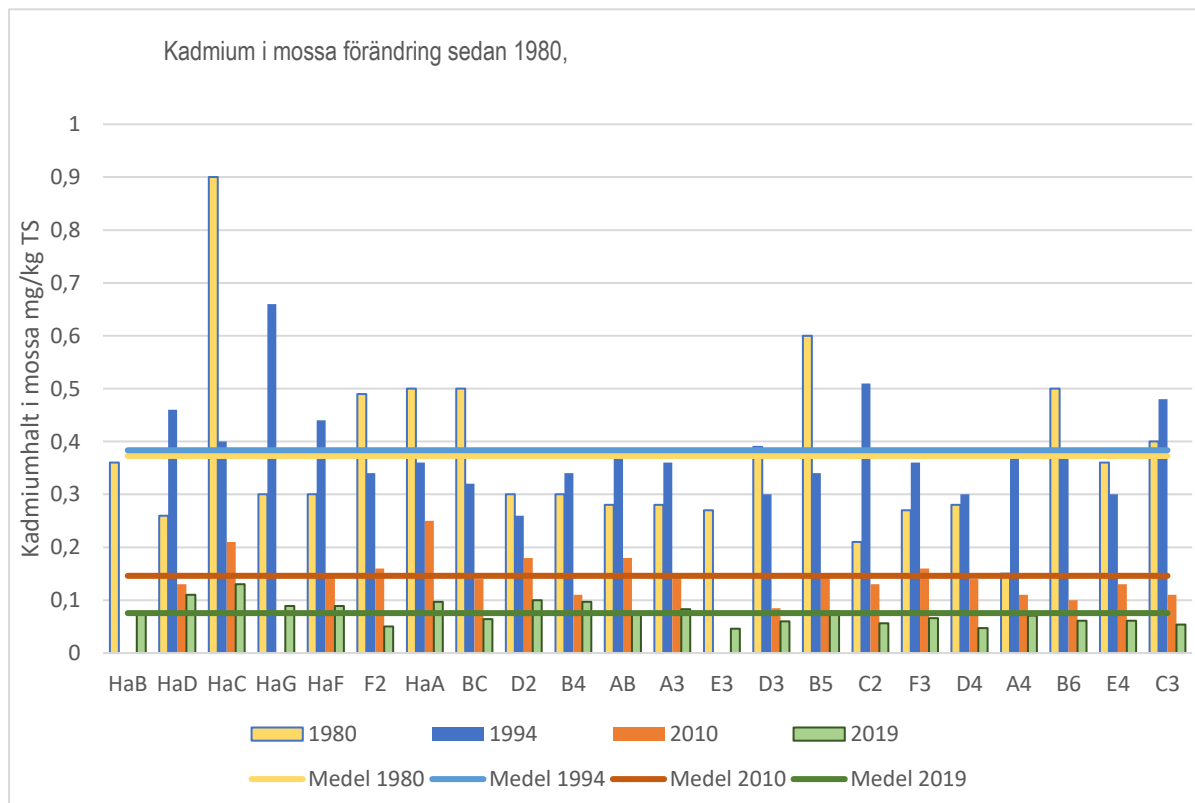
Kadmium är en mycket giftig metall som i naturen främst finns i zinkmalmer. Kadmium kommer från metallproduktion, förbränning av fossila bränslen samt avfallsförbränning. Kadmium finns även som förorening i fosfatgödselmedel vilket har lett till att spår av kadmium finns i spannmål. Kadmium har använts som ytbeläggning på plåt och som legeringsmetall. Kadmiumföreningar har även använts som pigment i röda och gula målarfärger, plaster och keramiska glasyrer. Fortfarande används kadmium i batterier. Vulkaner, vinderosion och skogsbränder anses vara de viktigaste naturliga källorna till luftemissioner. (IVL 2015)

#### Tidsserier för kadmium



Diagrammet visar att medelhalten av kadmium i alla undersökningar har minskat kraftigt under de senaste 40 åren. Det är ett förväntat resultat, då kadmium förbjudits i många produkter.

Kadmiumhalten har minskat alla lokaler. Minskningen är ungefär lika stor överallt, vilket tyder på att inga lokala utsläppskällor för kadmium finns i Hagfors.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Lista: Kadmiumhalt mg/kg TS

Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	0,076			0,36
Ha D Örbäcksdalen	0,11	0,13	0,46	0,26
Ha C Alstigen	<u>0,13</u>	0,21	0,4	<u>0,9</u>
Ha F Blinkenbergsparken	0,089		<u>0,66</u>	0,3
Ha G Dalkarlstorp	0,089	0,15	0,44	0,3
F2 Rysktorp	0,05	0,16	0,34	0,49
HaA Asplund	0,097	<u>0,25</u>	0,36	0,5
BC Värmullsåsen	0,064	0,14	0,32	0,5
D2 OK	0,1	0,18	0,26	0,3
B4 Skidstadion	0,097	0,11	0,34	0,3
AB Kallkälldalen	0,076	0,18	0,38	0,28
A3 Sundfall	0,083	0,15	0,36	0,28
E3 Gastberg	0,046			0,27
D3 Kärråsen	0,06	0,085	0,3	0,39
B5 Dalen	0,079	0,15	0,34	0,6
C2 Värmullsåsen topp	0,056	0,13	0,51	0,21
F3 Fiskartorpet	0,066	0,16	0,36	0,27
D4 Knackarot	0,047	0,14	0,3	0,28
A4 Tjädertorp	0,071	0,11	0,38	0,15
B6 Hästberg	0,061	0,1	0,38	0,5
E4 Vågbacken	0,061	0,13	0,3	0,36
C3 Ullen	0,054	0,11	0,48	0,4
<b>Alla mätpunkter ovan:</b>				
<b>Median</b>	0,074	0,14	0,36	0,3
<b>Medel</b>	0,08	0,15	0,38	0,37
<b>Max</b>	0,13	0,25	0,66	0,9
<b>Jämförbara platser</b>				
Median	0,069	0,145	0,360	0,330
Medel	0,074	0,147	0,359	0,395

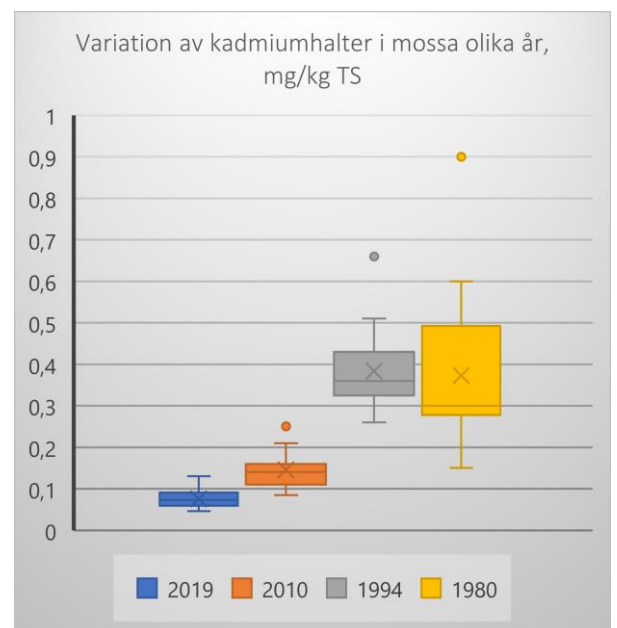
*Faktaruta: Lådagram ska läsas så här: Fyrkanten representerar det mittersta hälften av alla värden. "Höjden" på lådan är avståndet mellan övre och undre kvartilen. 50 % av alla värden finns inom lådan. Medelvärde ritas med ett kryss, medianvärdet (mittenvärdet) med ett vågrätt streck. Det lodräta strecket med "stoppstreck" visar max- och minvärden. Värden tre gånger större än kvartilavståndet (lådans höjd) är markerade med punkter. De betraktas som "utliggare", dvs extremvärden.*

Kadmium har minskat i alla lokaler, i medeltal till nästan en fjärdedel, under 40 år. Spridningen är väldigt liten, vilket tyder på att det inte finns någon större lokal källa till luftspridning av kadmium. Maxhalter är understruken, och finns i Hagfors centrum.

Vid mossundersökningen i Karlstad 2015 uppmättes ett maxvärde på 0,35 mg/kg. Medelvärdet för Värmland var 0,14 mg/kg TS år 2015, Hagfors medelvärde ligger lägre, men då kadmiumhalten stadigt minskar i Sverige så får man ta hänsyn till att Hagforsundersökningen är gjort 4 år efter den i Värmland och Karlstad.

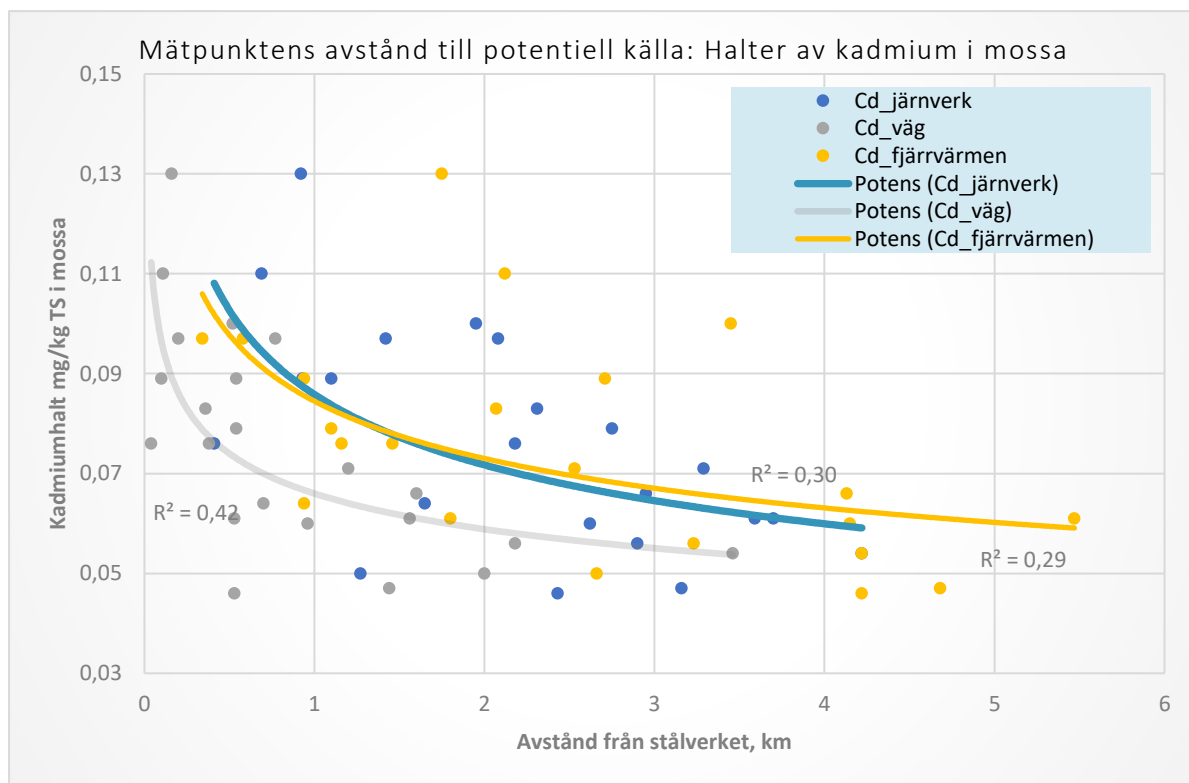
Bakgrundshalten i referensprovet i Ekshärad låg så lågt som 0,04 mg/kg TS, alltså ungefär hälften av det tätortsnära medelvärdet. Medelvärdet i Luleå låg på 0,09 mg/kg mossa och maxvärdet var 0,1 – väldigt lika Hagfors.

Lådagrammet visar att variationen av kadmiumhalterna stadigt minskar. 2019 finns inga extremvärden utanför boxen. Det tyder på att här inte finns någon lokal spridningskälla av större mått. För förklaring lådagram se faktaruta.



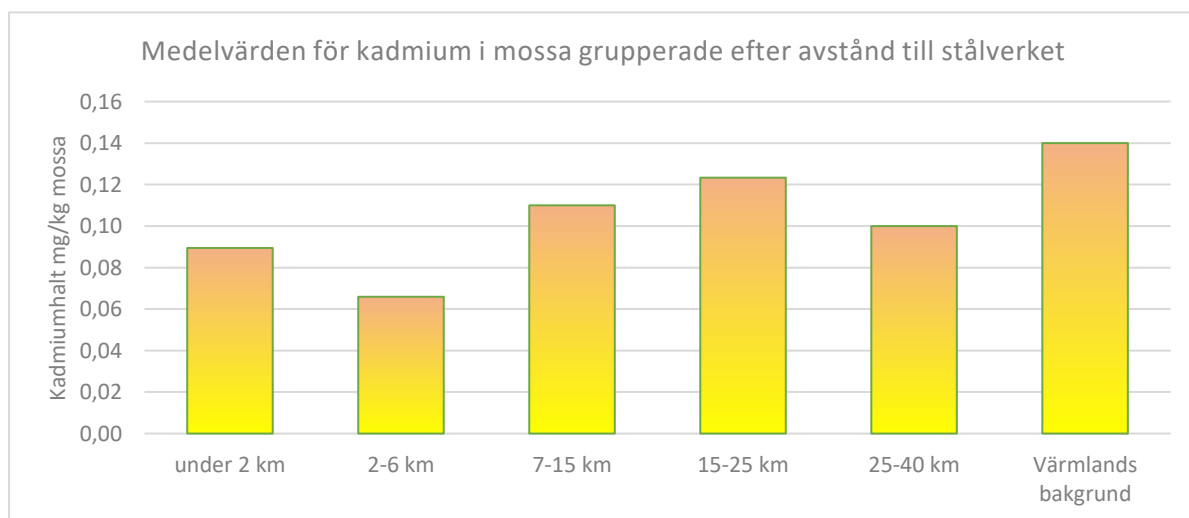
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Samband mellan avstånd till olika källor och halt av kadmium i mossa



Det finns inget samband mellan kadmiumhalten i mossa och närheten till stålverket, men däremot visar kurvan ovan att avståndet till större väg kan spela in (grå kurva). Bakgrundshalten mätt vid referensprovet norr om Ekshärad ligger på 0,04 mg/kg TS. Ingen lokal i Hagfors närhet ligger under det värdet, men flera ligger väldigt nära, även de mätpunkter som är tätortsnära. Alla lokaler ligger under den Värmländska bakgrundshalten som år 2015 var 0,14 mg/kg TS i mossa. Det beror på att bakgrundshalten i Värmland är högre längre söderut på grund av jordbrukens påverkan.

