

# GEOLOGISKT FORUM

Nr 103 ♦ 2019



**Grundvatten i förändring**

**Koboltjakt**

**20 år med Geologins Dag**

**Metaller och mineral för  
ett hållbart samhälle**

# GEOLOGISKT FORUM

Nr 103 ♦ 2019

ISSN 1104-4721

**Ansvarig utgivare:** Pär Weihed

**Redaktör:**

Jeanette Bergman Weihed  
tel. 070-3724828  
e-post: [jeanette@tellurit.se](mailto:jeanette@tellurit.se)  
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

**Redaktionen adress:**

Geologiska Föreningen  
c/o Tellurit AB,  
Storgatan 11,  
972 38 Luleå  
e-post: [info@geologiskaforeningen.se](mailto:info@geologiskaforeningen.se)

**Omslagsbild:** Strax väster om badplatsen Nordkroken, nära Vargön vid Väneren, finns det subkambriskas peneplanet mycket väl bevarat. Den plana markytan bildades för mer än 540 miljoner år sedan. Här en bild från en exkursion i samband med Geologins Dag år 2018. Läs mer om Geologins Dag på sidan 20. Foto: Birgitta Säihke.

**Upplaga:** 1100 ex.

**Tryckeri:** Elanders Sverige.

**Ordinarie lösnummerpris:** 75 kr.

För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adressändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer: kontakta redaktionen.

För dig som är medlem i Geologiska Föreningen ingår tidningen i det ordinarie medlemskapet. Som medlem har du också tillgång till tidningen som pdf samt ett digitalt arkiv. Man kan också lösa en årsprenumeration av tidningen. Läs mer på vår webbplats.

Ange namn, adress och e-postadress vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9 eller Bankgiro 749-6359. Du kan också betala direkt med kort på vår webbplats [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)

Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

Välkommen att kontakta redaktören om du vill medverka i Geologiskt forum. Författarna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kommer i december 2019.

*Geologiska Föreningen*

## I DETTA NUMMER

- 3** Samhället behöver geologisk kunskap
- 3** Siljan Sveriges första geopark
- 3** Bättre nyttjande av gruvor
- 4** Basen för ett hållbart samhälle
- 10** Prospektering – en månghundraårig skattjakt
- 14** Grundvatten – en naturresurs i förändring
- 20** Tjugo år med Geologins Dag
- 24** Den outsläckliga törsten efter kobolt
- 29** På gång
- 30** Sista ordet: Tillståndet i tillståndsprocessen  
– finns behov av förändringar?





# Samhället behöver geologisk kunskap

I år är det 20 år sedan några eldsjälar tog initiativ till att starta en Geologins Dag. Inspirationen kom från kanelbullens dag och syftet var att sprida kunskap om geologi till människor i allmänhet.

Klart är att många människor har nåtts av de arrangemang som ordnats i samband med dagen under de nitton år som arrangementet funnits. Nelly Aroka som är projektledare för dagen berättar i det här numret om lite historik och statistik.

Den största delen av det här numret ägnas i övrigt åt naturresurser. Det handlar om både grundvatten som vi använder till dricksvatten och om metaller som

vi behöver för att bygga det moderna samhället.

Ungefär hälften av invånarna i Sverige får sitt dricksvatten från grundvattnet. Bo Thunholm berättar om vad grundvatten egentligen är och vad som kan tänkas hända i framtiden med ett förändrat klimat.

I Sverige tycks acceptansen för gruvor ha minskat de senaste åren. I Norrbotten och Västerbotten som båda har en lång tradition av gruvor finns mestadels en positiv attityd till gruvor. I alla fall om det handlar om utökad brytning i områden där det redan finns gruvor.

Värre är det när man vill öppna en ny gruva. Då är

det inte så många som är positiva. Och även när det bara gäller prospektering så finns det mycket motstånd. Just nu till exempel i Skåne.

Till viss del tror jag att orsaken till motståndet handlar om att man inte riktigt förstår prospekteringsprocessen och hur få uppslag som faktiskt resulterar i en gruva. Här har vi geologer ett ansvar att berätta hur prospektering faktiskt går till.

Klart är dock att vi har ett stort behov av metaller även fortsättningsvis. Om vi ska klara en omställning till fossilfrihet så behövs mer metall, och fler olika metaller, än vad vi har behov av idag. Det räcker inte bara med att återvinna

det som blir tillgängligt i metallskrot. I det här numret finns tre artiklar som på olika sätt belyser utvinning av metaller och mineral.

I ”Sista ordet” reflekterar bergmästare Åsa Persson över hur det ser ut med tillståndsgivning och ifall lagar skulle behöva förändras. ♦

Jeanette Bergman Weihed,  
redaktör



FOTO: HOLGER ELLGÅRD  
(CC BY-SA 4.0).

## Siljan Sveriges första geopark

Dalarna har fått Sveriges första nationella geopark enligt ett beslut från Sveriges geologiska undersökning. Geopark Siljan ligger i delar av kommunerna Orsa, Mora, Rättvik och Leksand, och Länsstyrelsen i Dalarna kommer att arbeta tillsammans med Visit Dalarna och kommunerna för att utveckla besöksmålet. En geopark är ett område där man vill skapa hållbar regional tillväxt genom att samordna och koordinera geologiska besöksmål, arbeta med naturvårdsfrågor, stödja forskning och utbildning och sprida kunskap om geologi till allmänheten. Internationellt finns geoparker knutna till UNESCO men Sverige har ännu ingen sådan. Detta utnämning är dock ett steg på vägen.

Anledningen till att just Siljansområdet blivit geopark är så klart det meteoritnedslag som inträffade här för nästan 380 miljoner år sedan. I nedslagskratern, som är Europas största, finns sedimentära bergarter bevarade som normalt är borteroderade i den här delen av landet. Dessutom finns spår av isdämda sjöar och områden med flygsanddyner och dödisgröpar. Läs mer på [www.sgu.se](http://www.sgu.se) ♦

## Bättre nyttjande av gruvor

Mängden avfall skulle minska och den ekonomiska nyttan öka om man kunde utvinna metaller och industrimineral ur en och samma gruva. I det nya forskningsprojektet VectOre vid Luleå tekniska universitet undersöks de geologiska förutsättningarna för att bredda brytningen i befintliga gruvområden.

Enligt Nils Janson, som leder projektet, finns det ett antal utmaningar man behöver hantera. Metallutvinning och industrimineralutvinning lyder under olika lagstiftning och företagen har begränsade kunskaper om varandras råvaror, behov och marknader. Industrimineralbranschen investerar inte lika mycket i prospektering som metallgruvbolagen, medan de senare inte lägger lika mycket resurser på att karaktärisera gräberget för att få veta vad som finns där. Här finns mycket att vinna i ett kunskapsutbyte mellan de två branscherna. Projektet drivs i nära samarbete med metall- och industrimineralindustrin och pågår till 2020. ♦



FOTO: LARS OLSSON/  
SALA SILVERGRUVA.



I LKAB:s anriknings- och pelletsverk KA3/KK4 i Kiruna framställdes år 2018 omkring 15 miljoner ton järnmalmsprodukter, mestadels pellets. Foto: Fredric Alm / LKAB.

# Basen för ett hållbart samhälle

Att tillgodose människans behov av mer och fler metaller i en teknikintensiv värld, där hållbarhet och grön omställning är ledorden, är långt ifrån trivialt. Det kräver ett komplext "hållbarhetstänk" hos gemene man, dvs. alla slutanvändare av metaller, där man förstår kopplingen mellan sin egen vardagliga metallkonsumtion, processerna för att ta fram dessa metaller ur jordskorpan, samt konsekvenserna av dessa processer i ett globalt perspektiv.

TEXT: CHRISTINA WANHAINE

**MÄNNISKANS BEHOV** av metaller och mineralbaserade naturresurser ökar, precis som jordens befolkning. Ökar gör också urbaniseringen, och teknikutvecklingen går enormt fort. Vi använder mark, skog, vatten och vind för att leva bekväma liv och för att lyfta folk ur fattigdom.

En hållbar utveckling definierades 1987 av FN (Bruntlandskommissionen) som en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa

sina behov. Diskussionen om att leva hållbart och att främja en hållbar utveckling pågår i de flesta hem, på företag och i organisationer och samhällen runt hela jordklotet, och de flesta tycks vara överens om att vi måste börja hushålla på ett smartare och mer genomtänkt sätt med våra naturresurser.

Den hållbara utvecklingen ska innefatta sociala, ekologiska och ekonomiska aspekter, och alla dessa förtydligades i de 17 globala hållbarhetsmål som FN inrättade 2015.

