

## HÖG KONCENTRATION JÄRN I DRICKSVATTEN – EN POTENTIELL HÄLSORISK

### Elevated concentration of iron in drinking water – a potential health risk

av INGEGERD ROSBORG, G:a Långebrogatan 38, 291 59 Kristianstad  
e-post: [rosborg@spray.se](mailto:rosborg@spray.se)



#### Abstract

Iron is an important nutrient, and is included in e.g. haemoglobin. It is excreted in very small amounts. High intake, mainly from Fe in medicines or supplements, may cause bloody diarrhoea, and later acidosis, liver- and kidney damage and heart failure. Fe from drinking water is infrequently discussed. 1. Cows and calves on a farm in southern Sweden suffered from bloody diarrhoea, loss of appetite and weight, apathy, paralysis and finally death. The well water had high iron concentration, 1.3 mg/L. Autopsy of four calves showed inflammation of parts of the gastric tract. When the farmer changed well the problem cancelled out. 2. A stud owner reported problems with diarrhoea and weight loss on horses. People and cattle also had suffered from severe diarrhoea and additional health problems. The water Fe concentrations were 1.0–5.5 mg/L. Hair of four horses and the son all had elevated Fe levels. 3. A man had constant constipation and pains in joints and head. His hair had extremely high iron concentration, as well as his drinking water, 3.5 mg/L. 4. Two other men had constant diarrhoea. Their drinking waters were high in Fe, 5.1 mg/L.

It can be concluded that high iron levels in drinking water, >1 mg/L, can be a health risk.

*Key words* – drinking water, iron, diarrhoea, horses, cattle, cows, well water, men, hemochromatosis, Crohn's disease

#### Sammanfattning

Järn är livsviktigt och ingår bl.a. i hemoglobin. Det utsöndras i mycket liten grad. Akut järnförgiftning orsakas oftast av Fe-innehållande mediciner och kosttillskott och kan ge blodiga diarréer, acidosis, skador på lever och njurar samt hjärtsvikt. Förgiftningsmekanismen tros vara inledd med akut slemhinneskada av Fe, som en direkt korrosionseffekt. För mycket järn via dricksvatten diskuteras sällan. 1. Åtskilliga kor och kalvar dog på en gård, efter kraftiga och blodiga diarréer, aptit- och viktförlust, apati och förlamning. Vattnet visade vid analys mycket hög Fe-halt, 1,3 mg/l. Delar av mag/tarmsystemet var inflammerat på fyra obducerade kalvar. När bonden bytte brunnsvatten upphörde problemen. 2. En hästägare råkade ut för viktförlust, diarré och andra symtom på sina hästar. Även människor och nötkreatur på gården hade periodvis lidit av diarré och andra hälsoproblem. Vattnet hade 1,0 – 5,5 mg Fe/l. Hår från några hästar samt en son hade samtliga högt Fe. 3. En man med förstoppning och ont i leder och huvud hade extremt hög Fe-halt i hår. Dricksvattenhalten var 3,5 mg/l. 4. Två andra män hade diarré. De hade båda hög Fe-halt i sina dricksvatten. En hade 5,1 mg/l.

Slutsats: Hög Fe-koncentration i dricksvatten, >1 mg/l, kan utgöra en hälsorisk.

#### Introduktion

Det finns mer Fe än grundämnen som Ca, Mg, K, S och N i jordskorpan, då Fe är det fjärde mest vanliga grundämnet. Fe är essentiellt för både växter och djur. Dess stora betydelse för människan har troligen medverkat till att höga halter Fe i dricksvatten har ansetts som harmlöst.

#### Järn i kroppen

Grundämnet förekommer i alla djur- och humanceller. Upptag av Fe från mag- tarmkanalen är vanligen ungefär 2 till 15 %, medan utsöndringen är cirka 0,01 % av den absorberade mängden per dag. RDI (Recommended Daily Intake, SLV 2009) är cirka 19 mg för vuxna

kvinnor och 8 mg för vuxna män. Gravida kvinnor behöver mer, cirka 27 mg per dag. Människokroppen lagrar mellan 3 och 5 g Fe. Ungefär 2/3 är bundet i hemoglobin, blodets syretransportör, 10% i cellernas syreförråd, myoglobin, samt Fe-innehållande enzymer. Återstoden lagras i framför allt levern. Fe absorberas som  $\text{Fe}^{2+}$  i övre tunntarmen och förs in i blodplasman där det binder till transferrin för vidare transport ut i cellerna. Ämnet inkorporeras i hemoglobin i benmärgen samt i lagringsmolekylerna ferritin och hemosiderin, som återfinns framför allt i levern. Fe kan frigöras från ferritin av reducerande ämnen som askorbinsyra och cystein. Med ökad Fe-belastning förefaller ferritin nå ett maximum och en större andel Fe återfinns i hemosiderin. Både ferritin och hemosiderin behåller intracellulärt Fe i bunden form och skyddar därmed till en viss gräns mot de problem överskott kan medföra. (Berne et al, 2000).