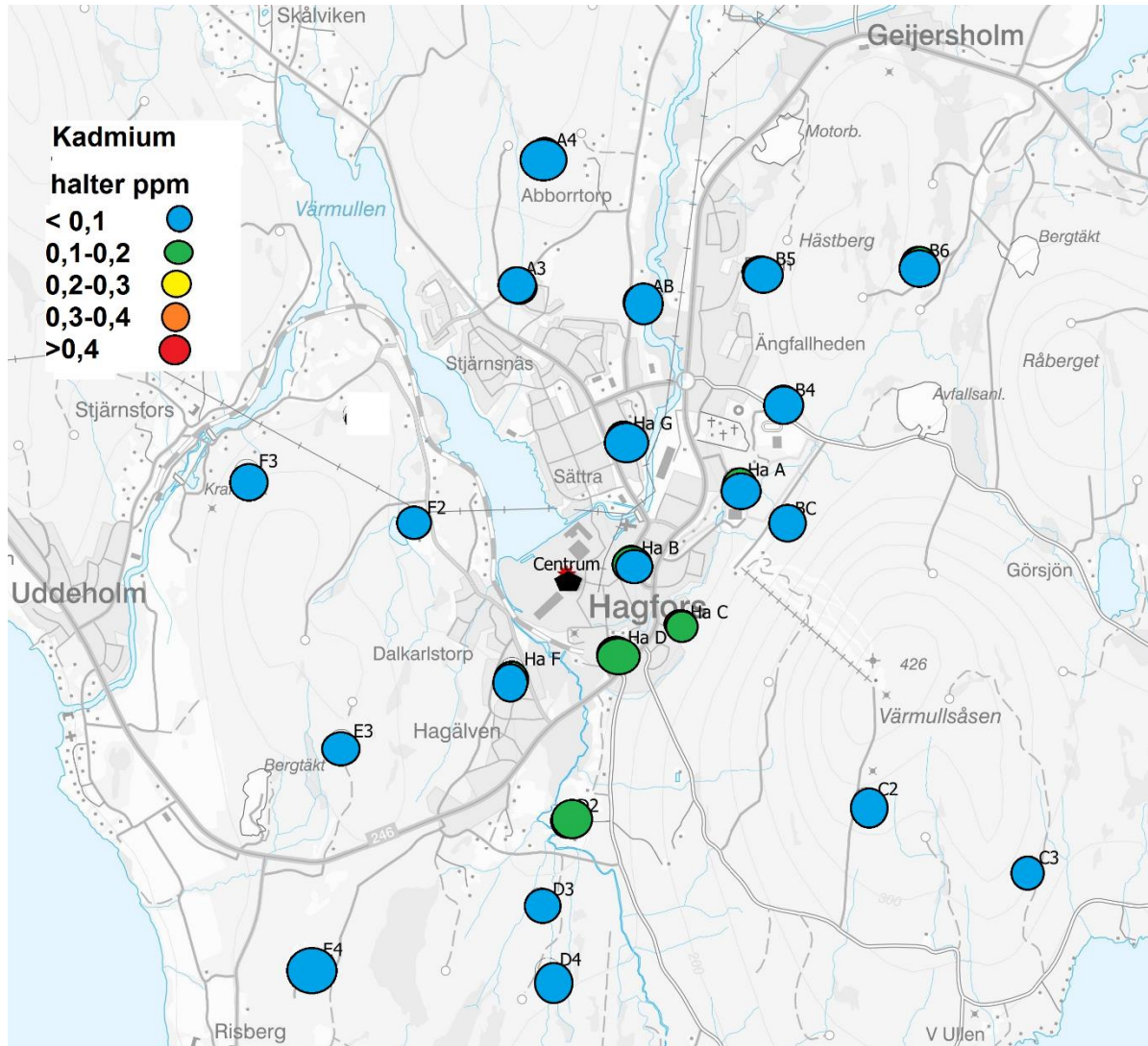
Kadmium finns inte i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast väg ligger högre än omgivningen. Alla mätpunkter har halter som ligger lägre än medelvärdet för Värmland.





## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Spridningskarta kadmium

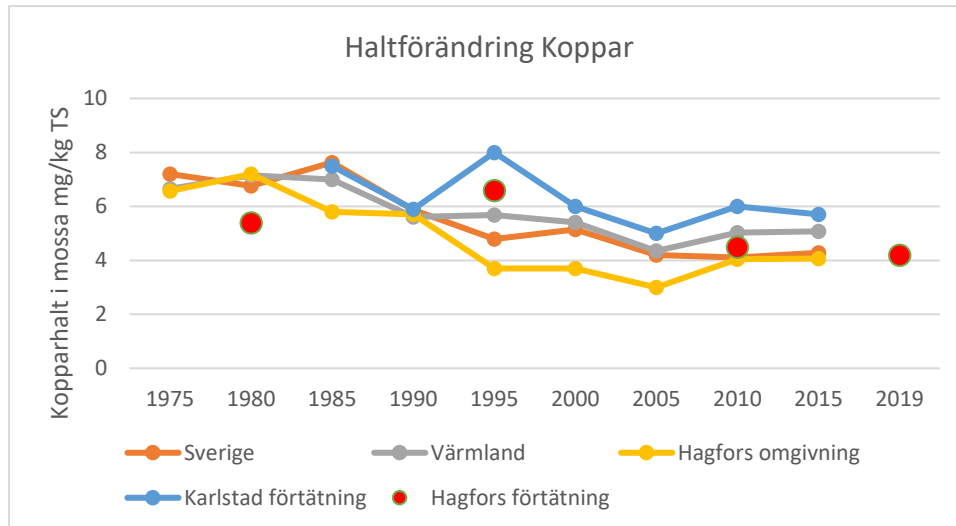


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

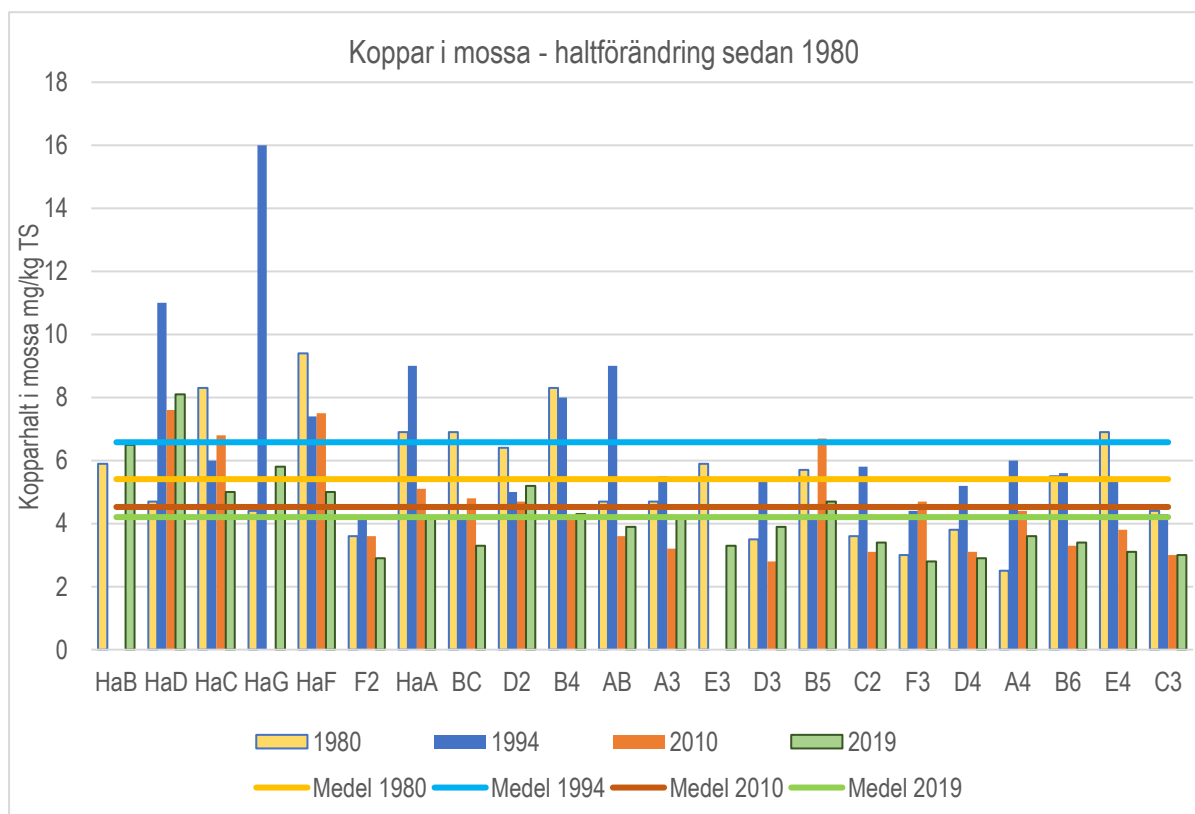
## Koppar

Koppar har god elektrisk och termisk ledningsförmåga och är därför en mycket användbar metall. Metallsmältverk och förbränning av fossila bränslen har traditionellt varit de största källorna till kopparemissioner till luft men under senare år har utsläpp från bromsar i fordon varit en viktig utsläppskälla. Koppar är en livsviktig metall, men som för så mycket annat, blir den giftig i för höga koncentrationer.

### Tidsserier för koppar



Diagrammet visar att medelhalten av koppar i mossa under de senaste 40 åren minskar något lite i alla undersökningar. Luftutsläppen av koppar är inte högre i Hagfors än i Sverige. Kopparhalten har minskat i flera lokaler.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

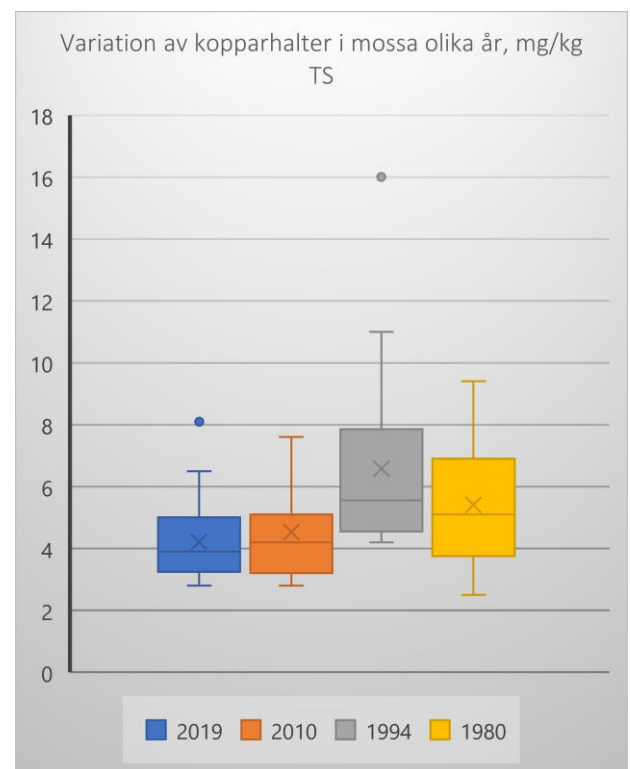
### Lista: Kopparhalt mg/kg TS

Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	6,5			5,9
Ha D Örbäcksdalen	8,1	7,6	11	4,7
Ha C Alstigen	5	6,8	6	8,3
Ha F Blinkenbergsparken	5,8		16	4,4
Ha D Dalkarlstorp	5	7,5	7,4	9,4
F2 Ryskorp	2,9	3,6	4,2	3,6
HaA Asplund	4,2	5,1	9	6,9
BC Värmullsåsen	3,3	4,8	4,2	6,9
D2 OK	5,2	4,7	5	6,4
B4 Skidstadion	4,3	4,2	8	8,3
AB Kallkälldalen	3,9	3,6	9	4,7
A3 Sundfall	4,2	3,2	5,5	4,7
E3 Gastberg	3,3			5,9
D3 Kärråsen	3,9	2,8	5,4	3,5
B5 Dalen	4,7	6,7	4,2	5,7
C2 Värmullsåsen topp	3,4	3,1	5,8	3,6
F3 Fiskartorpet	2,8	4,7	4,4	3
D4 Knackarot	2,9	3,1	5,2	3,8
A4 Tjädertorp	3,6	4,4	6	2,5
B6 Hästberg	3,4	3,3	5,6	5,5
E4 Vågbacken	3,1	3,8	5,4	6,9
C3 Ullen	3	3	4,3	4,4
<b>Alla mätpunkter ovan:</b>				
<b>Median</b>	3,1	4,2	5,6	5,5
<b>Medel</b>	4,2	4,5	6,6	5,4
<b>Max</b>	8,1	7,6	16	9,4
<b>Jämförbara platser (18 st.)</b>				
Median	3,8	4,0	5,5	5,1
Medel	3,8	4,2	5,7	5,2

*Faktaruta: Lådagram ska läsas så här: Fyrkanten representerar det mittersta hälften av alla värden. "Höjden" på lådan är avståndet mellan övre och undre kvartilen. 50 % av alla värden finns inom lådan. Medelvärde ritas med ett kryss, medianvärdet (mittenvärdet) med ett vågrätt streck. Värden tre gånger större än kvartilavståndet (lådans höjd) är markerade med punkter. De betraktas som "utliggare", dvs extremvärden.*