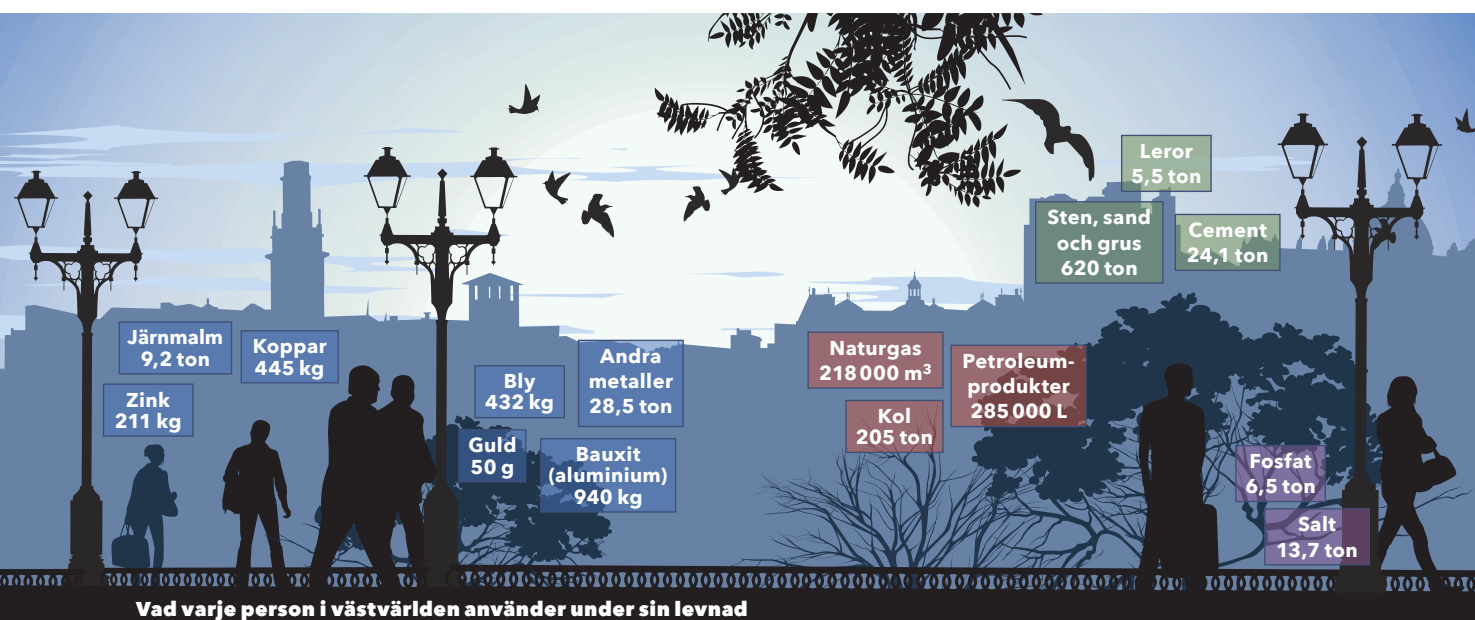
Enligt dessa måste vi minska de globala koldioxidutsläppen med minst 45 procent fram till år 2030 för att klara klimatmålet om en temperaturökning på max två grader.

## Metaller för samhällsutveckling

Människans behov av metaller är intressant att studera med tanke på hållbarhetsmålen. Det är också alltmer aktuellt i takt med den *gröna omställningen* i samhället, en omställning med målsättningen att vi ska bli ett fossilfritt och koldioxid-







mer att vara bundna i olika produkter, skulle vi kunna räkna ut när en hundra procentig återvinning räcker för att tillgodose behovet.

### Västvärldens användning matchar inte produktionen

En människa i västvärlden använder under sin livstid drygt 1400 ton mineral, metaller och petroleumprodukter. Av detta är ungefär 30 ton rena metaller såsom aluminium, zink, koppar och guld.

Länderna inom EU förbrukar omkring 25 procent av den globala produktionen av metaller. Men den egna produktionen inom EU är bara ungefär 3 procent. Det här är en obalans som är svår att motivera när man tittar på den geologiska potential och den tekniska utveckling som finns inom EU.

Vi i Sverige är ju bra på återvinning av både basmetaller och ädelmetaller. Men vi är också en betydande gruvnation inom EU. Vi är störst vad gäller produktionen av järn, zink och bly, och näst störst vad gäller silver. Enbart Norrbotten står för 90 procent av EU:s produktion av järnmalm.

Men när det kommer till de så kallade kritiska metallerna saknar EU-länderna helt en inhemsk produktion. (Läs mer om kritiska metaller i Geologiskt forum 101, 2019).

Medan västvärldens konsumtion av basmetaller faktiskt ser ut att kunna avta inom en snar framtid på grund av en redan välutbyggd och fungerande infrastruktur, kan man se en motsatt trend vad gäller dessa kritiska metaller. Ett tydligt exempel på detta är tillverkningen av datachip. Antalet grundämnen som ingår i dessa har ökat i antal från 12 stycken under 1980-talet till fler än 60 på 2000-talet.

### Nya metaller kräver nya processer

Varför har då inte återvinningen av de kritiska metallerna tagit fart? Faktum är att så som dagens högteknologiska produkter är tillverkade och på det sätt som metallerna används i dessa produkter, kan man generellt säga att näst intill ingen återvinning är lönsam idag. Kostnaden för återvinningen i förhållande till vad man kan köpa motsvarande metall för på marknaden är helt enkelt för hög.

Att konsumtionen av metaller skulle minska är inte sannolikt. Det finns långt fler mobiltelefoner än toaletter i världen idag! Och när ersättningsmaterial tagits fram har det mestadels handlat om en metall som ersätts av en annan.

Till dess att vi hittat lösningar på hållbar konsumtion, nya substitut och produktutveckling anpassad efter

**Ovan:** Så här mycket mineral, metaller och petroleumprodukter använder en människa i västvärlden under sin levnad. Siffrorna gäller för USA men är relevanta också för övriga länder i västvärlden. Källa: Mineral Information Institute.

### ORDFÖRKLARING

Malm = en bergart som innehåller en sådan koncentration av metaller att den är ekonomiskt brytvärd.

Prospektering = Undersökning av berggrunden för att upptäcka nya mineralfyndigheter.

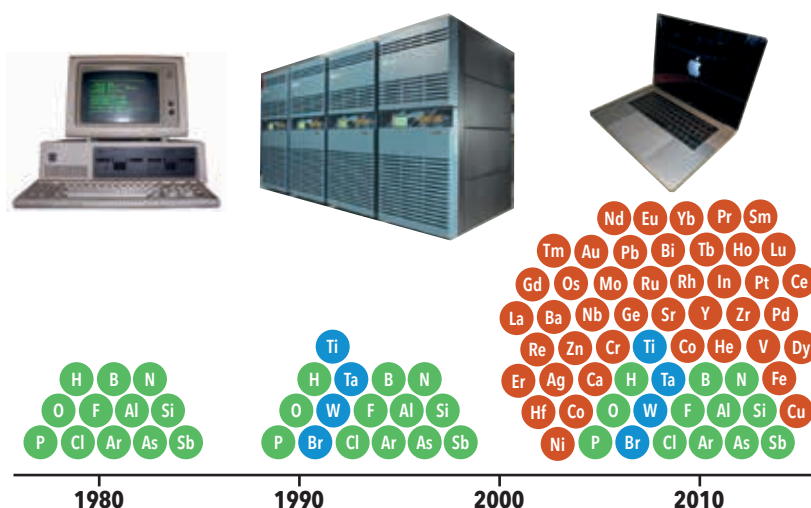
Anrikning = Fördling av den krossade malmen till ett koncentrat med hög metallhalt.

### 2017 ÅRS EU-LISTA ÖVER KRITISKA RÅMATERIAL, UTOM NATURGUMMI

Antimon	Kisel
Baryt	Kobolt
Beryllium	Kokskol
Borater	LREE
Flusspat	Magnesium
Fosfatbergarter	Naturlig grafit
Fosfor	Niob
Gallium	PGM
Germanium	Skandium
Hafnium	Tantal
Helium	Vanadin
HREE	Vismut
Indium	Volfram



**Till höger:** Från de första datorerna till idag har antalet grundämnen som används i datorchip ökat från 12 på 1980-talet till över 60 idag. Källa: USGS, 2017.



återvinning, så måste vi förlita oss på egna källor till metaller, förutsatt att vi ser en risk med att vara helt importberoende.

### Mindre beroende med egna källor till metaller

I Sverige har vi en lång tradition av prospektering efter basmetaller och guld. Till exempel Boliden Mineral AB har varit framgångsrika när de internt utvecklat nya prospekteringsmetoder för just basmetaller.

Vad gäller de *innovationskritiska metallerna* har vi där emot inte samma historia och erfarenhet. Men både LKAB och Boliden Mineral AB har under begränsade perioder ägnat sig åt både prospektering och provbrytning av såväl grafit och sällsynta jordartsmetaller som litium och nickel i t.ex. Gladhammar och Tuna-berg, samt litiumpegmatiterna i Suoravaara och Varuträsk. Om just Suoravaara kan du läsa mer i Geologiskt forum 102, 2019.