Fe absorberas som  $\text{Fe}^{2+}$  eftersom Fe i den formen har lägre benägenhet att komplexbindas än  $\text{Fe}^{3+}$ , och därmed förblir i jonform (Berne et al, 2000). Individer med Fe-överskott absorberar mindre Fe. Det förefaller råda homeostatisk kontroll för de flesta individer, d.v.s. de som inte har hemokromatos. Inflammation associeras med reducerad absorption av Fe (Bowman & Russel 2006). Mjölkk och ost, liksom högt intag av Ca, Co och Vitamin D kan minska Fe-upptaget betydligt. Å andra sidan ökas Fe-upptaget med ökande HCl-utsöndring i magsäcken, vilket sänker pH-värdet och därmed ökar Fe-komplexens löslighet (EMEA, 1998). Vitamin C reducerar  $\text{Fe}^{3+}$  till  $\text{Fe}^{2+}$  som absorberas lättare (NRC, 1980, Haug et al, 1998).  $\text{Fe}^{2+}$  kan transformeras till  $\text{Fe}^{3+}$  och vice versa i tarmarna (NRC, 1980).

### Järnöverskott

Akut järnförgiftning orsakas oftast av Fe-innehållande mediciner och kosttillskott och förekommer oftast hos barn. Under 1970-talet är årligen cirka 2000 barn i USA för mycket Fe(II)sulfattabletter med godisöverdrag. Förgiftningen yttrade sig genom kräkningar i 1–6 timmar efter intaget, ibland blodiga p.g.a. sårbildning i magsäckkanalen, vilket också medförde att avföringen antog en mörk nyans. Därefter följde matthet, rastlöshet, magont och tecken på shock, acidosis (försurning), leverskador, gråtoning av huden, samt försämrad blodlevering (Bergman et al, 1998). Acidosis är resultatet av frigjorda vätejoner vid transformeringen av  $\text{Fe}^{3+}$  till  $\text{Fe}^{2+}$ , samt ackumulering av mjölksyra samt även citronsyra. Senare effekter kan inkludera njursvikt och skrumplever. Förgiftningsmekanismen tros vara inledd med akut slemhinneskada av Fe, som en direkt korrosionseffekt, vilken leder till celldöd och fambringande av shock (blekt ansikte, kall hud, högt blodtryck, snabb och oreglebunden puls). För stort intag av Fe leder till att Fe absorberas direkt in i blodbanorna och ger upphov till celldöd i

kapillärväggarna i levern (Klaassen et al, 1996). Kronisk Fe-förgiftning eller jänöverskott är ett vanligare problem. Vanligast är ärftlig hemokromatos, som orsakas av onormalt stort upptag av Fe i tarmen. En på 200–400 individer av anglo-saxiskt ursprung är påverkade, män överrepresenterade. Kvinnor drabbas mera sällan, troligen beroende på att de menstruerar länge och då förlorar mycket Fe. Sjukdomen har associerats med brist på kontroll av Fe-flödet över enterocyterna (Bowman & Russell, 2006). Brist på behandling med kelaterande ämnen som Ca och Mg eller åderlätning/blodgivning resulterar i skrumplever, levercancer, hjärtproblem, och försämrad funktion av bukspottkörteln. En andra möjlig orsak till Fe-överskott är för stort intag av Fe-rik föda, som i fallet med den afrikanska Bantustammen, där mat tillagades och fermenterades i Fe-kärl. Den tredje orsaken kan vara från regelbunden blodtransfusion (Klaassen et al, 1996, Bowman & Russell, 2006).

Andra kliniska effekter kan inkludera diabetes mellitus, störd körtelfunktion samt effekter på hjärta/kärl. Små korroderade områden, hemorrojder, sår och rodnad på tarmen kan vara resultatet av högt Fe-intag (Laine et al, 1988), och i extrema fall tarmvred (Banner & Tong, 1986). På cellnivå uppstår ökad peroxidering med påföljande förstörda mitokondrie-, mikrosom- och andra cellulära organellers membraner (Klaassen et al, 1996). Hög transferrinkoncentration har satts i samband med bildning av fria radikaler och tarmcancer. Askorbinsyra ökar utsöndringen av Fe (Knekt et al, 1994).

### Järnbrist, anemi

Symptom som associerats med Fe-brist är trötthet, nedstämdhet och brist på energi, varav de flesta har sitt ursprung i brist på syre transporterad till organens celler av blodets hemoglobin. Dessutom kan immunsystemet vara nedsatt, eftersom Fe är essentiellt för fullgod enzymfunktion i immunsystemets celler och signalsystem (Bowman & Russel, 2006).

Spädbarn med Fe-brist kan lida av försenad motorisk utveckling och kognitiv dysfunktion (De Andraca et al, 1990) och har inte klart bevisats vara reversibelt. Nedsatt tillväxt och generell svaghet (Ryan, 1997) samt nedsatt tarmfunktion (Dallman, 1986) är andra symptom. Fe-brist är vanligt bland människor där mjölk är huvudfödan (NRC, 1980).