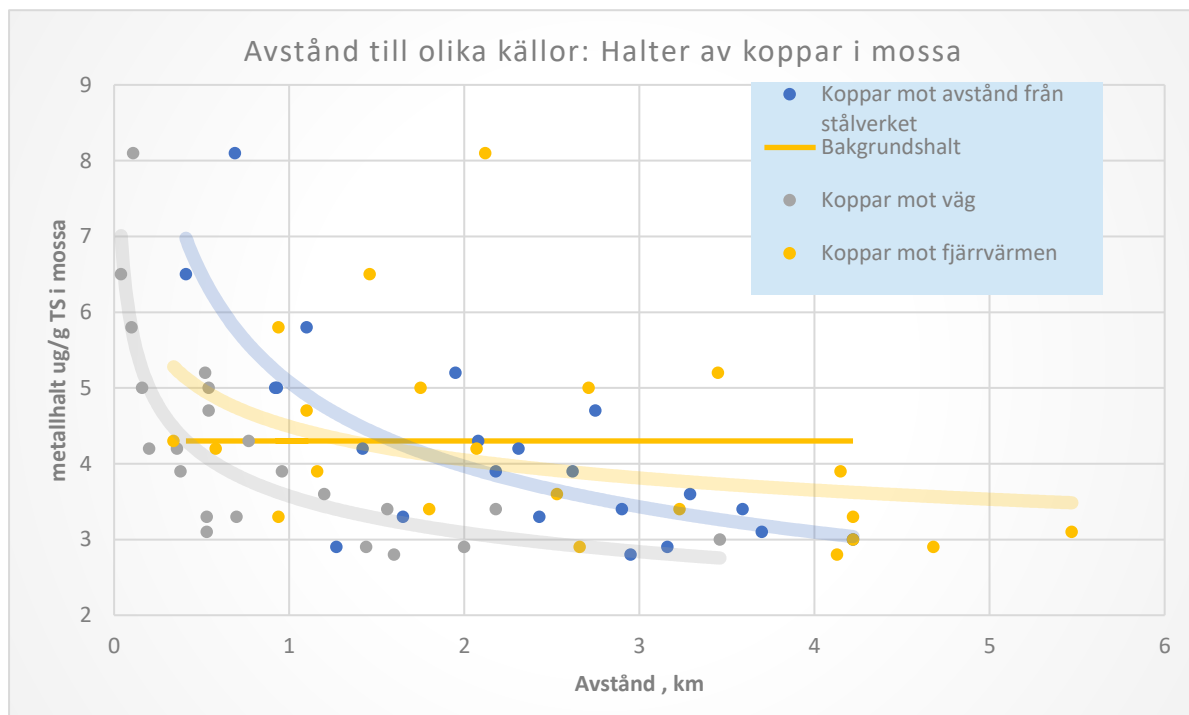
I en del lokaler har kopparhalten minskat medan de är högre i andra. Medelvärdet har sjunkit något. Variationerna i serien är liten (se lådagrammet). Allt tyder på att Hagfors idag inte har någon punktkälla för utsläpp av koppar till luft utan att koppar kommer från diffusa utsläpp. Ett värde sticker ut lite – det är Ha D i Örbäcksdalen – möjligen är det den tunga trafiken till stålverket (ca 60-70 st./dag) tillsammans med alla anställda som bromsar in före korsningen nära provpunkten som är orsaken.

Hagfors tätortsnära medelvärde på 4,2 mg/kg mossa kan jämföras med motsvarande värde för Karlstad år 2015 som låg på 5,7 mg/kg. Emissionen av koppar kring Hagfors till luft är alltså lägre än den runt Karlstad. Medelvärdet för Värmland var 4,3 mg/kg TS år 2015, lika värde som medel i Hagfors. Halterna i mossa runt SSAB i Luleå låg på 5,92 i närområdet (medelvärde) med ett max på 7,9 i närområdet. Det är väldigt lika halterna uppmätta i Hagfors.

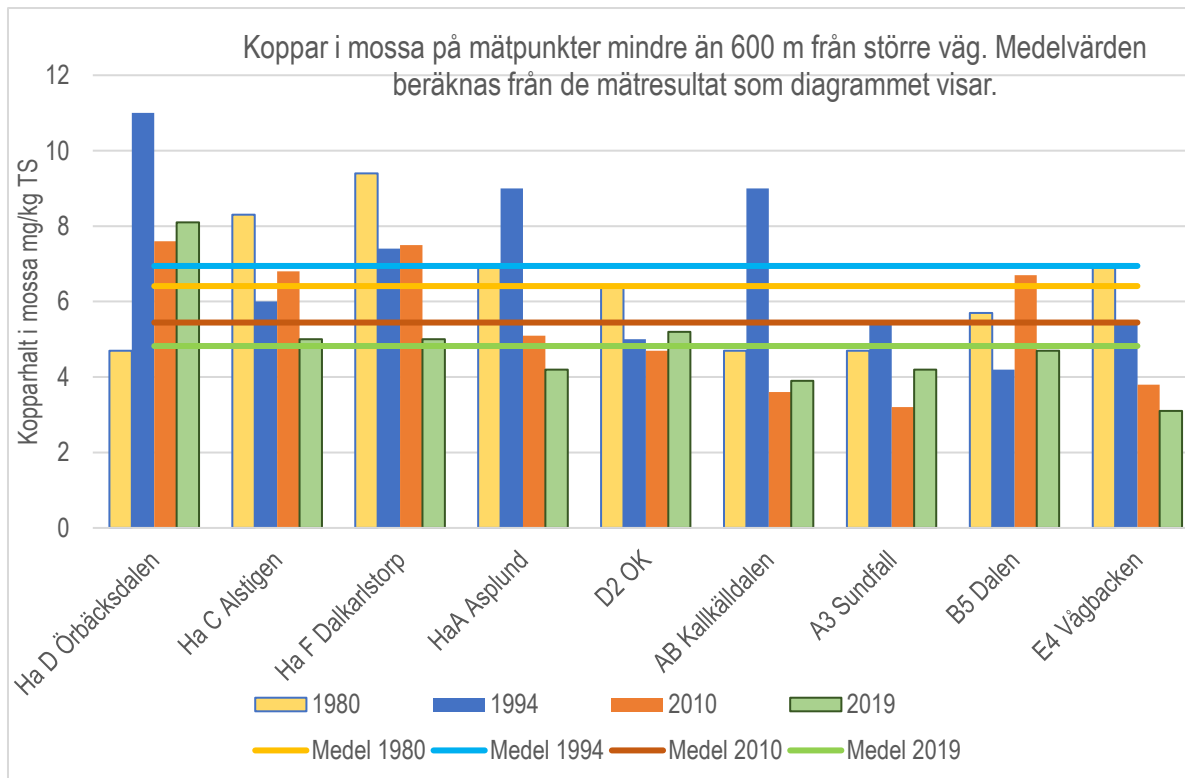


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Samband mellan avstånd från källa och halt av koppar i mossa



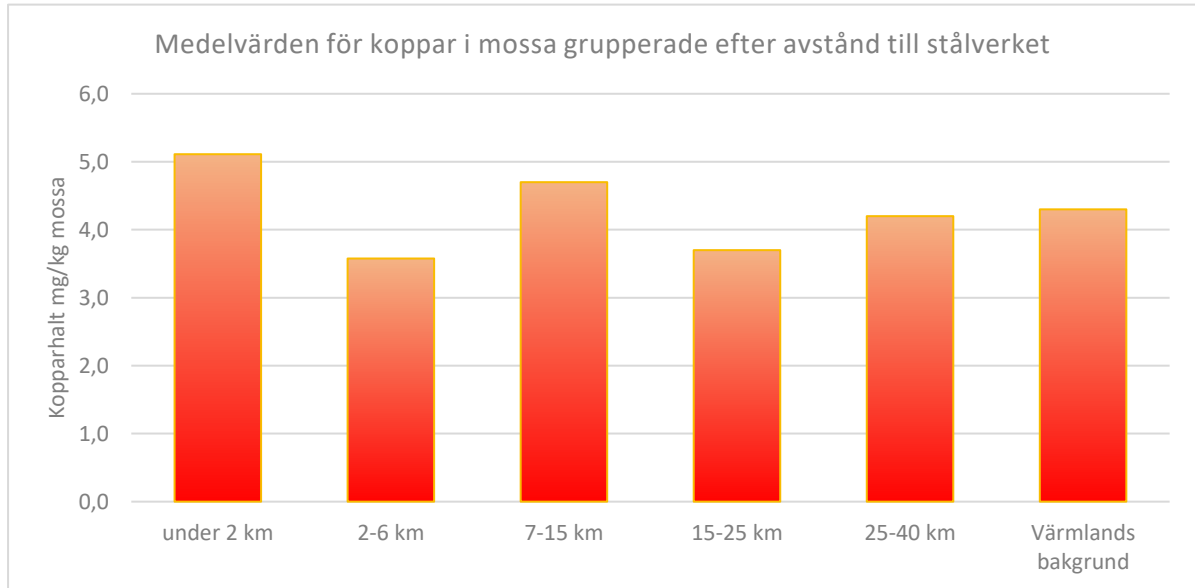
Det finns ett visst samband mellan kopparhalt i mossa och närheten till stålverket, men sambandet kopparhalt och avstånd till väg är starkare. Inget samband mellan koppar och fjärrvärme kan märkas. Referensprovet norr om Ekshärad ligger på 3 mg/kg TS. Flera lokaler i Hagfors närhet ligger under det värdet. Bakgrund för Värmland 2015, 4,2 är markerad med orange linje.



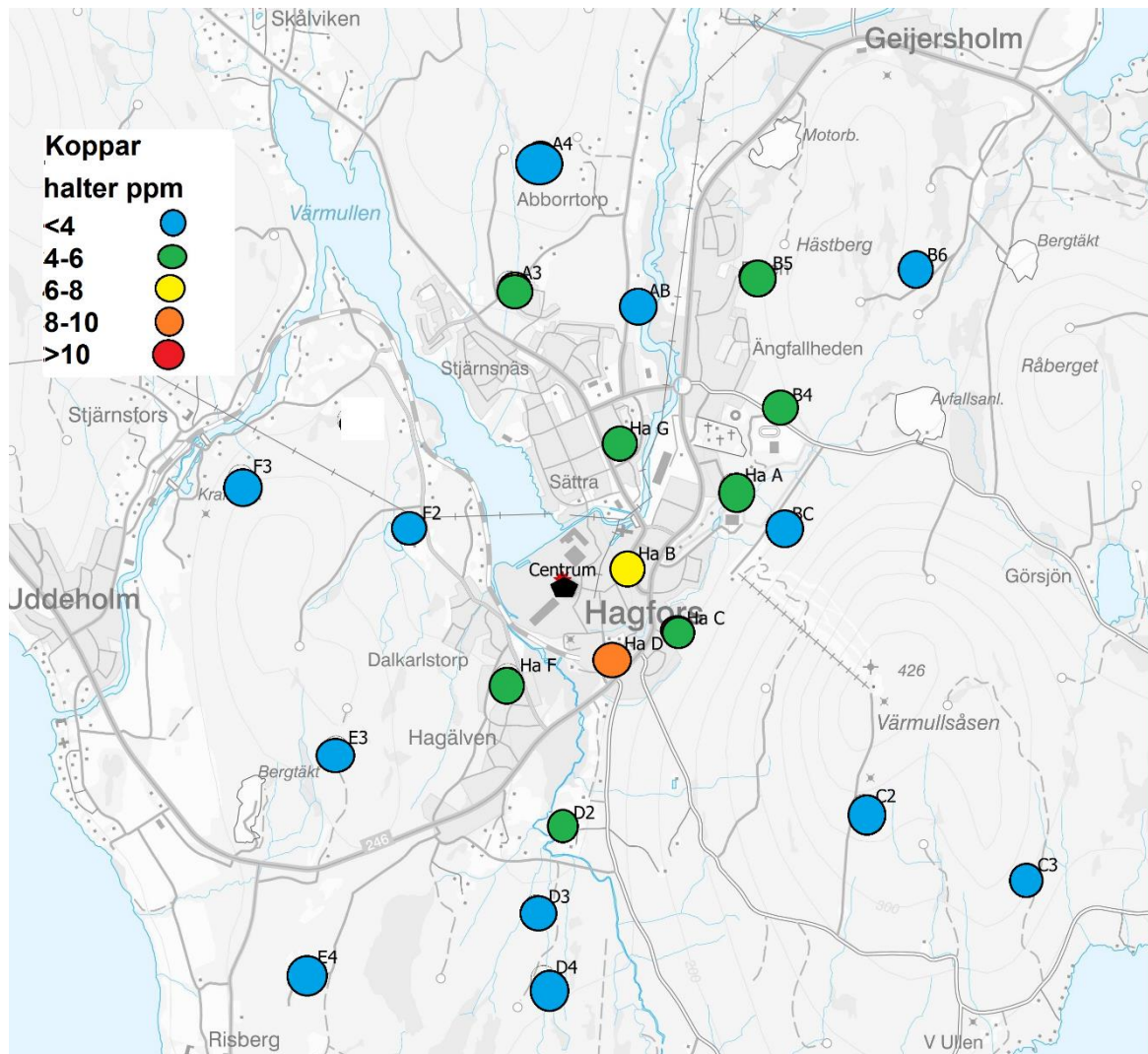


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

Kopparhalter i luft är vanligen högre i tätort. I Hagfors närhet är halten av koppar lägre än runt Karlstad. Den största källan till kopparemissioner till luft verkar vara trafik.