Potentialen för att finna innovationskritiska metaller i den svenska berggrunden är dock god, baserat på den kunskap vi har om de geologiska processer som skapat och omformat vår berggrund samt förekomsten av typiska värdbergarter.

På grund av att de flesta prospekteringsmetoder som används idag är framtagna för basmetaller, och att Sverige har en mycket låg andel blotat berg, så är dagens kunskap om

förekomsten av innovationskritiska metaller till största delen begränsad till de fyndigheter som varit kända sedan länge. Exempel på sådana är grafit-skiffrarna i Nunasvaara, och koboltmineraliseringarna i Kiskamavaara och på Utö.

### Bättre nyttjande av kända malmer

Ett alternativ till prospektering för att hitta egna källor till metaller är förbättrad malmkaraktärisering i redan kända fyndigheter.

I Sverige har vi både producerande och historiska gruvor vars restprodukter innehåller eftertraktade metaller. Genom att karaktärisera dessa malmer och deras restprodukter på ett mer detaljerat sätt än tidigare kan tänkbara biprodukter identifieras.

I gruvor där man bryter stora mängder malm blir dessa studier speciellt intressanta. Ett exempel är Aitikgruvan utanför Gällivare. Där innehåller pyritavfallet som deponeras i sandmagasinet kobolt och beräkningar visar att omkring 1250 ton kobolt per år deponeras. Om man antar att gruvans livslängd är omkring 27 år så utgör sandmagasinet en koboltresurs på 34 000 ton.

Även rhenium, som är en av de mest sällsynta metallerna i jordskorpan (0,0007 ppm) och som sitter gitterbundet i molybdenglans i Aitikmalmen, skulle kunna utvinnas till en mängd av 200 kg per år.

LKAB testar just nu, efter drygt 10 år av karaktäriseringsstudier, möjligheterna till utvinning av både fosfor och sällsynta jordartsmetaller från sina avfallsdeponier.

Om alla apatitjärnmalmer av Kirunatyp och porfyrkopparmalmer av Aitiktyp som bryts just nu runtom i världen skulle effektivisera sina processer med avseende på biprodukter så skulle naturligtvis en del av försörjningsproblematiken vara löst. Kanske saknar gruvindustrin i dagsläget incitament för att driva denna utveckling på egen hand?

### Inte bara kritiska metaller behövs

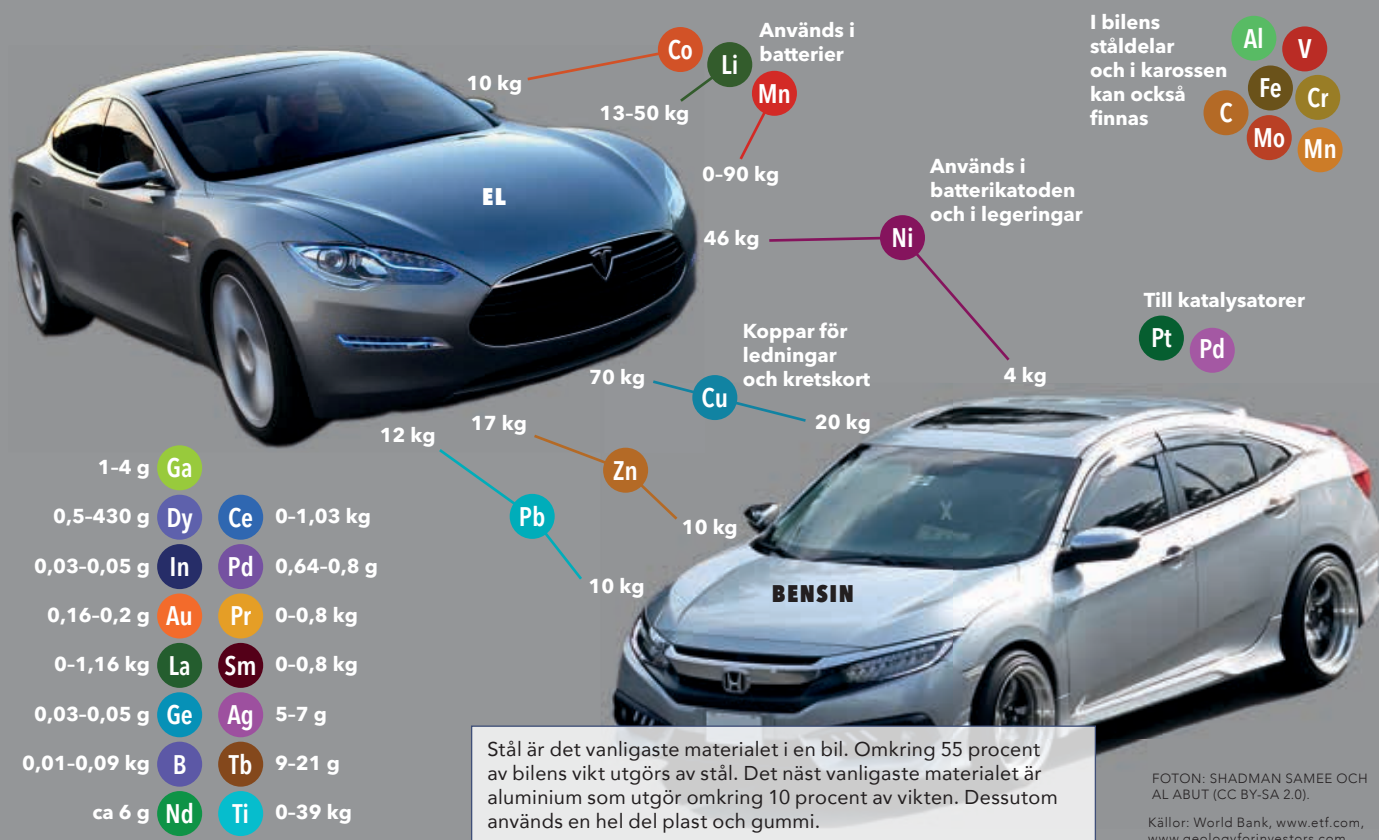
I förnybara energisystem såsom exempelvis vindkraftverk krävs en rad kritiska metaller. Men det som inte så många känner till är att dessa system också kräver en större andel basmetaller. Det finns upp till tolv gånger mer koppar i förnybara energisystem jämfört med traditionella system.

En elbil, till exempel, innehåller drygt tre gånger så mycket koppar som en bensinbil (se faktarutan på nästa sida), och därför kommer efterfrågan på koppar att öka stadigt under de närmsta åren.

Den gröna omställningen innebär således ett ökat behov av alla slags metaller, både basmetaller och kritiska metaller, vilket är ett faktum som sällan diskuteras. Detta torde också innebära att det finns en motsättning mellan att vara *för* en grön omställning men *emot* gruvbrytning.

Läs mer om prospektering på sidan 10

# Mer och fler material i en elbil



FOTON: SHADMAN SAMEE OCH AL ABUT (CC BY-SA 2.0).

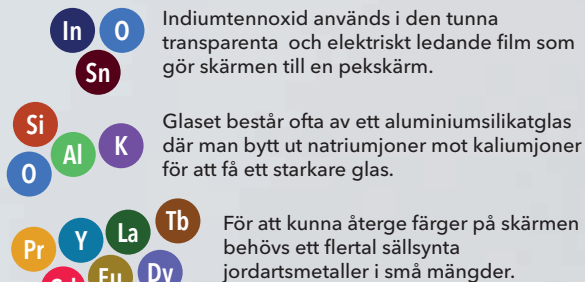
Källor: World Bank, www.etf.com, www.geologyforinvestors.com

# Vad finns i en smart telefon?

## Elektroniken



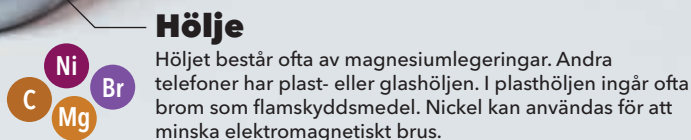
## Skärm



Forskare i Plymouth har analyserat hela telefoner och deras resultat visar att de innehåller i genomsnitt bland annat: 33 g järn, 13 g kisel, 7 g krom, 900 mg volfram, 70 mg kobolt och molybden, 160 mg neodym, 30 mg praseodym, 90 mg silver och 36 mg guld.

En telefon innehåller alltså mer än 100 gånger så mycket guld som en genomsnittlig guldmalm.