### Kor och hästar

Dagsbehovet för en häst ligger på 10–25 mg/100 kg (Klaassen, 1996), vilket för en 500 kg:s häst skulle motsvara cirka 50–125 mg. En ko som ska kalva inom några månader behöver cirka 18 mg Fe per dag (House and Bell, 1993). Hög Fe-koncentration i tarmarna hos nötkreatur kan hindra absorption av Cu och Zn. Om absorberat Fe överstiger bindningskapaciteten på transferrin

och Fe-lagringssubstanserna i organ och blod kan överskotts-Fe orsaka oxidativ stress och öka behovet av antioxidanter (House & Bell, 2001). Fe-överskott orsakar diarré, reducerat födointag, apati samt vikt förlust. För mycket Fe i djorfoder kan minska den mikrobiella aktiviteten i vommen (Puls, 1994). Kalvar som lider av Fe-överskott skakade, brölade mycket, gnisslade tänder och hade kramper (Aiello & Mays, 1998). Nyfödda föl är speciellt känsliga för Fe, eftersom de naturligt har höga Fe-nivåer i serum, förhöjt upptag och övermättnad av transferrin från födseln. Dessutom kan föl som får Fe-tillskott råka ut för skador på levern inom 2–5 dagar. Akut Fe-förgiftning kan leda till döden på föl, medan vuxna hästar först får irriterade tarmar, i värsta fall följt av hjärtsvikt och döden. Tecken på svår leverskada inkluderar vikt förlust, gulsot och depression. Vid det stadium är levern skör, svullen och förkrymp och där kan finnas hemorrojder i magsäcken och tarmarna (Aiello & Mays, 1998). Fe-överskott orsakat av hög halt Fe i dricksvatten har i mycket liten grad rapporterats i vetenskapliga artiklar. Emellertid skrev Aiello & Mays (1998) att Fe-överskott kan orsakas av »läckage av Fe in i vatten». Fe-överskott kan orsaka brist på Co, Cu, Mn, Se och Zn. Det kan öka risken för infektioner och cancer hos djur (Puls, 1994). Fe-nivåer i foder speglar Fe-koncentrationer i jorden där växterna odlats (NRC, 1980).

### Järn i dricksvatten

Naturliga koncentrationer av Fe i grundvatten är 0,01–1 mg/l. Halten är lägst vid pH 6–7, men högre i surare vatten, liksom i mer basiskt (Aastrup et al, 1995). Höga halter ger upphov till rostfärgade avlagringar på kläder och i sanitetsporlin. Fe/Mn-filter installeras oftast om koncentrationen överstiger 0,2 mg/l, vilket är gränsen för »tjänligt med anmärkning» (SLV 2001). Det finns inget hälsobaserat gränsvärde i Sverige. EU:s ramgränsvärde är 0,2 mg/l, vilket inte heller kan anses vara ett hälsogränsvärde. WHO har 2 mg/l som »riktvärde». I ett stall eller en ladugård är estetiska överväganden av underordnad betydelse, varför högt Fe i vatten riskerar att bli bortsett ifrån. I USA är 0,3 mg/l ansett som »olämpligt för human konsumtion». Fe i dricksvatten är mer tillgängligt än i foder och därför mer toxiskt. Fe-koncentrationer i dricksvatten över 10 mg/l reducerade totala vattenintaget för kor (House & Bell, 2001). En indisk studie visade att när Fe-koncentrationen i dricksvatten översteg 0,40–0,78 mg/l rapporterades hälsoförändringar med t.ex. mag/tarmproblem (Subba Rao, 2008). I en norsk studie, 1990–1993, visade det sig att när halten Fe i dricksvatten var över 0,1 mg/l, ökade risken att få inflammatoriska tarmsjukdomar, som Crohn's sjukdom och ulcerös colit, med 21 % (Aamodt et al 20008).

### Aktuella problem

En bonde i Skåne hade dömts för att ha orsakat att 100 kor och 500 kalvar dött under loppet av 20 år. Symptomen på kor och kalvar var blodiga diarréer, aptitförlust, tandgnissling, vikt förlust, apati, förlamning och till slut döden.

En utvidgad vattenanalys gjordes, hår analyserades från en död kalv, obduktionsprotokoll från 4 kalvar studerades och intervjuer företogs med personer involverade i bondens problem. Dessutom visade det sig att några män, som bodde i området, led av diarré respektive förstoppning, vikt förlust och efterföljande symptom, liknande kornas och kalvarnas. Männerna intervjuades om sin specifika symptom, tiden för symptomens debut, deras miljö, matvanor samt intag av mediciner och andra apoteksvaror. Vattenanalys företogs på männens dricksvatten samt hårmineralanalyser.