## Spridningskarta koppar



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Krom

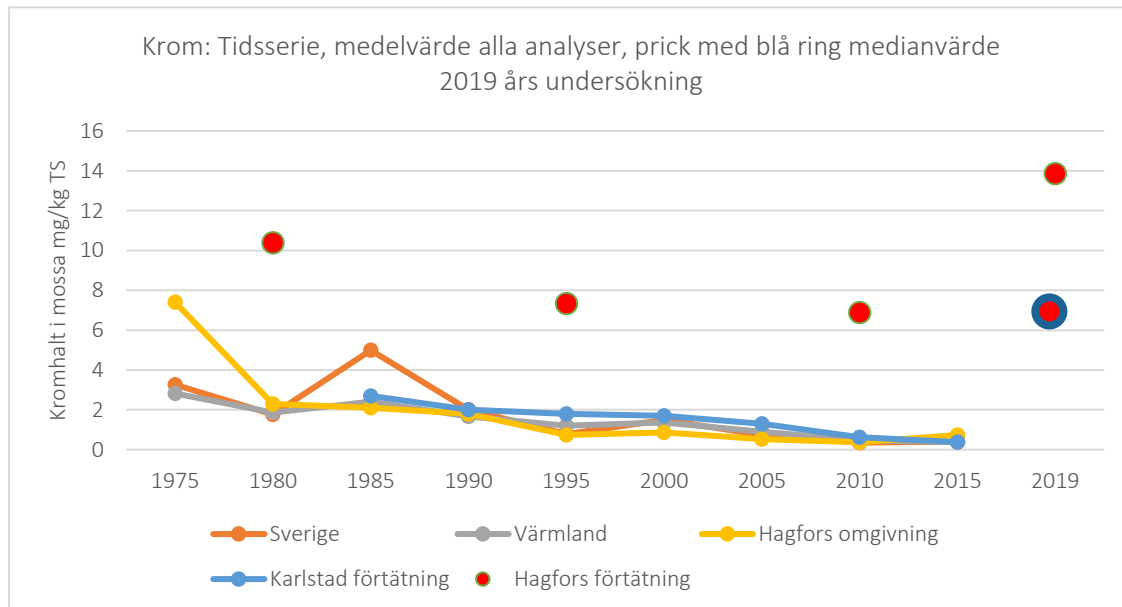
Krom finns i jordskorpan och är ingen ovanlig metall. Krom används t.ex. vid framställning av speciellt hållbara metallegeringar. Det finns också t.ex. i garvat läder, i rostskyddsfärger och i impregnerat trä.

Den huvudsakliga spridningen av krom sker från lokala källor och då framförallt från järn- och stålverk. I Hagfors är den största källan stoftutsläpp från Stålverket, men även förbränning av t.ex. impregnerat trä eller läder kan sprida krom.

Att andas in kromföreningar kan orsaka andningsbesvär och vid långvarig exponering lungcancer. Krom i luften kan också ge hudirritation, sårbildning och på längre sikt orsaka allergi.

Kromföreningar kan även vara skadliga för växter och djur, men olika arter är olika känsliga.

### Tidsserier för krom



Diagrammet visar att medelvärdet av alla analyser av krom i **vår omgivning** under ett tidsspänn på 40 år har mer än halverats. I Hagfors kommun omgivning – inte i tätorten - har kromhalten minskat mer än riket.

Att halterna i mossa i Hagfors stads närhet (röda punkterna diagrammet) inte följer de andra kurvorna kan bero på ett "statistiken ljuger..." fenomen. Då man räknar ut medelvärdet kommer några få förhöjda värden att kraftigt höja medelvärdet. För krom finns några höga halter (över 50 mg/kg mossa) bl.a. i några nya mätpunkter vi inte mätt tidigare. Dessa punkter höjer medelvärdet kraftigt. Det kan vara mer riktigt att jämföra medianvärden om man vill se trender i undersökningar där man har en del kraftigt avvikande värden. Då man i nationell miljöövervakning alltid jämför medelvärden har vi valt att här göra detsamma

I diagrammet är medianvärdet markerat med en prick med blå ring. OBS att medianvärdet – alltså mittenvärdet – inte är jämförbart med övriga punkter i diagrammet. Se även förklaring sid 27.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Lista: Kromhalt mg/kg TS

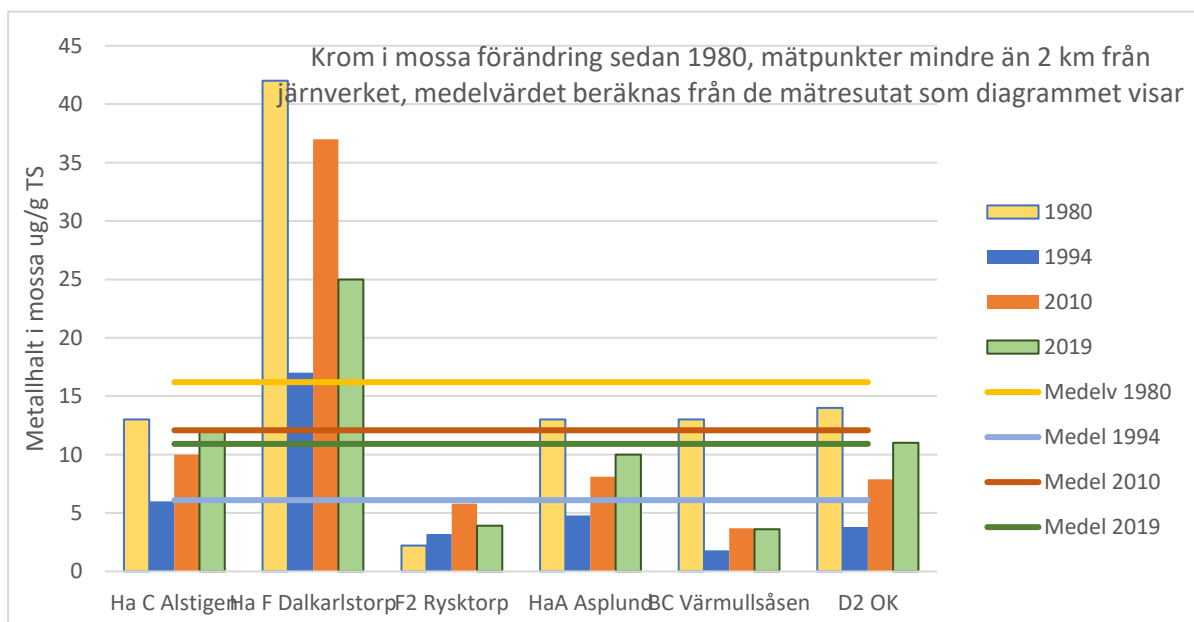
Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	60			13
Ha D Örbäcksdalen	54	22	9,6	8,6
Ha C Alstigen	12	10	6	13
Ha G Blinkenbergsparken	51		69	13
Ha F Dalkarlstorp	25	37	17	42
F2 Ryskorp	3,9	5,8	3,2	2,2
HaA Asplund	10	8,1	4,8	13
BC Värmullsåsen	3,6	3,7	1,8	13
D2 OK	11	7,9	3,8	14
B4 Skidstadion	11	3,3	3,8	13
AB Kallkälldalen	16	5,3	6,2	7,4
A3 Sundfall	6,2	1,7	3,1	7,4
E3 Gastberg	3,5			14
D3 Kärråsen	11	6	5,6	11
B5 Dalen	7,9	2,8	1,6	10
C2 Värmullsåsen topp	2	1	0,7	3,2
F3 Fiskartorp	1,8	2,1	1,4	1,4
D4 Knackarot	3,8	5,2	2,6	4
A4 Tjädertorp	3,6	1,8	2,4	2,4
B6 Hästberg	3,7	2,5	1,8	9,4
E4 Vägbacken	3,3	4	2	4,5
C3 Ullen	1	0,9	0,4	0,8
<b>Resultat 1980-2019 : Alla lokaler</b>				
<b>Median</b>	7,1	4	3,2	10
<b>Medel</b>	13,9	6,9	7,3	10,4
<b>Max</b>	60,0	37,0	69,0	42,0
<b>Exakt jämförbara platser (18 st.)</b>				
<i>Median jämförbara platser</i>	5,1	3,9	2,9	8,4
<i>Medel jämförbara platser</i>	6,6	4,2	3,0	7,6

Platserna i listan är sorterade efter avstånd till stålverket .

Av de lokaler som ligger inom 2 km från stålverket (tom, D2 OK) är endast sex st. exakt jämförbara med tidigare, Dessa är kursiverade i tabellen. Kromhalten har jämfört med 2010 stigit i två av dem. I de mätpunkter som är jämförbara längre från järnverket har kromhalter stigit i de flesta. Varför är okänt. Ha D Örbäcksdalen ligger 2019 något närmare stålverket än tidigare mätplats, vilket säkert förklarar att halten blev högre 2019.

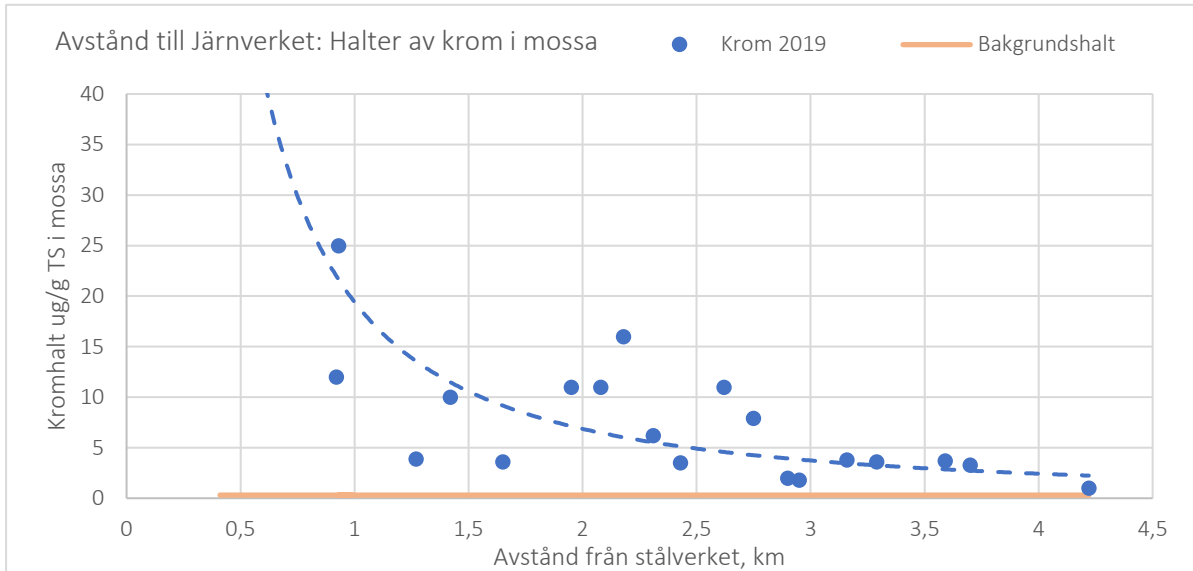
I Karlstad tätortsnära undersökning år 2015 var medelvärdet 0,38 mg/kg TS och maxvärdet var 2,4 mg/kg TS, betydligt lägre än Hagfors halter. Medelvärdet år 2015 för Värmland var 0,36 mg/kg TS. Sandvik hade ett medelvärde på 17 mg/kg TS i omgivningarna. Inom industriområdet var medelvärdet 80 mg/kg TS, alltså betydligt högre än de vi mätt upp i Hagfors. Även här är krom den enda metall som ökat i vissa provpunkter.

Nedan diagram visar förändringen i de sex mätpunkter närmast stålverket som är EXAKT jämförbara. 1994 uppmättes de lägsta halterna. Variationerna kan givetvis bero på olika produktionsförhållanden i stålverket.



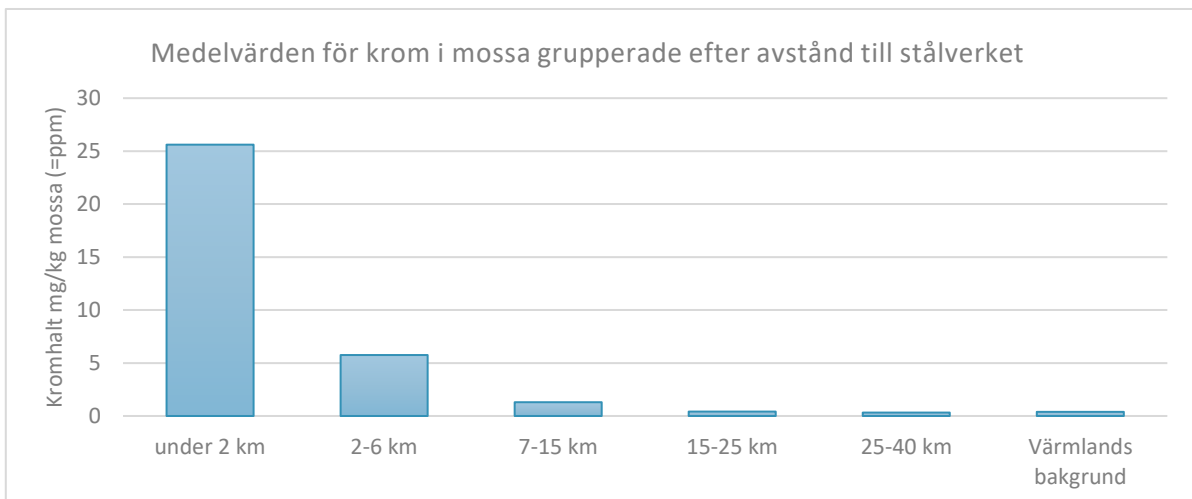
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Samband mellan avstånd till stålverket och halt av krom i mossa



Som förväntat finns ett tydligt samband mellan kromhalten i mossa och närheten till stålverket. De tre högsta värdena ligger alla inom ett avstånd av 1 km från stålverket mot nordost. Referensprovet norr om Ekshärad var 0,31 mg/kg TS, bakgrundshalten i Värmland 0,36 mg/kg, Ingen lokal i Hagfors tätortsnära undersökning kom under det värdet.