Källor: www.compoundchem.com, www.acs.org, www.geolsoc.org.uk, www.plymouth.ac.uk

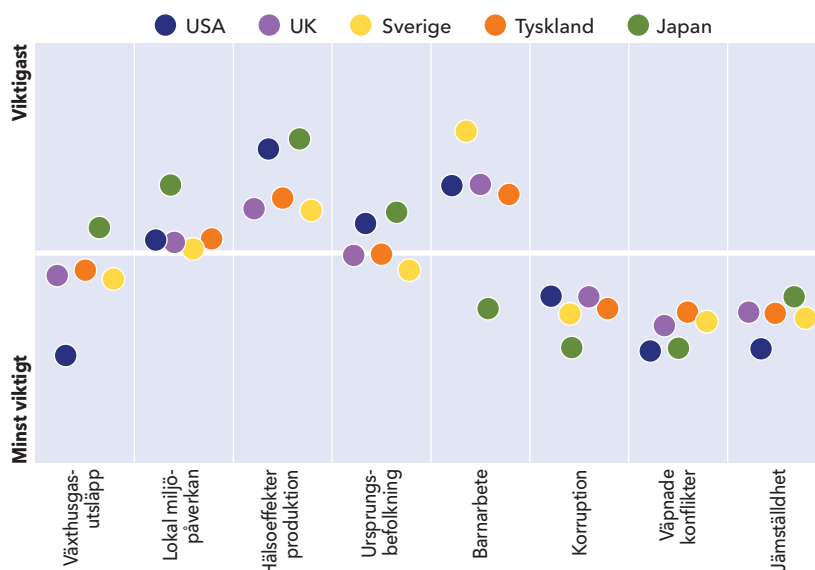




Tabellen visar förväntad livslängd för kända reserver av "batterimetaller". För att nå EU:s mål att tillverka 200 miljoner elbilar till 2030, så kommer förbrukningen av kobolt, litium, nickel och koppar att ligga på 100 gånger dagens nivå, med följden att de idag kända tillgångarna är förbrukade inom 4–58 månader. Källa: USGS, 2018.

Metall eller mineral	Konsumtion 2017 (ton)	Kända globala reserver 2017 (ton)	Antal år som reserverna räcker vid samma konsumtion som 2017	Antal <b>månader</b> som reserverna räcker med 100 gånger konsumtionen 2017
Guld	3 150	54 200	17	2
Grafit	1 172	270 000	230	28
Krom	30 600	510 620	17	2
Kobolt	111 110	7 063 000	64	8
Koppar	17 753 000	794 000 000	45	5
Litium	42 900	20 756 000	484	58
Nickel	2 093 000	73 830 000	35	4
Platina och palladium	407 300	69 310 000	170	20
Silver	25 020	533 000	21	3
Vanadin	80 400	19 645 000	244	29
Zink	13 256 000	235 700 000	18	2

**Till höger:** Privata slutkonsumenters rangordning av hur viktiga de tycker att olika hållbarhetsaspekter är vid köp av personbil och mobiltelefon. Källa: Tillväxtanalys, 2019, rapporten Spårbarhet och märkning av hållbara metaller och mineral.



Detta, samt frågan om ett importberoende från länder med helt andra lagar vad gäller gruvbrytning, handlar om *social acceptans* och *social hållbarhet*, två aspekter av metallförsörjning som blivit alltmer belysta på senare tid.

### Vill vi ha gruvor här?

I Sverige och EU är acceptansen för gruvor generellt sett låg, samtidigt som konsumtionen av metaller är hög.

Men faktum är att för att till exempel nå EU:s mål att tillverka 200 miljoner elbilar till 2030, så kommer förbrukningen av kobolt, litium, nickel

och koppar att ligga på 100 gånger dagens nivå.

En undersökning som myndigheten Tillväxtanalys gjorde tidigare i år visar att västvärlden gärna importerar metaller förutsatt att produktionen inte innefattar barnarbete eller hälsoeffekter.

Viktigt är också att lokal miljöpåverkan, utsläpp av växthusgaser, samt ursprungsbefolkningars rättigheter tas i beaktande. Inte fullt lika viktigt tycks korruption, vapnade konflikter och jämställdhet vara.

Social hållbarhet å andra sidan innebär ett jämställt och jämlikt samhälle där människor lever ett gott

liv med god hälsa och där alla är delaktiga i samhällsutvecklingen. I ett sådant samhälle har alla barn rätt till skolgång och alla arbetare rätt till en god arbetsmiljö.

Det är uppenbart att vi i västvärlden måste fundera över hur vi ser på social hållbarhet ur ett globalt perspektiv. ♦



Christina Wanhainen är professor i malmgeologi vid Luleå tekniska universitet  
christina.wanhainen@ltu.se



Många har nog sett prospekteringsgeologer kartera borrhälskärnor och det är nog en av de bilderna lekmän har av prospekteringsgeologer. Idag är det inte ovanligt att man har diamantborrhål som är över 1000 meter långa och det blir många lådor med borrhälskärnor av ett hål!

# Prospektering

## - en månghundraårig skattjakt

Vårt moderna samhälle är byggt av metaller och mineral. En tryggad tillgång till dessa är därför en förutsättning för det goda samhället. Utan aktiv prospektering efter nya fyndigheter kan vi inte fortsätta bygga välbstånd när jordens befolkning inom några decennier ökar från 7 till 10 miljarder människor.

TEXT: PÄR WEIHED

**GEOLOGER OCH** geofysiker har under de senaste mer än hundra åren spelat en avgörande roll för vår råvaruförsörjning, och de allra flesta geologiska undersökningar runt om i världen bildades för att länder och regioner har haft ett behov av att trygga sin inhemska råvaruförsörjning. Man kan därför säga att yrket geolog i stora stycken är starkt förknippat med prospektering efter metaller och mineral.

Idag får prospektering och vår minerallagstiftning utstå ganska stark

kritik från vissa håll, framför allt från de som vill stärka markägarnas rättigheter och från grupper som är negativt inställda till gruvverksamhet.

### Den ofrivillige prospektören

Enligt sägnen var det getabocken Kåre som hittade Falu gruva. När han bökade i jorden i området som sedan skulle bli Falu gruva blev hans horn röda, och när människorna i trakten såg de röda hornen så anade de att det fanns malm i backen.

Sant eller inte, så kan man ändå säga att Kåre var en ofrivillig prospektör som gav avstamp för en prospekteringsepok i Sverige som varat i flera hundra år. Den har bidragit till vårt lands industrialisering med utgångspunkt från de järn-, silver- och koppargruvor som brutits i framför allt Bergslagen i många hundra år.

### Från blockletning till geofysik

Prospektering i den bemärkelse vi känner den idag har ungefär 150 år



på nacken. Idag är prospektering en mycket avancerad skattjakt byggd på både geologisk kunskap och avancerad teknik.

Traditionellt har blockletning använts i Sverige för att identifiera mineraliserade block som slitits loss från berggrunden av inlandsisen och sedan transporterats med isen när den rört sig och avsatt de moräner som täcker stora delar av vårt land. Denna metod har historiskt varit framgångsrik och används till viss del även idag.

Den geokemiska sammansättningen hos moräner har också använts vid prospektering för att identifiera förhöjda halter av de metaller man letar efter.

I takt med att de flesta fyndigheter i de allra översta delarna av berggrunden har hittats så har prospekteringsmetoderna förfinats för att även ge en förståelse för hur berggrunden ser ut på djupet. Idag kan man lite förenklat säga att det finns tre huvudmetoder för prospektering: flygmätningar, markmätningar och borrhning.

### **Flygplan, helikopter och drönare**

*Flygmätningar* är den mest översiktliga metoden för att få information om berggrundens magnetiska, elektriska och elektromagnetiska egenskaper. Även gravimetriska mätningar (tyngdkraft), som ger information om berggrundens densitet, kan idag genomföras från flyg.

Från den information som samlas in gör man kartor som visar bergets olika egenskaper. Och från dessa kan man sedan se var det kan finnas intressanta objekt att följa upp med vidare undersökningar.

I Sverige samlar Sveriges geologiska undersökning in översiktlig geofysisk information som är tillgänglig för alla. Oftast görs detta med lågflygande plan eller med helikopter. I och med teknikutvecklingen har man på senare år också börjat använda drönare för mätningar.

Flygmätningar påverkar inte miljön på något sätt, men lågflygning kan upplevas störande av både människor och djur.

### **Markobservationer nästa steg**

Både geofysiska och geokemiska *markmätningar* används ofta som



### **BERGSSTATEN – EN BESLUTS-INSTANS MED ANOR**

Bergsstaten grundades 1637 under Axel Oxenstiernas (bilden) ledning och firade 375-årsjubileum 2012. Bergsstaten är därmed en av de äldsta statliga verksamheterna i Sverige. Sedan 1998 är Bergsstaten samlad med hela landet som verksamhetsområde, med en bergmästare som chef. År 2009 blev Bergsstaten ett särskilt beslutsorgan inom Sveriges geologiska undersökning. Bergmästaren utses fortfarande av regeringen medan övrig personal utses av SGU.