### Mål

Målen med denna studie på nötkreatur, hästar och män var att

1. se om det fanns något i nötkreaturens, hästarnas och männens miljö som kunde förklara symptomen
2. analysera dricksvatten och hår på en lång rad element för att eventuellt finna likheter
3. se om element i dricksvatten avspeglade sig i hår

### Material och metod

Vattenprov togs från kökskran respektive stallkran efter cirka ¼ minuts spolning, med för ändamålet avsedda flaskor och levererades inom några timmar till ANALY-CEN AB, där de analyserades på ett 50-tal metaller och joner, med framför allt ICP-OES och ICP-MS. Hår från manen på hästar samt päls från kor lades i kuvert och skickades till Trace Elements, Dallas, Texas, USA, för analys på ett 30-tal grundämnen med ICP-MS. Nackhår, 3 cm långt från skalpen, reflekterande 3 månaders mineralhistoria togs från männen, lades i kuvert samt skickades till Dallas, som ovan.

### Resultat

#### Nötkreatur

1982 borrade en bonde i Skåne en brunn, eftersom vattnet från den gamla grävda periodvis inte räckte till djur och människor på gården. Gården var belägen i sydöstra hörnet av Kristianstadssläätten, på Linderödsåsens sluttning. Mellan 1982 och 2002 dog ungefär 100 kor och 500 kalvar efter blodiga diarréer, aptitförlust, tandgnissling, skakningar, intensivt brölände, kramper, vikt förlust, apati och förlamning. Kalvarna dog mycket

snart efter de tagits från sina mödrar som vanligtvis diade sina kalvar i fyra dagar. Kalvarna gavs sedan torr mjölk beredd av vatten från den borrade brunnen, varefter de insjuknade och i värsta fall dog. Korna mjölkade dessutom generellt mindre under perioden 1982–2002. De tillfrisknade under perioder då de gavs mineralrika restprodukter från ett sockerbruk eller Mg. Bonden åt själv Mg-tillskott sedan några år och höll därmed ledvärken borta.

Vattnet från den borrade brunnen hade analyserats vid ett flertal tillfällen och hade bedömts vara bra. År 2002 gjordes åter igen en vattenanalys. Denna gång undersöktes ett betydligt större antal metaller och joner, för att få klarhet i om något som inte analyserats tidigare kunde vara orsaken till problemen. Resultatet visade ett mineralrikt vatten, med mycket hälsobringande halter av Ca, Mg och HCO<sub>3</sub>, och utan höga halter potentiellt toxiska metaller och joner. Det enda anmärkningsvärda

Tabell 1. Resultat av analys av dricksvattnet från den borrade brunnen på den skånska gården 2002.

Enhet	Skånsk gård	SLV Otjänligt	SLV Tjänligt med anmärkning	WHO Riktvärde	EU Ramgränsvärde
pH	6,73	10,5	<7.5 >9.0	ej > 11	>6,5 och <9.5
HCO <sub>3</sub>	mg/l 40,4				
TOC	mg/l 5,4				
Ca	mg/l 35		100		
Mg	mg/l 11,7		30		
Na	mg/l 7,35		100	200 tillfälligt	200
K	mg/l 5,02				
Fe	mg/l 1,34		0.2	2 tillfälligt	0,2
Mn	mg/l 0,03		0.05	0,05	0,05
Cu	mg/l 0,59	2	0.2	2	2
Al	mg/l 0,002		0.1	0,2 tillfälligt	0,2
NO <sub>3</sub>	mg/l < det.gräns	50	20	50 (akut)	50
F	mg/l 0,92	1,5		1,5	1,5
Cl	mg/l 8,53		100	250 tillfälligt	250
SO <sub>4</sub>	mg/l 28		100	500 tillfälligt	250
PO <sub>4</sub>	mg/l < det.gräns				
Si	mg/l 8,34				
Ag	µg/l 0,02				
As	µg/l 0,08	10		10	10
B	µg/l 16,1	1000		500	1000
Ba	µg/l 56,8			700	
Be	µg/l 0,1				
Br	µg/l 42,2				(bromat: 10)
Cd	µg/l 0,053	5		3	5
Co	µg/l 0,052				
Cr	µg/l 1,17	50		50	50
Cs	µg/l 0,104				
Hg	µg/l < det.gräns	1		1	1
Li	µg/l 10,3				
Mo	µg/l 1,42			70	
Ni	µg/l 5,16	20		20	20
P	µg/l 7,55				
Pb	µg/l 0,188	10		10	10
Rb	µg/l 3,63				
Se	µg/l 0,34	10		10	10
Sn	µg/l < det.gräns				
Sr	µg/l 519				
Ti	µg/l 1,07				
U	µg/l 0.045			15 tillfälligt	
V	µg/l 1.93				
Zn	µg/l 119			300 tillfälligt	

var Fe, 1,3 mg/l. Analyser företagna av Skånemejerier under 20 års tid visade i likhet med denna höga Fe-koncentrationer, 1,1 mg/l till 2,87 mg/l, men det hade aldrig fästs något avseende vid detta. Analysen presenteras i sin helhet i Tabell 1. Inga förhöjda bakterienivåer hade rapporterats under de 20 åren.