Hur lång sprider sig krom från stålverket? Undersökningen 1980 fokuserade på spridningsmönster. Slutsatsen var att krom då spred sig längst mot nordost c:a en mil från stålverket. Uppmätta kromhalter från rikets mossundersökning 2015 inom Hagfors kommun ger en möjlighet att extrapolera vår avståndskurva. Luftemissionen av krom sprider sig idag kring 15 km från stålverket utifrån medelvärdesberäkningar.



Krom finns i liten mängd, 2 %, i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På 2-6 km avstånd från stålverket är halterna ungefär 10 ggr högre än det värmländska bakgrundsvärdet för krom. Först på ett avstånd av c:a 15 km har kromhalterna kommit ner i bakgrundshalten.



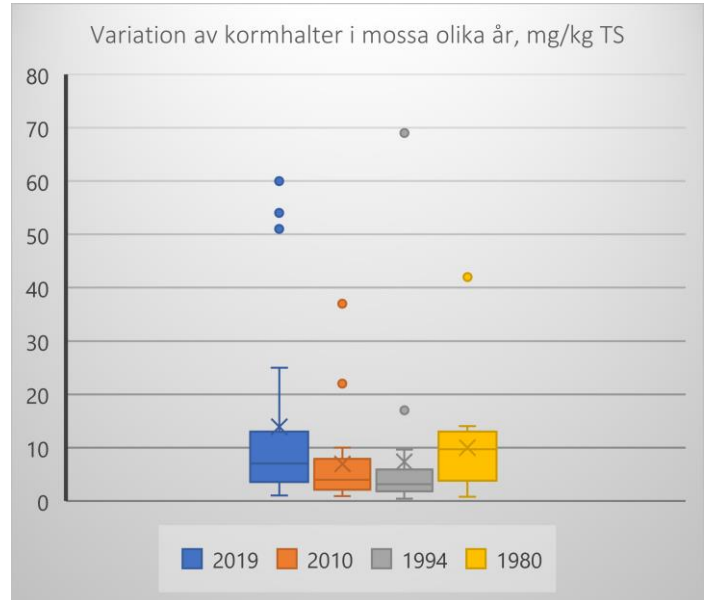
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

Varför ser vi inte en minskning av kromhalten i mossa på samma sätt som för nickel?

Kromhalten har minskat både i fisk och har halverats i sediment sedan 2014. Kromhalten är inte hög i det stoft som renas vid stålverket, utan snarare lägre än t.ex. nickel. Kromhalten från reningsdammen till Värmullen är inte heller anmärkningsvärt hög.

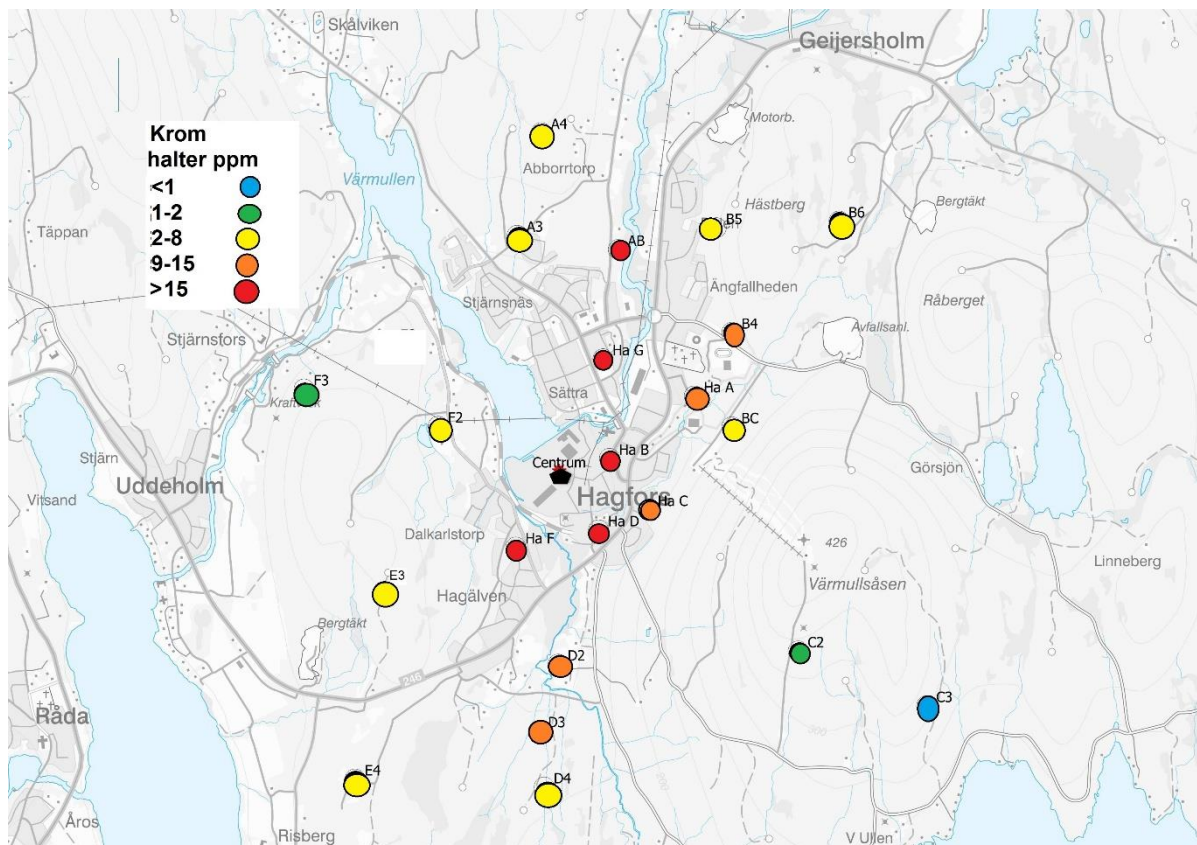
Vi har idag ingen förklaring till varför krom skiljer ut sig i mossundersökningen.

Variationen av mätresultaten av krom i mossa är högre 2019 än tidigare år, vilket sannolikt beror på urvalet av mätpunkter. Detta medför ett högre medelvärde. (förklaring till Lådagrammet, se t.ex. sid 21)



### Spridningskarta krom

De tre mätpunkter med värden över 50 mg Cr/kg mossa är Ha D, Ha B och Ha G, alla inom 1 km från stålverket.

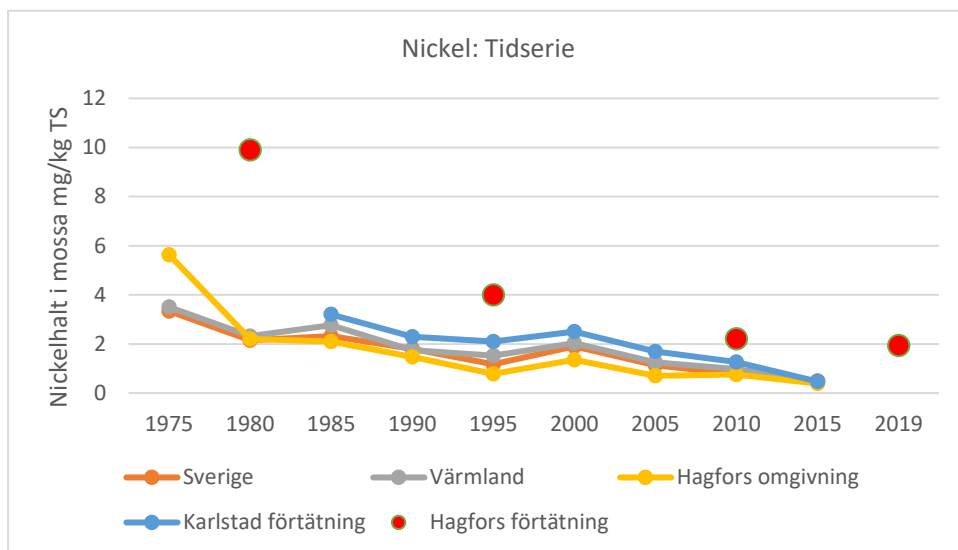


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Nickel

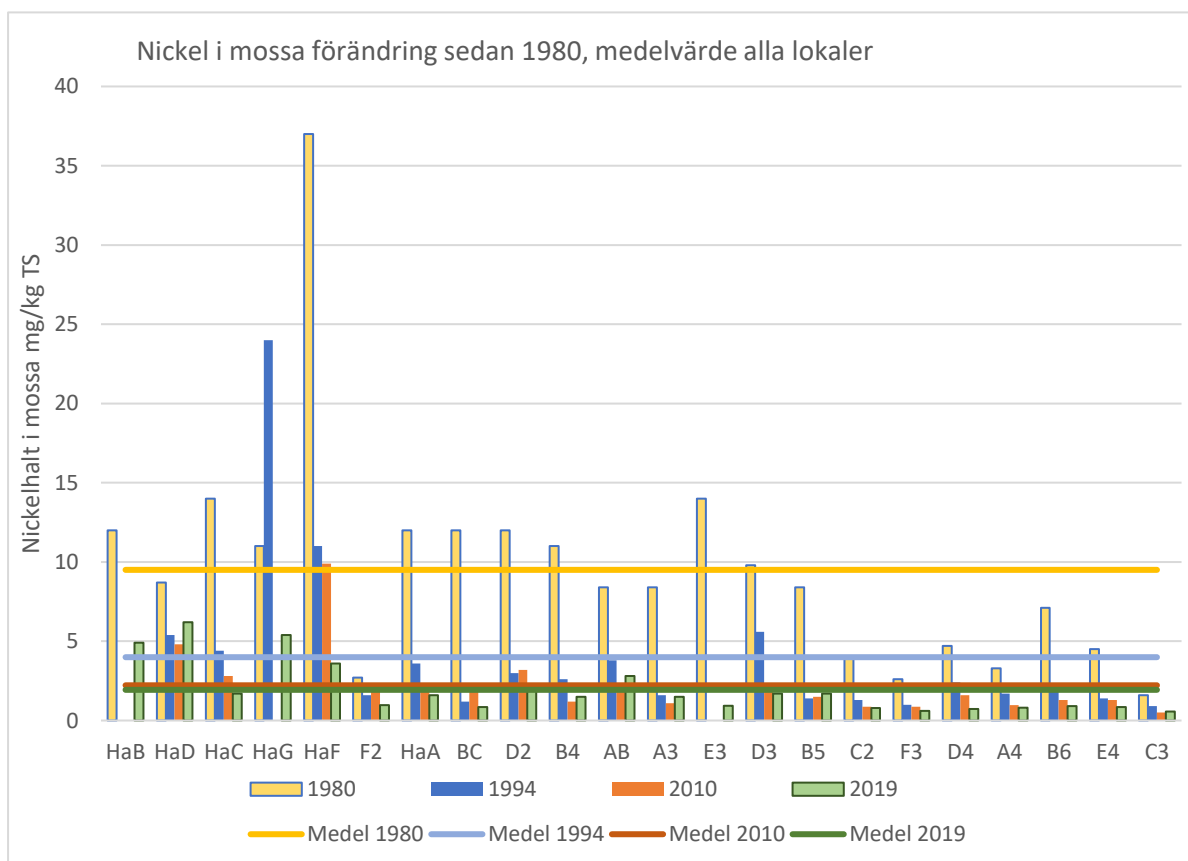
Nickel är en relativt vanlig metall i jordskorpan. Nickel används som ytbehandlingsmedel p.g.a. dess motståndskraft mot korrosion. Metallen används även i nickel-kadmiumbatterier. Nickel används även ofta i legeringar, Uddeholms AB använder en del nickel i sitt specialstål. Ibland brukar man kalla nickel, krom, järn och zink för "järnmetallerna".

### Tidsserier för nickel



Diagrammet visar att halten av nickel under ett tidsspänn på 40 år har mer än halverats. I tätorten har nickelhalten minskat mer än riket.

### Nickelhalten har minskat i alla undersökta lokaler sedan 1980



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Lista: Nickelhalt mg/kg TS

Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	4,9			12
Ha D Örbäcksdalen	6,2	4,8	5,4	8,7
<i>Ha C Alstigen</i>	1,7	2,8	4,4	14
Ha F Blinkenbergsparken	5,4		24	11
<i>Ha G Dalkarlstorp</i>	3,6	9,9	11	37
F2 Rysktorp	0,98	1,8	1,6	2,7
HaA Asplund	1,6	2,2	3,6	12
BC Värnullsåsen	0,84	2,2	1,2	12
D2 OK	2	3,2	3	12
B4 Skidstadion	1,5	1,2	2,6	11
AB Kallkälldalen	2,8	2,2	3,8	8,4
A3 Sundfall	1,5	1,1	1,6	8,4
E3 Gastberg	0,93			14
D3 Kärråsen	1,7	1,9	5,6	9,8
B5 Dalen	1,7	1,5	1,4	8,4
C2 Värnullsåsen topp	0,79	0,87	1,3	3,9
F3 Fiskartorpet	0,6	0,86	1	2,6
D4 Knackarot	0,73	1,6	2,4	4,7
A4 Tjädertorp	0,81	0,98	1,7	3,3
B6 Hästberg	0,91	1,3	2	7,1
E4 Vågbacken	0,84	1,3	1,4	4,5
C3 Ullen	0,57	0,5	0,9	1,6
<b>Alla lokaler ovan</b>				
<b>Median</b>	1,5	1,6	2,2	8,7
<b>Medel</b>	1,9	2,22	4	9,9
<b>Max</b>	6,2	9,9	24	37
<i>Jämförbara platser (kursiverade)</i>				
<i>Median</i>	<i>1,2</i>	<i>1,6</i>	<i>1,9</i>	<i>8,4</i>
<i>Medel</i>	<i>1,3</i>	<i>1,6</i>	<i>2,3</i>	<i>7,4</i>

**Faktaruta:** Lådagram ska läsas så här: Fyrkanten representerar det mittersta hälften av alla värden. "Höjden" på lådan är avståndet mellan övre och undre kvartilen. 50 % av alla värden finns inom lådan. Medelvärde ritas med ett kryss, medianvärdet (mittenvärdet) med ett vågrätt streck. Värden tre gånger större än kvartilavståndet (lådans höjd) är markerade med punkter. De betraktas som "utliggare", dvs extremvärden som man bör bortse ifrån.