Bergsstaten ska fatta beslut om frågor om tillstånd för prospektering (undersökningstillstånd), gruvbrytning (bearbetningskoncession) och vilken mark en gruva får använda (markanvisning). Man ska bedriva tillsyn över prospektering och gruvverksamhet. Man ska också informera om lagstiftning, pågående prospektering och bearbetning.

nästa steg i prospekteringen. Man mäter ungefär samma egenskaper som man mäter från luften men får en mer detaljerad information.

Markmätningar är dock arbetsintensiva och det är svårt att täcka större områden. Markmätningar kan ge en begränsad lokal miljöpåverkan då man kan behöva kapa ner buskar och träd för att t.ex. lägga ut nätverk av elektriska kablar i terrängen.

Med modern positioneringsteknik har markpåverkan dock minimerats och idag är det framför allt terrängfordon som kan upplevas som störande. Markmätningar utförs i begränsad skala av Sveriges geologiska undersökning (bl.a. tyngdkraftsmätningar och geokemisk provtagning). Men den mesta informationen tas fram av enskilda prospekteringsbolag.

### **Borrhning för att bekräfta eller dementera och definiera**

När man har identifierat ett intressant objekt baserat på antingen geofysiska undersökningar eller på geologiska företeelser som bedöms som intressanta (lämpliga värdbergarter, omvandlingssystem, malmbärande strukturer etc.) borrar man ofta ett hål för att se om tolkningarna man gjort stämmer och om där faktiskt finns något intressant.

Det finns två sätt att borra: Vid diamantborrning tar man upp en hel stav av berggrunden, en borrhälskärna. Vid kaxborrning mals berget sönder när man borrar och det som kommer upp är bara flisor av berggrunden. Diamantborrningen är väsentligt dyrare, men ger i gengäld mycket mer information tillbaka om berggrunden.

Det finns två stora fördelar med borrhål och borrhälskärnor: dels kan man i borrhålet mäta samma egenskaper hos berggrunden som man kan göra i markmätningar, dels kan geologerna undersöka och analysera kärnorna för att se om där finns någon mineralisering. Men man kan också dokumentera bergarter, geokemisk omvandling, strukturer m.m.

Om man sedan påträffar en mineralisering så måste den sedan borraras upp för att man ska kunna göra en bedömning av malmens storlek och ingående halter av värdemetaller.

Det är inte ovanligt att hundratals hål måste borraras. Med en kostnad idag på uppemot 1000 kronor per meter borrhälskärna så blir det många miljoner kronor innan man kan ha en bevisad malmreserv som sedan eventuellt kan brytas.

Borrhning är den prospekteringsfas som ur miljöhänseende påverkar mest. Själva borrhålet är kanske inte ett stort problem. Däremot måste

## KONCESSIONSMINERAL OCH JORDÄGARMINERAL

Bergsstatens beslut rör de mineral eller mineraliska ämnen som anges i 1 kap. 1 § minerallagen (1991:45). Dessa är:

1. antimon, arsenik, beryllium, bly, cesium, guld, iridium, järn som förekommer i berggrunden, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, lantan och lantanider, litium, mangan, molybden, nickel, niob, osmium, palladium, platina, rodium, rubidium, rutenium, silver, skandium, strontium, tantal, tenn, titan, torium, vanadin, vismut, volfram, yttrium, zink och zirkonium, 2. andalusit, apatit, brucit, flusspat, grafit, kyanit, leror som är elfasta eller klinkrande, magnesit, magnetkis, nefelinsyenit, sillimanit, stenkols, stensalt eller annat salt som förekommer på liknande sätt, svavelkis, tungspat och wollastonit, och 3. olja, gasformiga kolväten och diamant.

Övriga mineral brukar kallas jordägarmineral. För dessa gäller inte mineralagen. Utvinning av koncessionsmineral sker i en gruva. Utvinning av andra mineral än enligt mineralagen benämns oftast täkt.

borrmaskinerna ut i terrängen och för detta behöver man ofta röja mindre vägar i skogen. Tekniken har dock även här gått framåt och maskinerna blir allt mindre och mer terränggående.

### Prospekteringsfaser

Internationellt brukar man indela prospekteringen i tre olika faser: projektgenerering, gräsrotsprospektering (*green fields*) och gruvnära prospektering (*brown fields*). Ibland nämner man också en fjärde kategori som kallas för avancerade projekt. Denna innebär att identifierade fyndigheter också borrar upp för att en mineralreserv ska kunna definieras. Internationellt sett investeras just nu mest pengar i denna fas.

Projektgenereringsfasen börjar med att prospekteringsföretaget gör en bedömning av den geologiska potentialen inom ett visst område. Man värderar information som redan finns, gör en riskbedömning av samhällsfaktorer som infrastruktur, politisk stabilitet, korruption, lagstiftning m.m. och gör sedan en samlad bedömning om det är strategiskt rätt

att satsa pengar på en prospekteringskampanj i ett visst område.

När man bestämt sig för att gå in i ett nytt område så görs gräsrotsprospektering. Denna omfattar oftast alla de metoder som beskrivits ovan och fortsätter fram till dess att man antingen hittar något eller beslutar sig för att avbryta projektet.

De större gruvbolagen i Sverige (t.ex. Boliden och LKAB) satsar mycket på gruvnära prospektering. Potentialen att hitta mer malm är ju större där man redan bevisat mineralisering än i ett helt nytt område. Dessutom vill bolag med gruvverksamhet hitta mer malm så nära som möjligt till den infrastruktur man redan byggt upp. Idag kan man nog säga att en majoritet av det kapital som investeras i prospektering i Sverige avser gruvnära prospektering.

### Satsningar i Sverige

Sveriges geologiska undersökning presenterar sedan många år statistik över hur mycket som satsas på prospektering i Sverige och i världen. Enligt dem satsades år 2018 i världen totalt 9,62 miljarder USD (exklusive järnmalm), fördelat på 1651 bolag. Prospekteringen i Sverige stod för 0,7 procent av denna summa vilket motsvarar 772 miljoner kronor.

Detta var en ökning från året innan och ganska nära rekordåret 2011 då det prospekterades för 783 miljoner kronor. Boliden och LKAB står tillsammans för 64 procent av de satsade pengarna. Främst prospekteras det i Norrbotten och Västerbotten där man i första hand letade efter basmetaller och guld.

År 2018 täckte de beviljade undersökningstillstånden en yta om knappt 4000 km<sup>2</sup> (exklusive områden för olja, gas och diamant). Detta motsvarar ungefär 0,9 procent av landets yta.

### Vad säger lagen

Under senare år har lagstiftningen och tillståndsprövsprocessen för gruvbrytning varit föremål för en ökad kritik, både från sådana som inte vill se gruvverksamhet alls och från gruv- och prospekteringsbranschen som menar att tillståndsprövsprocessen tar för lång tid och är oförutsägbär.

Så vad säger då lagen och hur ser tillståndsprövsprocessen ut?

Svensk minerallagstiftning har förändrats genom åren liksom vår syn på statlig kontroll av gruvverksamhet och prospektering.

Innan nuvarande minerallag trädde i kraft reglerades rätten att utnyttja mineraltillgångar enligt tre olika system: *inmutningssystemet*, *koncessionssystemet* och *jordägarerättsystemet*.

Inmutningssystemet innebar att den som först anmälde att han ville utnyttja en fyndighet fick rätt till denna. Systemet låg till grund för gruvlagen (1974:342). Om inmutaren ville bearbeta en fyndighet hade han rätt att få sig anvisat ett arbetsområde för detta, ett så kallat utmål.

Principen för koncessionssystemet var att rätten att undersöka och bearbeta en fyndighet uppläts efter fri prövning av staten. Systemet gav därmed ett starkare samhällsinflytande än inmutningssystemet. Staten hade också rätt till en kronoandel om 50 procent. Detta gjorde att det inte fanns något större intresse från utländska bolag att prospektera i Sverige. Innan 1974 års lagstiftning hade markägaren en motsvarande rätt i inmutningar, dock begränsad till 1 procent. När kronoandelen infördes förlorade markägarna denna rätt.

### Kollektivt ägande av vissa mineral

Utgångspunkten för den nuvarande svenska minerallagstiftningen, som trädde i kraft 1992, är att så kallade koncessionsmineral är socialiserade, dvs. de tillhör staten.

Koncessionsmineral är i allt väsentligt metaller och mineral som identifierats i den svenska berggrunden. Enligt lagens första kapitel och första paragraf indelas dessa i tre grupper: metaller, industrimineral och olja, gas och diamanter (se faktarutan).

För att hantera och fatta beslut om koncessionsmineral har Sverige sedan en mycket lång tid tillbaka en myndighet, Bergsstaten, som leds av en bergmästare. Det är denna myndighet som beslutar om tillstånd för prospektering (vilket kallas för undersökningstillstånd) och för brytning (vilket benämns bearbetningskoncession). För brytning krävs också ett miljö-

tillstånd som innebär en prövning enligt miljöbalken och som beslutas av mark- och miljödomstolen.