Några km från gården ligger en plats som kallas Järnkällan, eftersom att mycket järnrikt vatten går i dagen och har rostfärgat ett cirka 40 kvadratmeter stort område.

Härmineralanalys på 4 av de döda kalvarna visade förhöjda Fe-värden, 10,0–40,6 mg/100 g. Referensvärdet är 5,9–20 mg/100 g (Puls, 1994), och medelvärdet bland friska nötkreatur är 5,9 mg/100 g (Mailkommunikation: Dr D Watts, 2008).

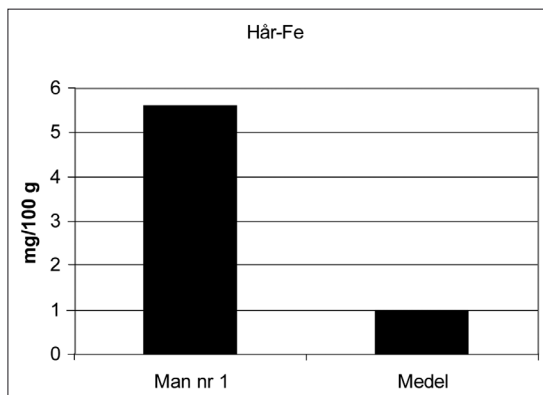
Obduktion av några av kalvarna visade att de var utmärklade och nästan inte hade något fett på kroppen. En av kalvarna hade för lite Mn. Inflammationer och blödande tunntarmar var vanligt. En kalv hade förvinade lymfkörtlar. Lungödem förekom liksom inflammation löpmage och matsstrup. Hela mag/tarmsystemet var således inflammerat eller sönderfränt, olika delar på olika kalvar. Virus eller bakterier återfanns inte.

När bonden bytte tillbaka till den grävda brunnen med låg Fe-halt upphörde problemen. För tillfället, 2008, blandar bonden de två olika vattnen och har installerat Fe/Mn-filter. Ingen ny vattenanalys har gjorts. Kor och kalvar mår enligt uppgift bra. Vid tillfällen då det är något problem med filtret får kalvarna diarré igen (Muntlig kommunikation med bonden, 2008).

### Man nr 1

En 45-årig man hade förstoppning, nackvärk samt ömmande höfter och armar, muskelkramper nattetid, för snabb puls emellanåt samt konstant huvudvärk. Han hade dessutom magsår. Han hade noterat att vita skjortor efter kraftig svettning antagit rostfärg. Han bodde ganska nära den skånska gården, på Kristianstadsslätten, vilken ligger på en 100 m tjock kalkklippa, som är mycket järnrik. Härmineralanalys gjordes. Den visade extremt hög Fe-halt, 5,6 mg/100 g, jämfört med medelhalten 1 mg/100 g (5,6 mg/100 g motsvarar 560 µg/g och medelhalten är då 100 µg/g) (Fig. 1). Hustrun drack samma vatten, men utan besvär. Hon var ännu i fertil ålder och menstruerade ut järn varje månad, vilket kan förklara att hon tålde den höga järnhalten.

Eftersom håret innehöll så mycket Fe gjordes även en dricksvattenanalys. Ett vattenprov togs från kökskranen. Fe-koncentrationen var 3,5 mg/l. Det var således en klar indikation på att hårets Fe kunde komma från dricks-



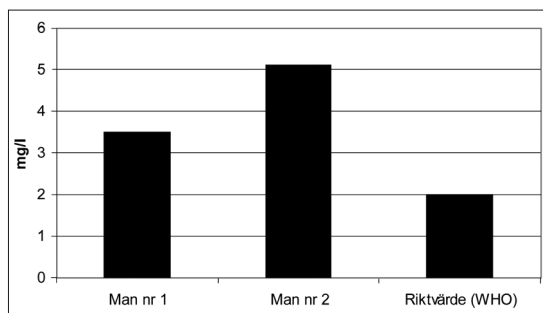
Figur 1. Hår-Fe hos man nr 1 jämfört med medelhalten hos friska individer.

vattnet. Mannen bytte kort därefter till kommunalt vatten med låg Fe-halt, samt fick behandling för den sargade tarmen, varefter mannens hälsa förbättrades.

### Man nr 2

Den här mannen, 21 år gammal, hade diagnosen Crohn's sjukdom, med inflammerad tjocktarm och hade lidit av blodiga diarréer i ungefär ett år. Han hade dåliga levervärden och en fistel nära ändtarmen. Han misstänkte att han var laktosintolerant. Efter behandling med örter och näring avsedda för tarmen i ett par veckor tillfrisknade han från diarréerna. Ett vattenprov togs från kökskranen för analys. Hans dricksvatten hade inte hög Fe-halt.

Ett år senare återkom hans mor med ett vatten för analys. Det var det vatten sonen druckit vid debuten av sjukdomen. Det visade sig att det hade mycket hög Fe-halt, 5,2 mg/l (Fig. 2). Båda platserna var belägna på Kristianstadsslätten. Den brunn som hade hög järnhalt var borrard. Den andra var grävd.