Platserna i listan är sorterade efter avstånd till stålverket. På de flesta jämförbara platser har nickelhalten minskat.

I Luleås undersökning år 2015 kring SSAB var medelhalten för nickel i mossa 1,59 mg/kg inom en area av 2 km runt stålverket.

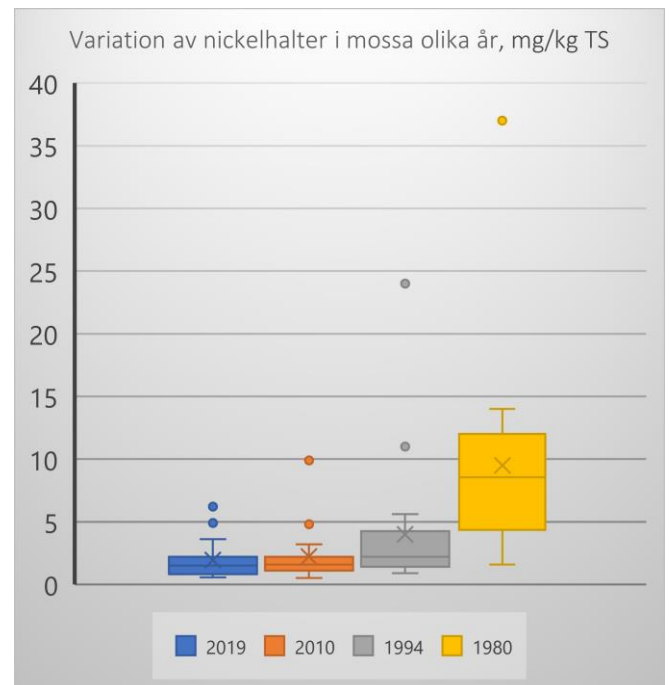
Uppmätt maxhalt var 2,7 mg/kg. Sandvik mätte en medelhalt på hela 10,1 i närområdet och 180 mg/kg TS inne på fabriksområdet.

I undersökningen "Karlstad förtätning 2015" var medelvärdet för nickel 0,47 mg/kg och maxvärdet var 2,8 mg/kg, båda betydligt lägre än Hagforsundersökningen 2019.

Medelvärdet för Värmland år 2015 för nickel var 0,5 mg/kg TS.

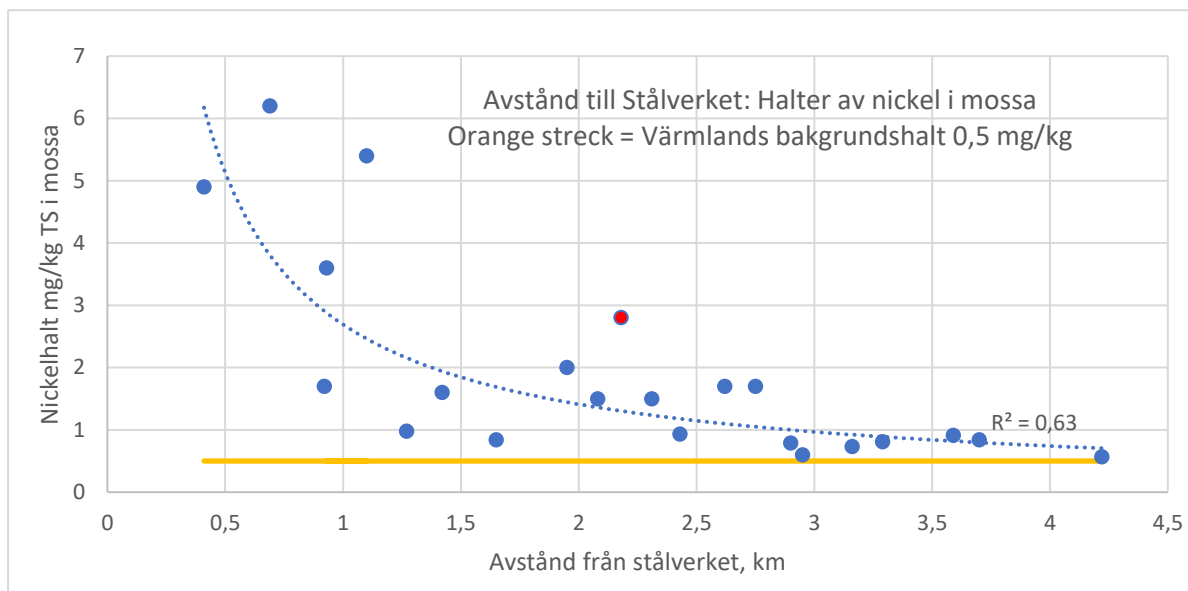
Lådagrammet nedan visar att spridningen av mätpunkternas nickelhalter har minskat.

Extremvärden finns, men har minskat betydligt i halt.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

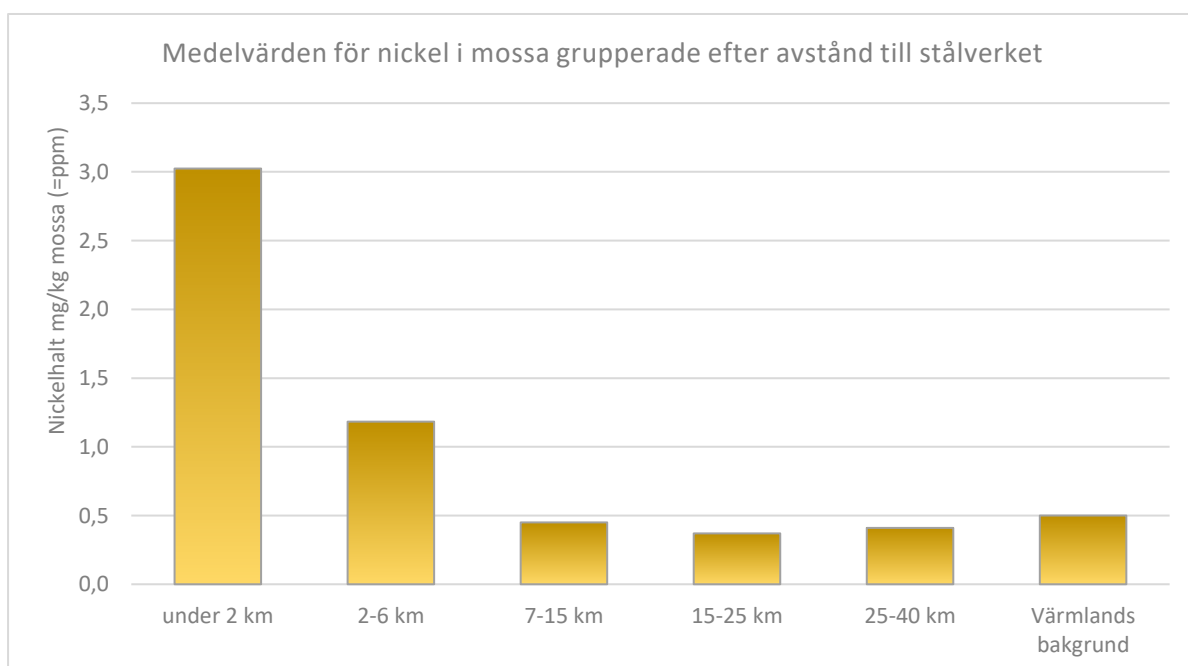
## Samband mellan avstånd till stålverket och halt av nickel i mossa



Det finns ett tydligt samband mellan nickelhalten i mossa och närheten till stålverket.

Bakgrundshalten mätt vid referensprovet norr om Ekshärad ligger på 0,24 mg/kg TS. Ingen lokal i Hagfors närhet kom under det värdet. Bakgrundshalten i Värmland är 0,5 mg/kg mossa och är markerad med gult streck i diagrammet.

På ett avstånd av 3-4 km från Hagfors är nickelhalterna nästan nere på medelhalten för Värmland. I undersökningen år 1980 konstaterades att påverkan från nickel i atmosfären avtog efter c:a 3-5 km i alla riktningar förutom i nordost där halten av nickel inte kom ner i bakgrundsvärdet förrän efter 15 km. Undersökningen 2019 tyder på likande förhållanden – vinden för med sig partiklarna något längre mot nordost.





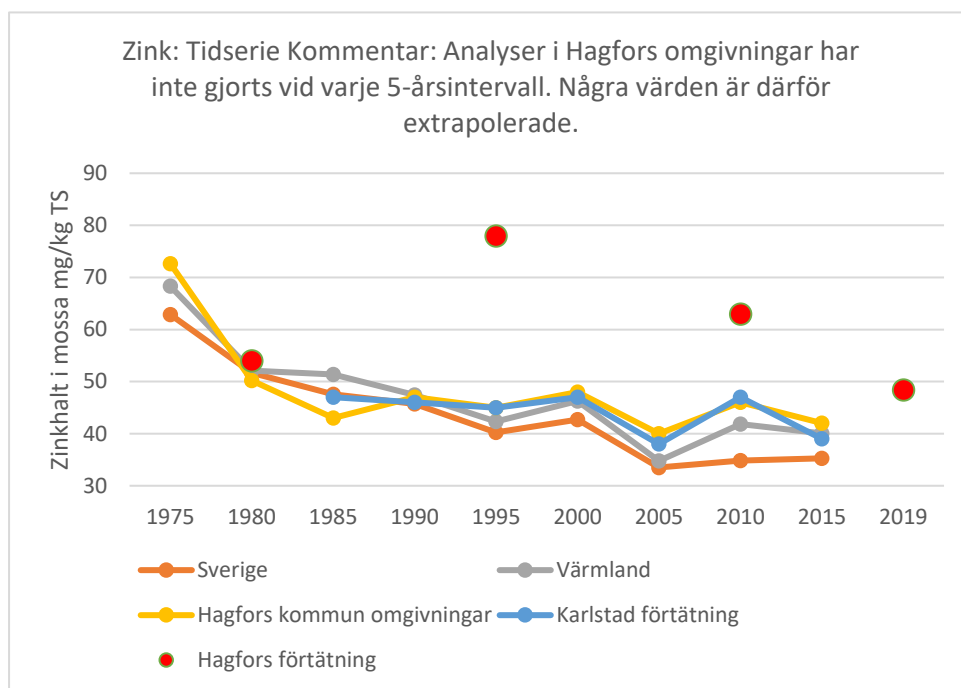
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Zink

Zink förekommer inte i ren form i naturen utan finns bunden i många mineraler. Zink används bland annat som korrosionsskydd (förzinkning och galvanisering), i legeringar samt även vid produktion av gummi, däck, kosmetika, pigment och bekämpningsmedel. 38 % av stålverkets stoft består av zink. Zink emitteras också diffust till luft från däckslitage.

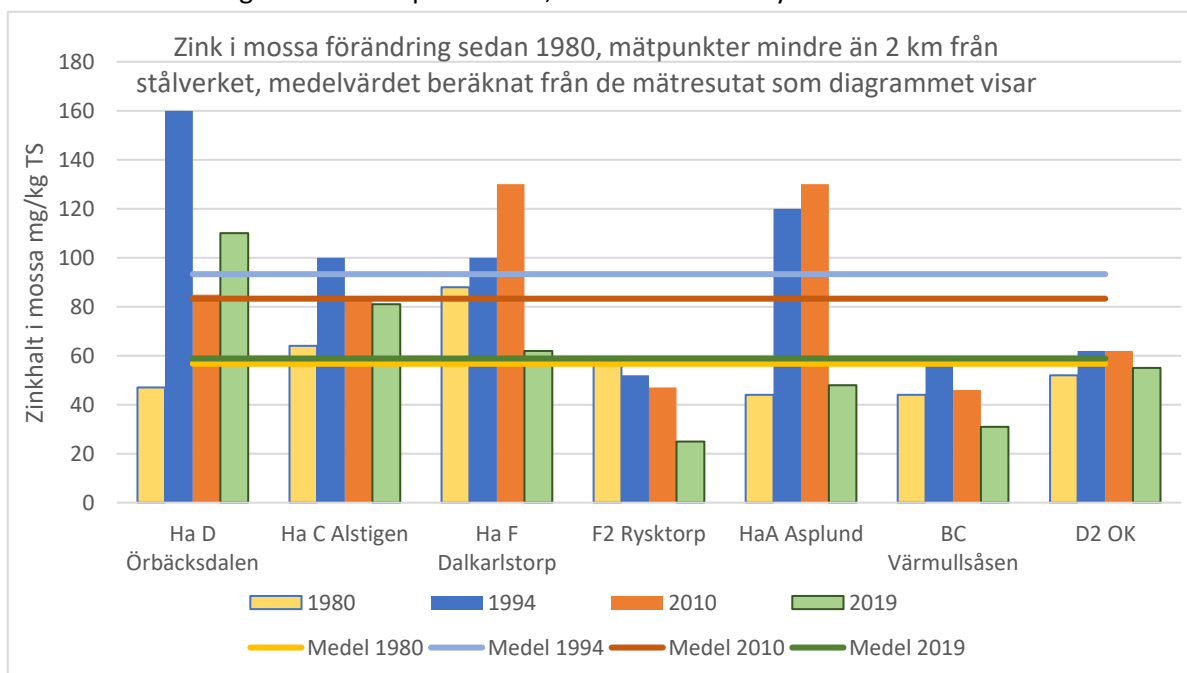
Zink är ingen giftig metall utan finns naturligt i allt levande. I för höga doser kan det dock vara giftigt, speciellt för växter och vattenlevande djur. Därför finns gränsvärden för zinkhalt i vatten.