Det är alltså inte markägaren som äger rättighet till de koncessionsmineral som finns i marken. Däremot äger markägaren rätt till alla andra mineral som *inte* är omnämnda i minerallagen. Dessa kallas oftast markägarmineral eller jordägarmineral.

I princip kan vem som helst som kan göra gällande att man på ett seriöst sätt kan utföra den föreslagna undersökningen ansöka och erhålla ett undersökningstillstånd av bergmästaren. Bilden intill beskriver hur processen går till från undersökningstillstånd till beviljad gruvverksamhet.

### Kritik från flera håll

Kritiken mot gällande lagstiftning kan delas in i kritik från de som är emot gruvverksamhet (åtminstone på vissa platser i Sverige) och från företrädare för branschen. De senare tycker att tillståndprocessen tar för lång tid, ofta flera år, och är oförutsägbart. Enligt myndigheten Tillväxtanalys kan tiden från det att ansökan lämnats in till mark- och miljödomstolen till att dom meddelas i extrema fall vara 10 år. I normalfallet tar det ofta 1–2 år.

De långa handläggningstiderna hänger delvis ihop med möjligheten för sakägare att överklaga beslut. Sakägare kan vara både myndigheter (t.ex. länsstyrelser, Naturvårdsverket), samebyar och andra som påverkas av en eventuell gruvdrift.

Kritiken från andra håll hävdar att det är alldeles för lätt att öppna en gruva i Sverige och att det av miljöskäl bör vara väldigt restriktivt att bevilja tillstånd. Ofta anser man att en gruva är en så pass miljöfördärvande verksamhet att det inte bör förekomma över huvud taget. Även samebyar och rennäringen har ofta överklagat beslut då de anser att en gruva försvårar eller till och med omöjliggör renskötsel då gruvan tar både renbetesmark och flyttleder i anspråk.

Den omfattande kritiken har också gjort att flera ärenden om gruvetableringar nu ligger på regeringens bord, i några fall sedan flera år,

**Undersökningstillstånd enligt minerallagen**  
*Bergmästaren beslutar*

**Provbrytningstillstånd enligt miljöbalken**  
*Länsstyrelsens miljöprövningsdelegation beslutar*

**Särskilt tillstånd för gruvverksamhet eller undersökningsåtgärder som kan påverka ett Natura 2000-område**

**Bearbetningskoncession enligt minerallagen och 3–4 kap. miljöbalken**  
*Bergmästaren beslutar*

**Miljö tillstånd enligt 9 och 11 kap miljöbalken**  
*Mark- och miljödomstolen beslutar*

**Markanvisning enligt minerallagen**  
*Bergmästaren beslutar*

**Bygg- och marklov enligt plan- och bygglagen**  
*Kommunens byggnadsnämnd beslutar*

Dessutom kan ytterligare tillstånd eller dispenser krävas, till exempel för kulturminnesskydd, strandskydd, artskydd och biotopskydd.  
Hela processen innebär svar från flera remissinstanser och samråd med olika sakägare.



Prövningen av gruvverksamhet från ansökan om undersökningstillstånd till ansökan om bygg- och marklov. Många instanser är inblandade och processen kan ibland ta mycket lång tid. Källa: SGU och

för slutligt avgörande. Detta gäller t.ex. Norra Kärr utanför Gränna där man vill bryta sällsynta jordartsmetaller, Kallak utanför Jokkmokk där man vill bryta järnmalm och Laver utanför Älvsbyn där man vill bryta basmetaller.

Det senaste året har också inneburit starka protester i Skåne mot att bergmästaren beviljat undersökningstillstånd för vanadin som behövs för batteritillverkning och en grön omställning. Här har privatpersoner och miljöorganisationer bland annat krävt ett förbud mot prospektering i alunskiffer och att minerallagstiftningen revideras.

### Bra system eller inte?

Har vi en för gruvvänlig minerallag? Åsikterna går isär. Sedan 2005 har vi en lagstiftning som dels ger ersättning för intrång, dels ger en så kallad mineralersättning. Ersättningarna regleras i 7 kapitlet i minerallagen.

Läs också bergmästaren Åsa Perssons debattinlägg på sidan 30–31

Markägare ska således ersättas för skada och intrång, vilket i sin tur regleras i expropriationslagen.

Mineralersättningen betalas årsvis och ska motsvara två promille av det beräknade värdet av de mineral som omfattas av koncessionen och som har brutits och uppförats inom koncessionsområdet under året.

Av ersättningen ska tre fjärdedelar tillfalla de fastighetsägare som finns inom koncessionsområdet och en fjärdedel ska tillfalla staten. År 2018 inbetalades totalt drygt 12 miljoner kronor i mineralersättning. Dessutom betalades drygt 19 miljoner in i avgifter för undersökningstillstånd och bearbetningskoncessioner. ♦



Pär Weihed är prorektor och professor i malmgeologi vid Luleå tekniska universitet. Han är också Geologiska föreningens ordförande.  
par.weihed@ltu.se





# Grundvatten

## – *en naturresurs i förändring*

I Sverige får ungefär hälften av oss vårt dricksvatten från grundvatten. Man kan därför säga att grundvattnet är en av våra viktigaste naturresurser. De flesta i Sverige har kommunalt vatten medan drygt en miljon människor får sitt vatten från egna brunnar, vanligtvis grävda eller bergborrade brunnar. Vad är grundvatten egentligen och hur kommer det att påverkas av ett förändrat klimat?

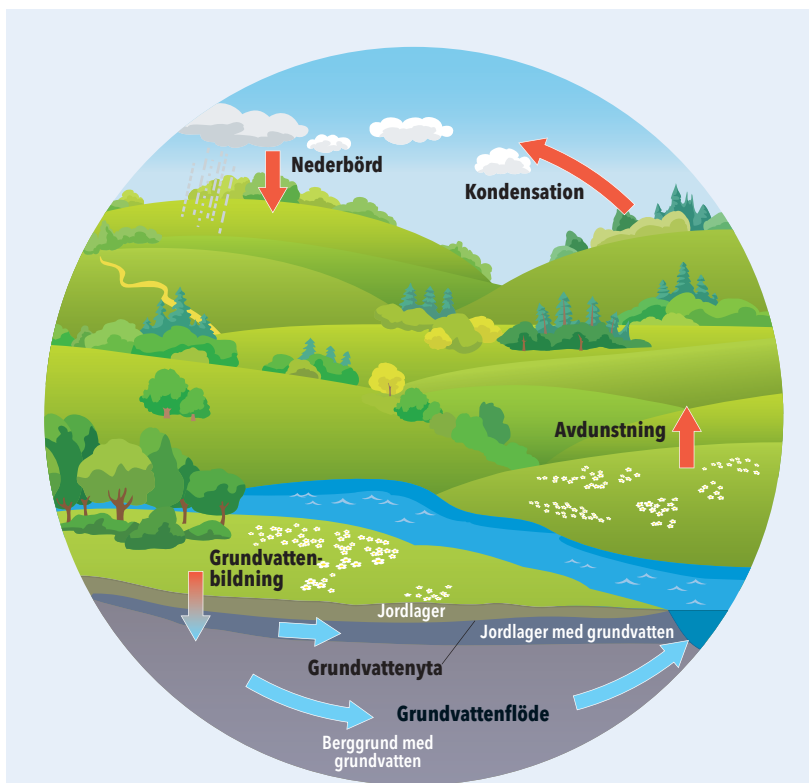
TEXT: BO THUNHOLM

På planeten jorden finns ungefär 1 400 miljoner kubikkilometer vatten. Av detta är 97 procent saltvatten och bara tre procent sötvatten. Praktiskt taget allt sötvatten på jorden utgörs

av grundvatten eller är bundet i form av is och snö. Andelen ytvatten jämfört med grundvatten är mycket liten, bara några få procent. När det regnar på marken tas en del av nederbörden

upp av växter och en del avdunstar. En del av nederbörden rinner också på marken direkt ner i vattendrag och sjöar. Den nederbörd som inte rinner av, avdunstar eller tas upp av växter

**Till vänster:** Näråkällan i Transtrandsfjällen i nordvästra Dalarna. Här finns en riklig flora i ett område där berggrunden och den överlagrande moränen huvudsakligen utgörs av svärvittrad sandsten. Foto: Magdalena Thorsbrink.



#### VATTNETS KRETSLOPP

Vattnets kretslopp, den hydrologiska cykeln, är vattnets kontinuerliga flöde mellan havet, atmosfären, vatten-samlingar på land, grundvatten och levande organismer.

Vattnets kretslopp drivs av solen som värmer upp vattnet i hav och sjöar. Vatten avdunstar då och bildar vattenånga som stiger uppåt i atmosfären med hjälp av luftströmmar. När vattenångan stiger uppåt sjunker temperaturen och ångan kondenseras och bildar moln. Så småningom bildas regnmoln och nederbörd faller som snö eller regn. Nederbörden i form av regn rinner av till sjöar och vattendrag. Andra delar av nederbörden

tas upp av växter eller sjunker ner i marken genom infiltration och perkolatation och bildar grundvatten. Så småningom flödar grundvattnet ut i vattendrag och sjöar och når till slut havet. Därmed är cirkeln sluten.