Figur 2. Fe-koncentration i dricksvatten från man nr 1 respektive 2.

Tabell 2. Fe-koncentrationer i stallvattnet.

2008	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
11/02	0,7	
17/05	1,75	0,48
02/07	3,6	
09/07	5,5	
12/07	3,8	
15/07	4,2	
18/07	2,6	
21/07	1,0	
26/07	3,8	
29/07	1,4	
30/07	1,2	
30/07, 2 tim spolning	3,1	
01/08	3,0	
04/08	2,1	
21/08	4,9	0,55

### Man nr 3

År 2006 fick en granne till man nr 2 blodig avföring, men inte diarré, smärtor under naveln, var deprimerad samt kunde inte smälta maten. Efter en tids behandling slutade avföringen att vara blodig. Ett vattenprov togs från kökskranen och analyserades. Fe-halten var hög, 3,2 mg/l.

### Järnproblem på en hästgård

I augusti 2008 rapporterade en kvinna vikt förlust, diarré och en del andra symptom på hästar. Gården var belägen i närheten av Sala. Problemen hade eskalerat under hösten 2007 och hästarna togs om hand av kommunen den 21 februari 2008. Hästägaren misstänktes för vanvård, eftersom vikt förlust och en del andra misshälligheter rapporterast under några år. Analys på hö och andra former av foder hade genomförts utan att ge resultat som kunde förklara problemen. Människorna som bott på gården de senaste decennierna hade periodvis lidit av diarré och en del andra besvär. När kvinnan och hennes familj flyttade in år 2001 hade de så många hästar att de ansåg att kommunalt vatten var för dyrt och började därför an-

Tabell 4. Fe i manen från tre hästar jämfört med medelhalten i friska hästar.

Häst	Fe	Medel (friska)	Enhet
Knäpia	13,2	5,9	mg/100 g
Cochette	8,6	5,9	mg/100 g
ChangeThe Model	9,3	5,9	mg/100 g

vända det gamla Fe-rika brunnsvattnet, med tanken att Fe i dricksvatten troligen bara är hälsobringande.

Nästan omedelbart började några hästar förlora vikt, men återhämtade sig snart. Vanligtvis fick de diarré när de återvände till stallet efter sommaren utomhus, där de mestadels druckit naturens eget vatten. Diarrén och vikt förlusten uppstod även på våren, vid tiden för vårfloden.

För att utesluta att orsaken till diarréerna kunde vara mask, avmaskades hästarna, men med dåligt resultat. Ägaren provade även att ge hästarna mera fiberrikt foder, mineraltillskott, samt dubbla eller tredubbla högivor i kombination med mera vatten, med varierande resultat. När hästarna inte ville ha vattnet tillsatte hon sockerbetor, vilket medförde att de drack lite mer. En häst valde det kommunala vattnet och vägrade dricka brunnsvattnet när den serverades båda. En annan häst fick kommunalt vatten, och förblev frisk. När den gavs vatten från brunnen vände den upp och ner på hinken, och lät vattnet rinna ut.

I samband med skogsavverkningar i närheten av gården försämrades brunnsvattnets kvalitet. Tvätt och badkar/handfat blev rostfärgade. I traktorhjulspår blev det stillastående vattnet brunaktigt och slemmigt med rostfärgade avlagringar och fällningar av Fe-föreningar.

En utvidgad vattenanalys företogs 2008, Tabell 2. F-halten, fluorid, var hög, 1,8 mg/l, vilket är väl över det hälsobaserade gränsvärdet på 1,5 mg/l. Dessutom var Fe-halten mycket hög, 1,74 mg/l och Mn-koncentrationen var 0,48 mg/l, vilket också är högt. En lång rad vattenprover från våren 2008 analyserades och Fe-halten låg i intervallet 1,0–5,5 mg/l. WHO:s riktvärde är 2 mg/l (Tabell 3). Härmineralanalyser utfördes på tre hästar, Tabell 4.

Tabell 3. Gränsvärden för Fe och Mn.

	SLV Orjänligt	SLV Tjänligt med anmärkning	WHO Riktvärde	EU Ramgränsvärde	Enhet
Fe		0,2	2 (ej etablerat)	0,2	mg/l
Mn		0,05	0,05	0,05	mg/l

## Diskussion

Fe i dricksvatten är mer tillgängligt än Fe i mat och därför mera toxiskt (House & Bell, 2001). I överensstämmelse med detta förefaller Fe i dricksvatten ha orsakat diarré, sår och andra dysfunktioner i tarmen på män, hästar och nötboskap i de undersökta fallen. Senare kan andra symptom uppstå som trötthet, värk, aptit- och vikt förlust, förlamning och till sist döden, åtminstone hos djur. Fe-överskott konfirmerades i de flesta fall i hårmineralanalyserna, vilka genomförts vid Trace Elements Inc., Texas, USA. Laboratoriet har genomfört över 1 miljon analyser på människor sedan starten 1976 och över 10 000 på hästar (mailkontakt, Dr David Watts, Trace Elements Inc, 2008-10-09).