### Tidsserier för zink



Diagrammet visar att medelhalten av zink under de senaste 19 åren har mer än halverats. Det är ett förväntat resultat, då Uddeholm under denna period har gjort stora ansträngningar med installation av stoftavskiljare.

Zinkhalten har minskat i nästan alla lokaler. Tydligast syns detta i lokalerna närmast stålverket. Kommentar till diagrammet: Mät punkt Ha D, Örbäcksdalen är flyttad närmare stålverket.

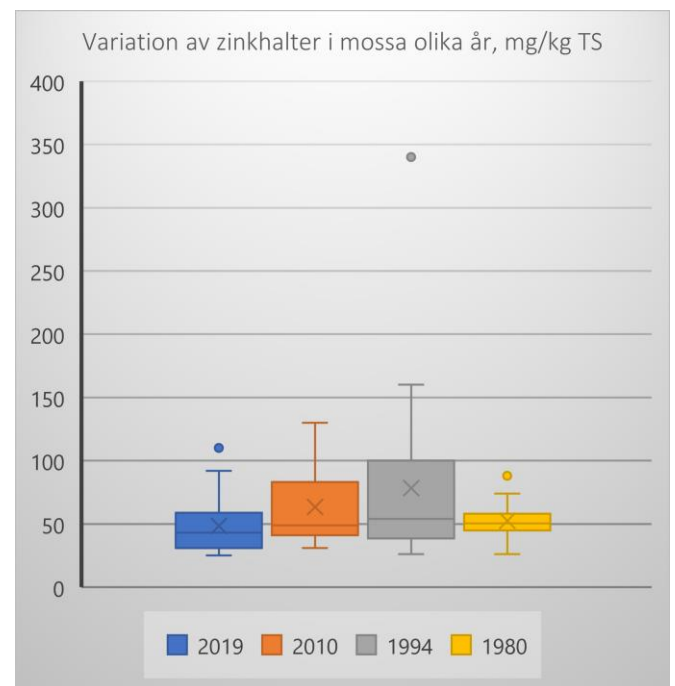


## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Lista: Zinkhalt mg/kg TS

Plats	2019	2010	1994	1980
Ha B Björkenstamsvillan	61			74
Ha D Örbäcksdalen	110	85	160	47
Ha C Alstigen	81	83	100	64
Ha G Blinkenbergsparken	92		340	70
Ha F Dalkarlstorp	62	130	100	88
F2 Rysktorp	25	47	52	58
HaA Asplund	48	130	120	44
BC Värmullsåsen	31	46	59	44
D2 OK	55	62	62	52
B4 Skidstadion	46	71	51	53
AB Kallkälldalen	49	83	105	49
A3 Sundfall	44	49	33	49
E3 Gastberg	29			58
D3 Kärråsen	42	31	75	48
B5 Dalen	58	65	26	55
C2 Värmullsåsen topp	31	42	34	56
F3 Fiskartorpet	33	84	56	26
D4 Knackarot	31	39	41	46
A4 Tjädertorp	38	41	40	28
B6 Hästberg	42	39	40	57
E4 Vågbacken	32	45	38	42
C3 Ullen	25	31	33	45
<b>Alla mätvärden ovan:</b>				
<b>Median</b>	43	49	54	53
<b>Medel</b>	48	63	78	54
<b>Max</b>	110	130	340	88
<i>Jämförbara platser, 18 st. kursiverade i listan</i>				
<i>Median</i>	42	48	51,5	49
<i>Medel</i>	42	58	57	48

Listan är sorterad efter mätpunktens avstånd till stålverket. I de flesta lokaler har zinkhalten minskat sedan 1980. Jämför man halterna mellan 2010 och 2019 har de minskat i nästan alla provplatser som är jämförbara. De lokaler som ligger närmast stålverket har de högsta halterna. Spridningen i av uppmätt zink (se nedan diagram) har minskat från både 1994 och 2010 i absoluta halter. Det är en effekt av att utsläppen från stålverket är lägre.



Medelvärdet för zink år 2015 i den förtätade undersökningen runt Karlstad var 39 mg/kg och maxvärdet var 65 mg/kg, något lägre än i Hagfors 2019, vilket visar att zink inte bara

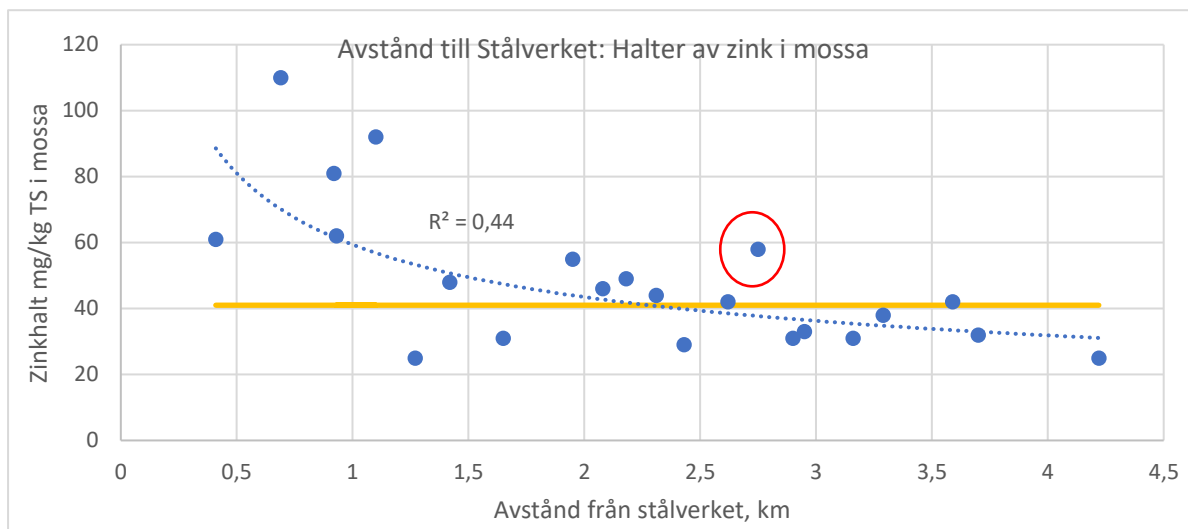
emitteras till luften från stålindustrier. Medelvärdet för zink i bakgrundsmätningen Värmland var 41 mg/kg TS år 2015, alltså inte mycket högre än det vi mätt upp i Hagfors. Zinkhalten i mossa når ner till bakgrundsnivån bara någon km från Hagfors stad.

SSABs undersökning över Luleå visar en medelhalt av zink 2 km runt stålverket på 36,7 mg/kg mossa. Maxhalt var 50,9 mg/kg TS. Sandvik toppar med ett medel 120 mg/kg som snabbt sjunker till bakgrundshalt 47 mg/kg, ungefär som Hagfors. Högsta zinkhalterna i den nationella undersökningen av bakgrundsnivåer uppmättes till 320 mg/kg mossa i Finspång. Även i Ragunda, Jämtland har i undersökningen 2015 uppmätts halter som låg över maxvärdet vi uppmätte i Hagfors.

Det är oklart varför zinkhalterna som uppmättes 1980 är så låga. Vi kan inte finna någon förklaring till det.

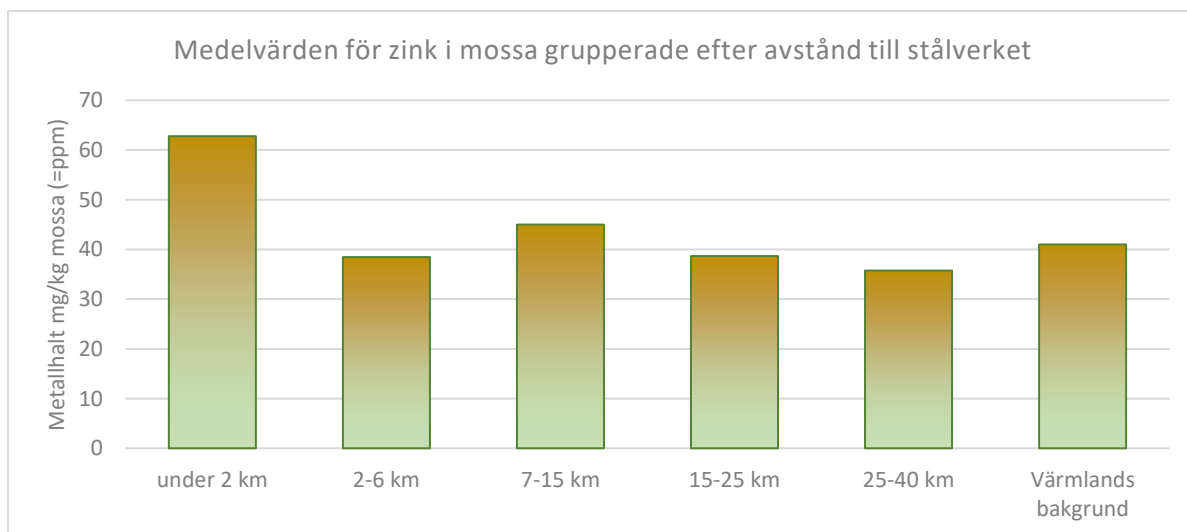
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Samband mellan avstånd till stålverket och halt av zink i mossa



Samband mellan zinkhalten i mossa och avståndet från stålverket är inte lika starkt som det mellan avstånd stålverket - nickel och krom. Kurvans funktion har ett något lägre  $R^2$ -värde än för de andra "järnmetallerna". Anledningen är antagligen att det finns utsläpp från andra punktkällor. Det kan skönjas i mätpunkt inringat med rött, vilket indikerar ytterligare en lokal källa på Ångfallhedens industriområde. Fjärrvärmeverkets rök innehåller zink som finns naturligt i trä.

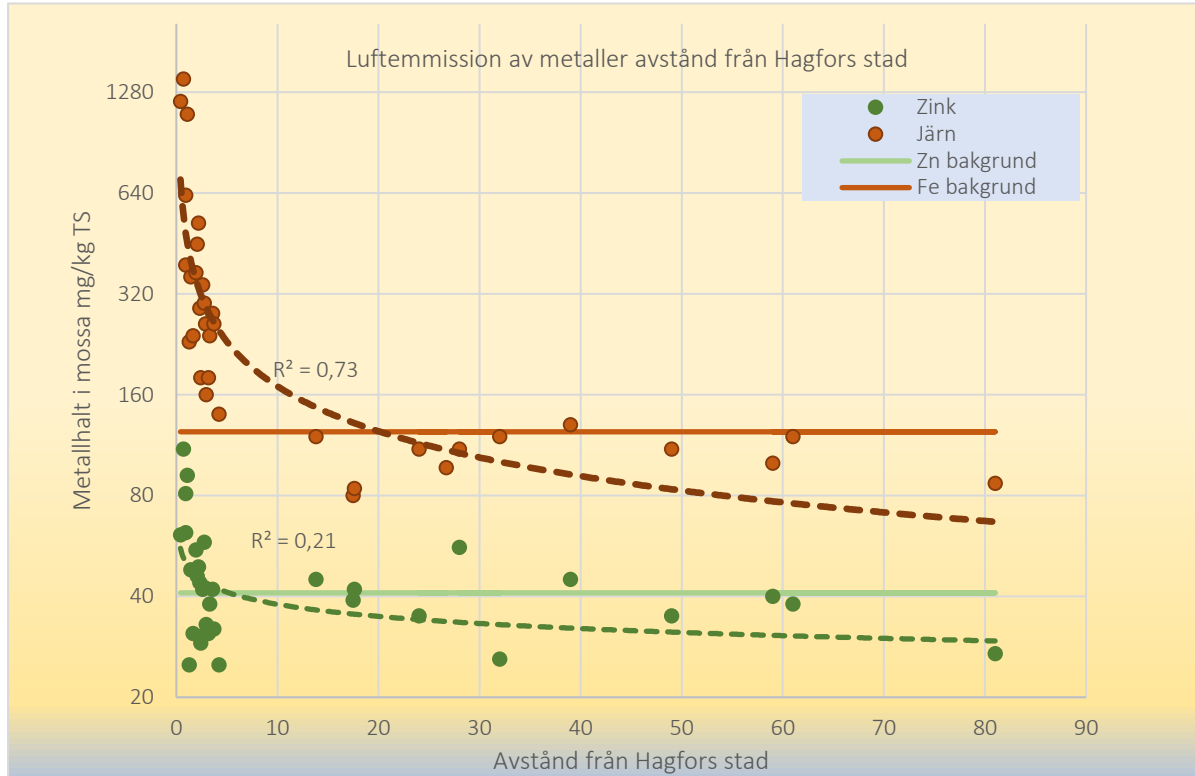
Bakgrundshalten mätt vid referensprovet norr om Ekshärad ligger på 16 mg/kg TS, så lågt när ingen mätpunkt i undersökningen. Medelvärdet för Värmland, markerad med en gul linje i diagrammet, ligger på 41 mg/kg. Hagfors mätpunkter kommer ner till det värdet redan drygt 1 km från stålverket. Det är ett kortare spridningsavstånd än för nickel och krom. Samma resultat erhöles vid undersökningen 1980, som gjordes med syfte att se spridningsmönster. Då kom halterna av zink ner i bakgrundsvärde (som då låg på 45 mg/kg mossa) efter 2 km till skillnad mot nickel och krom. Det kan bero på två saker – antingen på att bakgrundsvärdet relativt sett är högre för zink än för nickel och krom (det finns andra diffusa källor än stålverket), eller så sprids zink i tyngre partiklar som snabbare faller ner än nickel och krom.