Grundvattnet kan stanna mycket länge under markytan innan det åter når havet. Djupt grundvatten kan stanna så länge som 10000 år, medan grundare grundvatten kan ha en uppehållstid på 100–200 år. Markvatten, det som ligger närmast ytan, stannar 1–2 månader i marken medan avdunstat vatten i atmosfären stannar ungefär nio dagar innan det faller ner igen som nederbörd.

passerar istället ner genom marken och fyller ut hålrum i jordtäckets och sprickor i berggrunden. Det är detta vatten som kallas grundvatten.

I grundvattnet sker vanligtvis ett flöde från högre terräng till lägre terräng. Och efter en tid rinner grundvattnet ut i sjöar och vattendrag och bildar då ytvatten.

Det kan i många fall ta mycket lång tid för grundvattnet att bildas och transporteras genom marken till ytvattnet, i många fall flera år. En lång transporttid bidrar till att grundvatten ofta har hög kvalitet eftersom marken fungerar som ett filter. Detta innebär i sin tur att grundvatten är lämpligt som naturresurs eftersom det kan användas med relativt liten behandling jämfört med ytvatten. Grundvatten kan även användas till annat än dricksvatten, exempelvis bevattning, processvatten inom industrin och som energikälla.

Grundvattnet finns alltså i stort sett överallt under markytan och ingår i vattnets kretslopp. Men grundvattnet är ju svårt att se då

det finns i marken. Kalkkällor är dock exempel på platser där man kan studera grundvattnet. Sådana bildas av att grundvatten strömmar ut ur marken, ofta i nederdelarna av sluttningar, och bildar små vattensamlingar.

#### Naturliga variationer och mänsklig påverkan

De senaste årens rapportering om låga grundvattennivåer och vatten-

brist har väckt ett antal frågor. En vanlig fråga är om de låga nivåerna är ett resultat av naturliga variationer eller om de beror på mänsklig påverkan.

Ett underlag för att kunna besvara den typen av frågor är insamlade data från SGU:s nationella övervakning av grundvattennivåer. Mätningar av grundvattennivåer har pågått sedan 1960-talet inom SGU:s Grundvattennät.



Mätningarna utförs vanligtvis i observationsrör som helt saknar lokal påverkan, till exempel i form av vattenuttag, diken eller dränering. Dessa mätningar som gjorts under naturliga förhållanden kan därmed användas som underlag för att bedöma hur grundvattennivåerna har förändrats med tiden.

### Lokal mänsklig påverkan

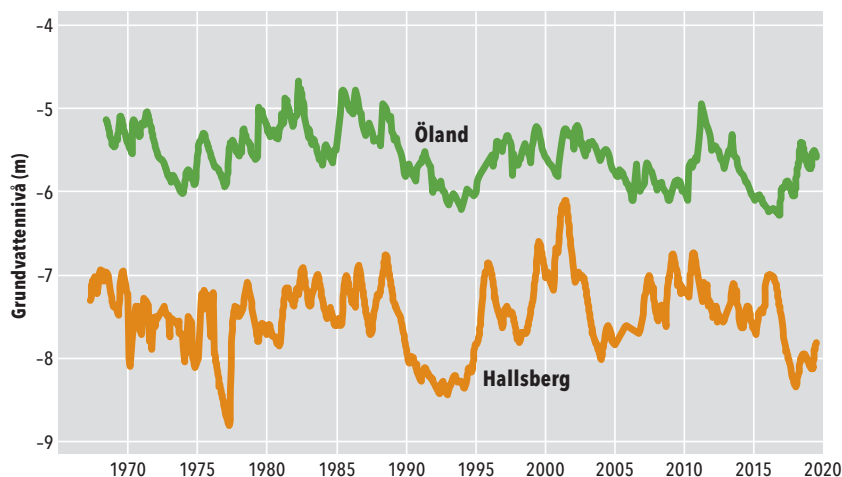
Sett ur ett nationellt perspektiv är den mänskliga påverkan på grundvattnet mycket liten om man jämför med den sammanlagda grundvattenbildningen. Den mängd vatten som tas ut, dräneras bort eller som rinner av från hårdgjorda ytor till dagvattensystem är endast några få procent av den totala grundvattenbildningen.

Mer lokalt kan dock mänsklig påverkan få konsekvenser för grundvattennivåerna och därmed för vattenförsörjningen, särskilt under de tider på året då grundvattenbildningen är liten.

I södra och mellersta Sverige brukar sommaren vara den period då grundvattebildningen är minst, och de lägsta nivåerna brukar infinna sig i augusti eller september. I landets norra delar brukar istället grundvattenbildningen vara minst under vintern med de lägsta nivåerna under mars eller april. Man brukar ibland tala om "sommartorka" respektive "vintertorka".

Stor påverkan ser man ofta i kustnära områden där jordtäcket är tunt. Ett tunt jordtäck medför att markens förmåga att magasinera grundvatten är mycket liten eftersom berggrundens sprickor, under jordtäcket, har en mycket liten magasinierande förmåga. Ett uttag av vatten under sommaren, då grundvattenbildningen är liten, kan då medföra att grundvattnet snabbt kan ta slut eller att det kan påverkas av saltvatteninträngning.

Eftersom kustnära områden med liten magasinierande förmåga ofta har stora uttag under sommaren på grund av turism och fritidsboende så kan problem med vattenförsörjningen uppstå här även vid normala grundvattennivåer. På många platser kan återkommande vattenbrist och saltvattenpåverkan vara ett normaltilstånd under sommaren.



### Klimatpåverkan

De beräkningar som gjorts av hur förhållandena kommer att bli i ett framtida klimat visar att större delen av Sverige kommer att få en ökad grundvattenbildning. Ett undantag är de sydöstra delarna av landet där grundvattenbildningen enligt beräkningarna kommer att minska.

Det är dock viktigt att se också på fördelningen över året. Enligt beräkningarna kommer grundvattennivåerna att vara högre under den kalla årstiden medan nivåerna kommer att vara lägre under sensommar och höst. Detta hänger hop med att sommaren kommer att infalla tidigare och sluta senare, det vill säga sommaren kommer att pågå längre och vara varmare än idag.

Eftersom konsumtionen av vatten ofta ökar under sommaren kan de lägre grundvattennivåerna under sommaren därmed ge ökade problem med vattenförsörjning trots att den totala grundvattenbildningen ökar. Detta gäller särskilt i områden där förmågan att magasinera vatten är begränsad. Ett exempel på ett sådant område med tunt jordtäck är Stockholms skärgård som dessutom kan ha en stora uttag under sommaren i samband med turism och fritidsboende.

### Vad visar de uppmätta grundvattennivåerna?

Mätningarna av grundvattennivåer ger ett ungefärligt mått på mängden grundvatten som finns i berg och

**Ovan:** Grundvattennivåer i meter under markytan i Hallsberg (grön kurva) och på Öland (orange kurva) från mitten av 1960-talet och fram till idag. Perioder med liten grundvattenbildning och därmed låga grundvattennivåer kan noteras under 1970- och 1990-talen samt under de senaste åren. Observationsrören är placerade i stora grundvattenmagasin (rullstensåsar) som ofta används för den kommunala vattenförsörjningen. Fleråriga perioder med låga nivåer är något som måste uppmärksammas i vattenförsörjningsplaneringen.

jord. För att få kännedom om variationen i mängden grundvatten så behövs ytterligare information om till exempel jorddjup.

Om grundvattennivån varierar nära markytan och jorddjupet är stort så är det troligt att nivåvariationerna endast återspeglar en liten variation i mängden grundvatten. En stor nivåvariation vid små jorddjup kan istället innebära att grundvattennivån ger ett mer direkt mått på mängden grundvatten. Detta resonemang förutsätter att den underliggande berggrunden är mycket tät och innehåller små mängder vatten.

För att bedöma förändringar i grundvattentillgång är det därför viktigt att de uppmätta grundvattennivåerna betraktas utifrån platsspecifika geologiska förhållanden, det vill säga egenskaper i jord och berg. SGU:s kartläggning av de geologiska förutsättningarna för att magasinera och transportera grundvatten har





FOTO: BO THUNHOLM.

mycket stor betydelse för kunna göra sådana bedömningar.

### Perioder med låga grundvattennivåer

Mätningarna i SGU:s Grundvatten-nät visar i grova drag att det finns tre perioder då grundvattennivåerna varit låga under den tid man har utfört mätningarna. En period inföll under några år i mitten av 1970-talet, en period på 1990-talet och en period har infallit under de senaste åren, främst sedan år 2016 (se diagrammet ovan till vänster).