Det finns en lång rad möjliga förklaringar till den negativa effekten av höga Fe-halter i dricksvatten och de rapporterade symptomen. Laine et al (1988) konstaterar att det första tecknet på Fe-förgiftning är akut cellförtvining i tarmslemhinnan som en direkt effekt av Fe:s korrosiva effekt på vävnader. Banner & Tong (1986) drar slutsatsen att detta kan leda till svåra blödningar i tarmen. För mycket Fe kan också ha bidragit till inflammationerna, tryckt ner den mikrobiella aktiviteten i vommen och därmed möjliggjort för främmande bakterier att invadera och förstöra tarmslemhinnan (Puls, 1994). Dessutom kan överskott av Fe i tarmarna leda till Fe-absorption direkt in i cirkulationssystemet och orsaka celldöd i kapillärväggarna i levern (Klaassen et al, 1996). Symptomen överensstämmer dessutom med elektrolytbrist och generell näringsbrist efter diarré orsakad av Fe-överskott (bl.a. Klaassen et al, 1996). Kalvarna på den skånska gården hade skakningar, brölade mycket, gnisslade tänder och hade kramper i enlighet med de symptom kalvar visade som har Fe-överskott (Aiello et al, 1998). Hårmineralanalys på kalvarna indikerade inte Fe-överskott, men eftersom kalvarna hade dött efter svåra diarréer, trots att de bara druckit av det Fe-kontaminerade vattnet i några dagar, och deras mag/tarmkanaler var såriga och inflammerade, har Fe och annan näring inte alls tagits upp ur tarminnehållet. Hästar på hästgården ville inte dricka det Fe-rika vattnet, vilket också Puls (1994) påvisat för kor. I den indiska studien på människor (Subba Rao, 2008) visade sig problem i mag/tarmkanalen redan vid 0,4–0,78 mg/l, vilket är 5–10 gånger lägre halt än männen i denna studie hade i sina dricksvatten. Högt Fe-koncentration i vatten kan vid passage genom mag/tarmkanalen skada slemhinnan, eftersom Fe<sup>3+</sup> kan bilda fria radikaler. Även om Fe i vatten från djupa borrhål föreligger i form av Fe<sup>2+</sup> kan det lätt oxideras till Fe<sup>3+</sup> i tarmen (NRC 1980).

Alla dessa möjliga förklaringsmodeller kan appliceras

på diarré hos nötreator, hästar och män, samt göra dem utmattade, svaga, få dem att förlora vikt, ge muskeltkramper, förlamning och i värsta fall döden.

I tidningarna varnades under hösten 2008 för att äta för mycket s.k. rött kött, framför allt nötkött, eftersom det innehåller mycket Fe, som kan orsaka mage/tarmproblem (SVD 2009). Fe från dricksvatten torde vara ännu farligare, eftersom ämnet är i jonform i vatten och därmed ännu mer lättupptagligt. Det förefaller finnas skillnader i känslighet mellan olika personer/djur. Om reaktionen i tarmen inte är så stark, tas näring och järn fortsättningsvis upp och problemen i övriga kroppen tillkommer. Om tarmen är försvagad av någon anledning förefaller åtminstone kalvars upptag från tarmen helt stanna av och de dör.

Tillskott av Mg är välkänt vid behandling av djur som lider av Fe-överskott (Bowman & Russell, 2006) och det gav också positivt resultat på både kreatur och bonden själv på den skånska gården. Precis innan bonden började använda vattnet från borrhål importerade han tjursperma från USA. Vilken känslighet för Fe-överskott den ena kobesättningen har i förhållande till den andra är inte känt.

Enligt IOM (2000) samt EMEA (1998) kan 100–400 mg Fe/dag, 0,5 g enligt Klaassen (1996), leda till acidosis, lever- och njurskador och 45 mg/dag anses utgöra en övre gräns för rekommenderat intag. Den man som hade 5,1 mg/l i sitt vatten får dagligen i sig 11 mg, förutsatt 2 liters daglig dricksvattenkonsumtion, vilket är 1/4 av den övre gränsen för rek. intag, 45 mg, d.v.s en stor andel, samt mer än rekommenderat dagligt intag, 8 mg (SLV 2009), bara från dricksvattnet. Detta Fe-intag äger rum dag ut och dag in, år ut och år in, och endast 0,01 % utsöndras varför en ackumulation av Fe är oundviklig. För att komma upp i de 20 g som anses vara järnöverskott och medföra de problem som associeras med hemokromatos krävs ungefär 5 års vattenkonsumtion. På mycket lång sikt kan därför järnöverskott ha sitt ursprung i dricksvattnet, och Fe är dessutom i jonform i vatten. För individer med anlag för hemokromatos torde ett sådant vatten utgöra en veritabel hälsorisk. Uträkningar för kreatur ger på samma sätt en indikation av vattnets betydelse för Fe-överskott. En fullvuxen häst dricker cirka 40 liter vatten per dygn. Fyrtio liters dagskonsumtion av vatten med järnhalt 5,5 mg/l, skulle ge maximalt 220 mg/dag. Dagsbehovet ligger på 10–25 mg/100 kg, vilket för en 500 kg:s häst skulle motsvara cirka 50–125 mg/dag. Dagsbehovet överstiges således av järn från enbart vattnet.