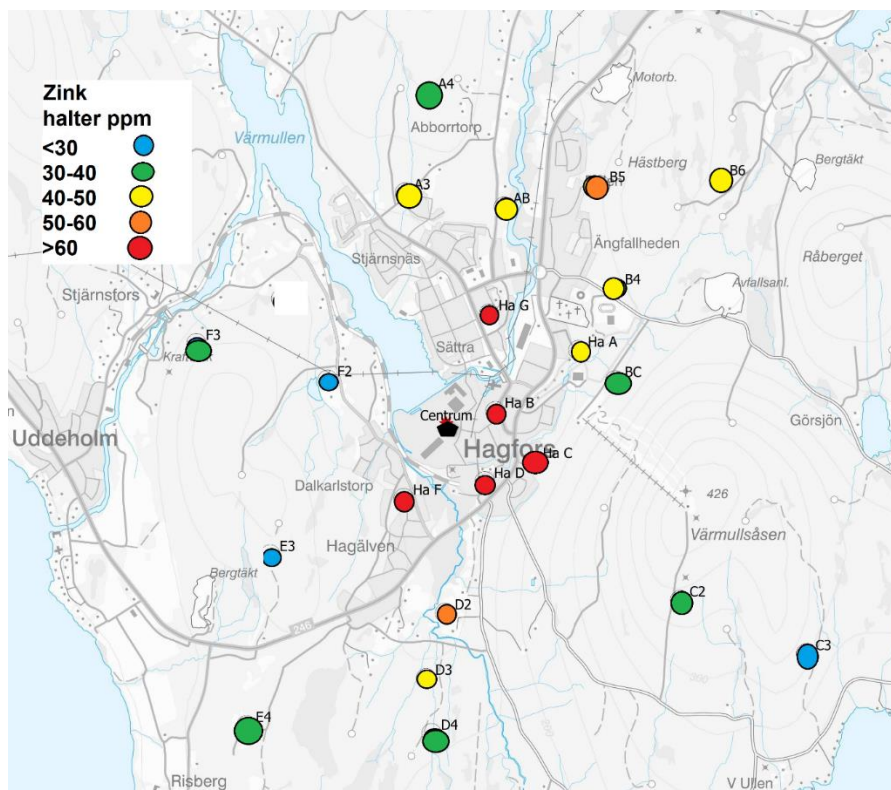
## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

Zink finns i det stoft som sprids från Hagfors stålverk. Halterna närmast stålverket ligger betydligt högre än omgivningen. På 2 km avstånd från stålverket är halterna ungefär lika det Värmländska bakgrundsvärdet för zink.



Diagrammet visar två saker: Järn sprids längre än zink innan bakgrundsvärdet nås och järn har en högre korrelation till närheten av stålverket än zink. (Högre  $R^2$  värde)

## Spridningskarta zink



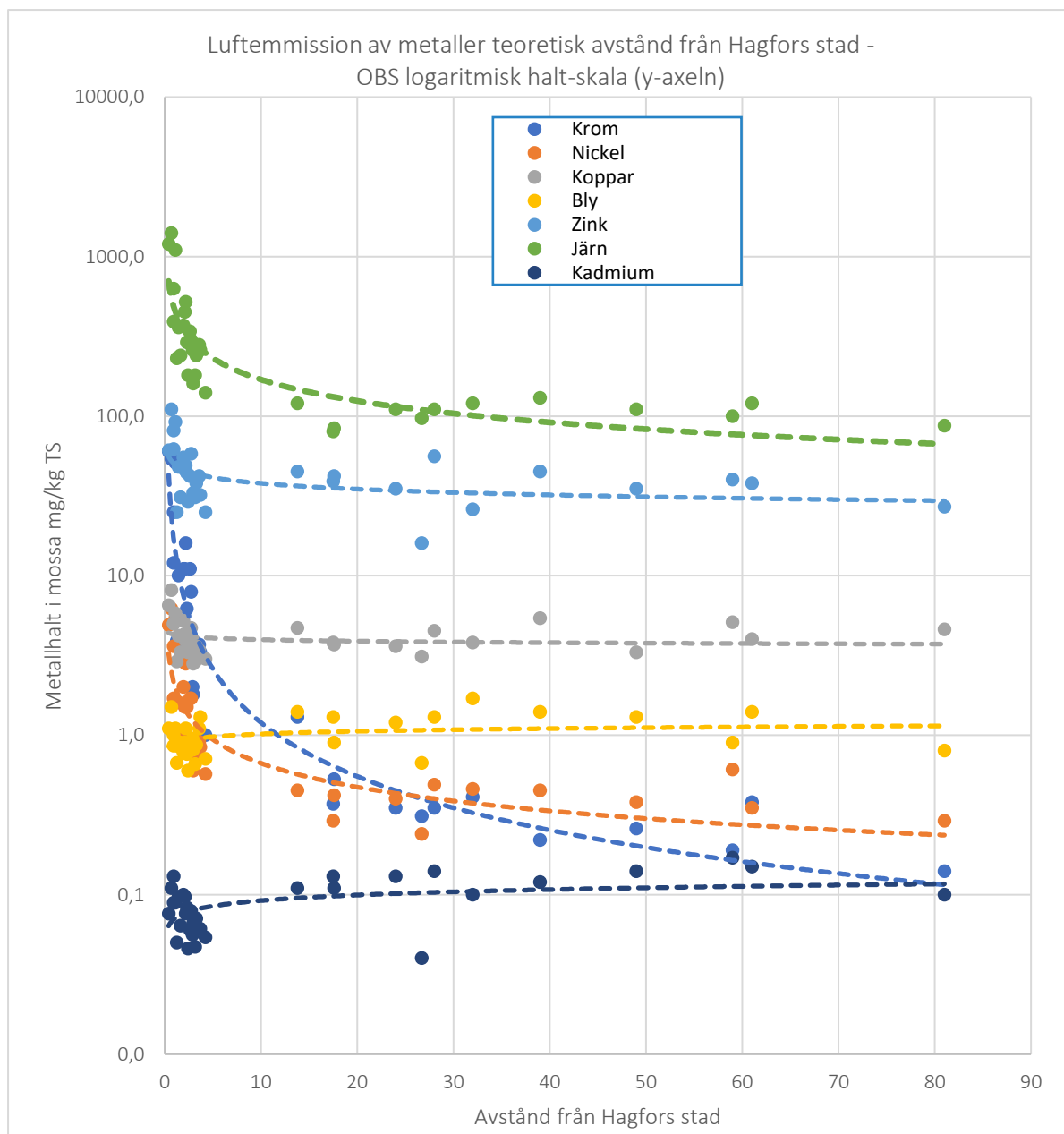
2019-12-23

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Spridningssträckor

Alla metaller har högre halter i luft i tätorter än på landsbygd. Halterna av långväga luftburna metallerna (bakgrundsvärdet) spås på från lokala källor i tätorten. Genom att använda mätpunkter i Hagfors närhet som analyseras genom den rikstäckande mossundersökningen av luftburna metaller kan man få en bild av hur lång sträcka från Hagfors Stad lokala emissioner påverkar omgivningen. Avståndspåverkan ritas då upp inkluderande bakgrundsmätningarna som positionsbestämts och där avståndet till stålverket har mätts upp. Dessa nationella mätpunkter syns på karta, sid 7.

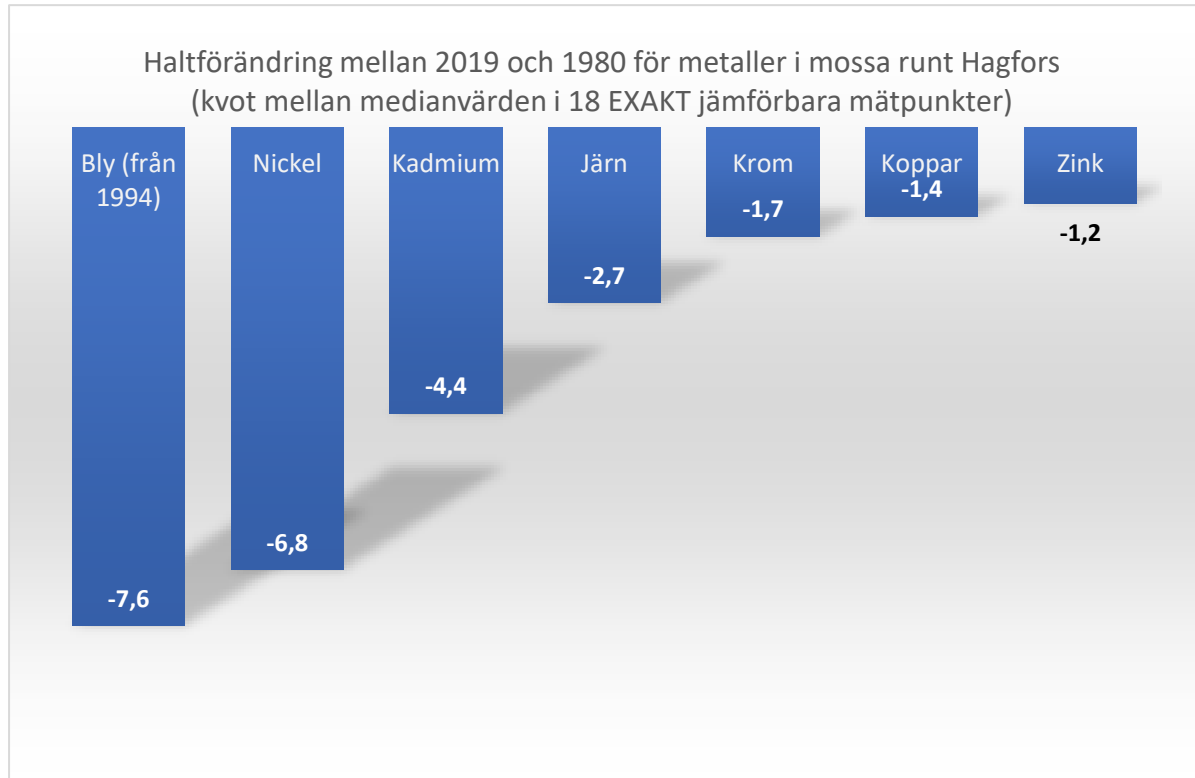
En liten förhöjd halt i Hagfors närhet påverkar inte omgivningen särskilt långt från staden. Det gäller för kadmium, bly och koppar. Zink har – något förvånande ett liknande spridningsmönster- mindre än 5 km från Hagfors stad är halterna nere i bakgrundsnivåer. Avmattningskurvorna för järn, krom och nickel avviker – nickelkurvan når bakgrundshalter 5 km från centrum. Krom och järn verkar påverka ett område upp till 10-15 km från Hagfors stad. Det beror på att de emitterade halterna av nickel och krom är kraftigt förhöjda vid utsläppskällan (stålverket) i jämförelse med bakgrundsvärden till skillnad mot zink.



## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

### Haltförändringen under 40 år

Förändringen av metallhalter i mossa i Hagfors närhet visas bäst med medianvärdets förändring. Skillnaden i medianvärdet har beräknats för den serie med exakt samma mätpunkt med 40 års mellanrum, uttryckt som minus halt1980/halt 2019.



Bly är den metall som har minskat mest – medianvärdet har minskat nästan 8 ggr – på 40 år mellan 1994 och 2019. Även nickel och kadmium har minskat kraftigt. Medianvärdet för järn ligger på c:a en tredjedel. Koppar, krom och zink har minskat, men inte lika mycket.

### Jämförelse med andra undersökningar

Flera kommuner passar på att göra undersökningar samtidigt som den rikstäckande undersökningen sker. Senast var detta 2015. Det är inte möjligt att jämföra de tätortsnära undersökningarna med varandra, då antalet prover inom undersökningen varierar och mätpunkterna ligger på olika avstånd från centrum. Sandviks undersökning t.ex. delas i två, varav en är INOM industriområdet, därför är halterna så höga.

Tätortsnära undersökningar					
Metall halter i mg/kg TS	Medel Hagfors 2019	Medel Karlstad 2015	Medel SSAB Luleå När område 2015	Medel Sandvik. När område 2015	Medel Sandvik inom industriområde 2015
Kadmium	0,08	0,13	0,09	0,14	0,33
Krom	13,9	0,38	3,1	10,4	81,7
Koppar	4,2	5,7	5,9	5,9	23,1
Järn	433	158	2332	607	3734
Nickel	1,9	0,5	1,6	10,1	158
Bly	0,9	0,7	2,4	2,5	9,8
Zink	48	39	37	46	120

## Delrapport 2 Metaller i mossa Värmullenprojektet

## Bakgrundsundersökning genom riksnätet

Metall halter i mg/kg TS	Medel Hagfors 2015	Medel stål-industri-kommuner i vår region 2015	Medel Värmland 2015	Medel Vår region 2015	Medel Sverige 2015
Kadmium	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12
Krom	0,73	0,98	0,39	0,45	0,38
Koppar	4,07	4,44	4,3	4,1	4,2
Järn	95	156	124	144	137
Nickel	0,39	0,86	0,5	0,51	0,49
Bly	1,19	1,41	1,29	1,3	1,3
Zink	42	39	41	38	35

Vårt förslag är att de kommuner som gör undersökningar i **närområdet** år 2025 tillämpar en liknande redovisning av sitt resultat och delar in medelvärdesberäkningarna i lämpliga zoner från centrum. Jämför man **bakgrundsvärden** i Hagfors kommun med bakgrundsvärden i andra stål-kommuner i vår region är metallhalterna lägre eller lika i vår omgivning för alla metallhalter. Vår region räknar in hela Mellansverige i den nationella mossundersökningen. Det är ett bra bevis på att stoftreningen på Hagfors stålverk fungerar bra.

Diagrammet nedan för "järnmetallerna" visar att de utsläpp som sker från stålverket i Hagfors inte påverkar bakgrundshalterna i vår omgivning i någon större grad. Skalorna är relativa. Medel Hagfors är alltså medelhalten av provpunkterna i Hagfors närhet enl. karta över Nationella mätpunkter runt Hagfors sid 7.