Problemet med akuta besvär av högt järn i vatten för både hästar, kor och människor kan således förklaras med järn från vatten med förhöjd halt.

## Slutsatser

- Hög Fe-koncentration i vatten, över 1,0 mg/l, förefaller skadligt för män, hästar och nötkreatur.
- Akuta skador på mag/tarmkanalens slemhinnor, som en direkt följd av Fe:s korrosiva effekt på vävnad, startar processen.
- Negativa effekter på bakteriefloran spelar förmodligen en viktig roll.
- Olika inre organ påverkas negativt vid Fe-överskott, särskilt levern.
- Diarré, trötthet, värk, aptit- och vikt förlust, apati samt förlamning utgör symptom på Fe-överskott.

## Referenser

1. Aamodt, G., Bukholm, G., Jahnsen, J., Moum, B., Vatn, M.H., Ibsen Study Group. 2008. The Association Between Water Supply and Inflammatory Bowel Disease Based on a 1990–1993 Cohort Study in Southeastern Norway. *Am J Epidemiology*, 168:1065–1072.
2. Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U., Bernrell, A. 1995. The chemistry of ground water, The Swedish bed-rock, SEPA Report 4415.
3. Aiello, S., Mays, A. 1998. The Merck Veterinary Manual, Merck & Co, Inc. Whitehouse Station, N.J., USA.
4. Banner, W., Tong, T. 1986. Iron poisoning, *Pediatr Clin North Am*, Apr;33(2):393–409.
5. Bergman, K., Danielsson, B., Dencker, L., Hellman, B., Henriksson, J., Larsson, B., Larsson, P., Lund, B.-O., Tjälve, H. 1998. TOXICOLOGY (TOXICOLOGI, IN Swedish, 6th edition, pp145–146.
6. Berne, R., Levy, M. 2006. Principles of Physiology. 3rd edition. St. Louis, Mosby, 2000.
7. Dallman, P. 1986. Biochemical Basis for the Manifestations of Iron Deficiency, *Ann. Rev. Nutr*, 6:13–40.
8. De Andraca, I., Walter, T., Castillo, M., Pino, P., Rivera, F., Cobo, C. 1990. Iron deficiency anemia in infancy and its effect upon psychological development at preschool age: a longitudinal study, INTA, University of Chile, Casilla 138–11, Santiago 11, Chile.
9. Haug, E., Sand, O., Sjaastad, O., 1998. The human physiology (Människans fysiologi, in Swedish), Liber, Stockholm.
10. House & Bell. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7<sup>th</sup> revised edition, National Research Council, USA.
11. IOM (Institute Of Medicine). 2000. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zink. Washington D.C.: National Academies Press.
12. Klaassen, C., MAMDUR, Doull, J. 1996. Toxicology, the basic science of poisons, 5<sup>th</sup> International Edition. McGraw-Hill, Health Professions Division, New York.
13. Knekt, P., Reunanen, A., Takkunen, H., Arooma, A., Heliövaara, M., Hakulinen, T. 1994. Body Iron Stores and Risk of Cancer, *Int. J. Cancer*, 56:379–382.
14. Laine, L., Bentley, E., Chandrosama, P. 1988. Effect of oral iron therapy on the upper gastrointestinal tract. A prospective evaluation. *Dig. Dis. Sci.*, Feb; 33(2):172–177.
15. NRC (National Research Council). Mineral Tolerance of Domestic Animals. Iron. National Academy Press, Washington D.C, 1980, Chapter 16.
16. Puls, R. 1994. Mineral levels in animal health. 2<sup>nd</sup> edition, Sherpa International. Canada.
17. Ryan, A. 1997. Iron-Deficiency Anemia in Infant Development: Implications for Growth, Cognitive Development, Resistance to Infection, and Iron Supplementation, *Yearbook of Physical Anthropology*, 40:25–62.
18. SLV, Statens livsmedelsverk föreskrifter om dricksvatten, 2001:30.
19. Subba Rao, N. 2008. Iron Content in Groundwaters of Visakhapaynam Environs, Andhra Pradesh, India, *Environ. Monit. Assess*, 136:437–447.
20. www.eudra.org/emea.html, Committee for veterinary medicinal products. Iron dichloride and iron sulphate. EMEA, 1998.
21. www.SLV.se. 2009.
22. [http://www.svd.se/nyheter/inrikes/artikel\\_577387](http://www.svd.se/nyheter/inrikes/artikel_577387). svdBowman, B., Russell, R. 2006. Present knowledge in NUTRITION, 9<sup>th</sup> edition, Vol. 1, ILSI Press.