Denna typ av långsamma fler-åriga förändringar kan främst observeras i stora och långsamt reagerande grundvattenmagasin. Dessa stora grundvattenmagasin utgörs oftast av vad som i dagligt tal kallas rullstensåsar.

Sådana stora grundvattenmagasin används ofta för den kommunala vattenförsörjningen. Perioder med låga

grundvattennivåer kan därför orsaka problem för den kommunala vattenförsörjningen även om variationerna i grundvattennivå sannolikt har naturliga orsaker.

Mäktiga rullstensåsar med stor magasiniserande förmåga kan trots fleråriga perioder med liten grundvattenbildning och relativt låga grundvattennivåer ändå ge en säker vattenförsörjning. Däremot kan rullstensåsar med mindre mäktighet vara betydligt känsligare för perioder med liten grundvattenbildning.

### Förändringar i variationsmönster

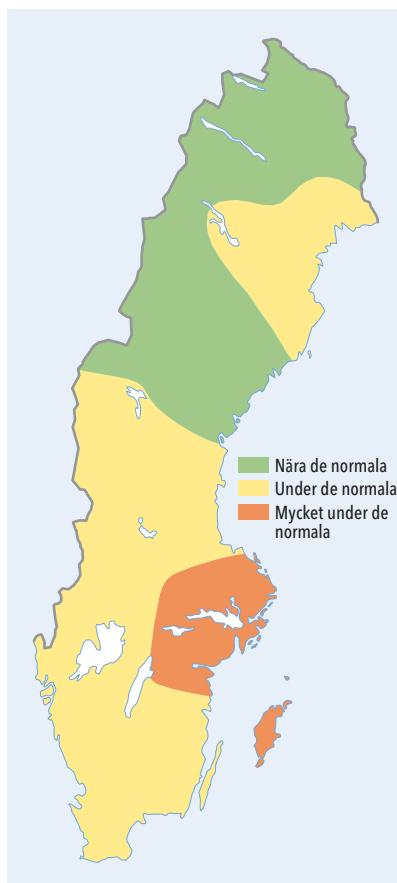
Generellt sett kan man inte se några långsiktiga trender i grundvattennivåerna i de nationella mätningar som utförts av SGU sedan 1960-talet.

Däremot kan man se trender när det gäller hur grundvattennivåerna varierar över året, främst i små och snabbt reagerande grundvattenmagasin. Merparten av

**Ovan:** Kustnära områden med tunna jordtäckan har ofta liten förmåga att magasinera grundvatten och är därmed särskilt känsliga för perioder med lite nederbörd och stora vattenuttag. Under sommaren kan stora vattenuttag i samband med fritidsboende och turism i den här typen av områden bidra till återkommande problem med vattenförsörjningen.

de privata brunnarna, grävda eller bergborrade, finns i sådana små grundvattenmagasin.

Den mest påtagliga förändringen är att vårens höjning av grundvattennivån har ändrat karaktär under de femtio år som mätningarna har pågått. Detta framgår av figuren på sidan 19. I södra delen av landet har snösmältningen och höjningen av grundvattennivån under mars och april avtagit och grundvattennivåerna har istället blivit högre under vintern.



### GRUNDVATTENNIVÅERNA I JULI

I juli i år var grundvattennivåerna i de stora grundvattenmagasinen under eller mycket under de normala för årstiden i hela landet utom i delar av norra och mellersta Norrland där de var nära de normala. Delar av östra Götaland och östra Svealand hade nivåer mycket under de normala.

Det är normalt att grundvattennivåerna sjunker i hela landet i juli men på vissa håll har nivåerna i de små magasinerna sjunkit snabbare än normalt. Nivåerna i de större magasinerna har i allmänhet sjunkit något på de flesta håll i landet. Den låga grundvattennivån i de stora magasinerna kan innebära problem med vattentillgång på platser där nivåerna är låga och där det kommunala dricksvattnet kommer från grundvattnet.

För att få en normal grundvattensituation i de stora grundvattenmagasinen behövs betydligt större nederbördsmängder än normalt under flera månader i rad.

Grundvattennivåns avvikelse från den normala tas fram genom att jämföra aktuella grundvattennivåer i mitten av månaden med månadens genomsnittliga nivå sedan 1970-talet. Kartan över stora magasin baseras på ungefär 30 observationsrör.

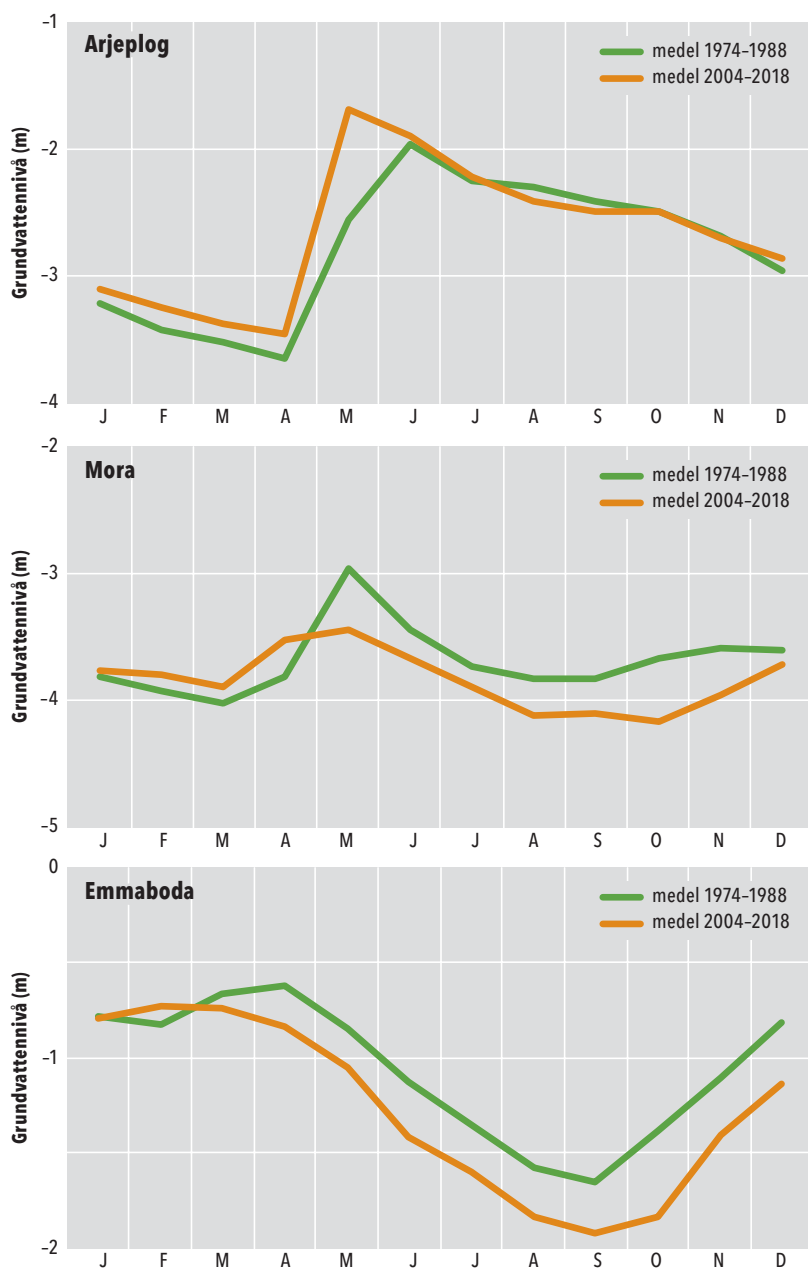
**Ovan:** Rullstensåsar har stor förmåga att magasinera och transportera grundvatten och utnyttjas därför ofta för den kommunala vattenförsörjningen. Tack vare förmågan att magasinera stora mängder vatten så har kortare perioder med torka ingen stor påverkan på vattenförsörjningen.

Längre norrut i landet har höjningen av grundvattennivån under våren inte dämpats lika tydligt. En tidsförskjutning är dock påtaglig såtillvida att snösmältningen och höjningen av grundvattennivån numera infaller tidigare jämfört med för ungefär fyrtio år sedan. De uppmätta förändringarna liknar de scenarier som beräknas förekomma i ett framtida klimat.

### Konsekvenser för vattenförsörjningen

De förändringar i grundvattennivåer som har noterats är ett viktigt bidrag vid planeringen av samhällets vattenförsörjning. I de stora grundvattenmagasinen kan flera år långa perioder med minskad grundvattenbildning





**Till vänster:** Den årliga variationen i grundvattennivå i meter under markytan vid Emmaboda, Mora och Arjeplog under perioderna 1974–1988 (grön kurva) och 2004–2018 (orange kurva). En längre period med sjunkande och därmed lägre grundvattennivåer under sommaren noteras i observationsrören vid Mora och Emmaboda vilket kan medföra ökade krav på planering för vattenförsörjningen. Förändringarna i variationsmönster påminner om vad som enligt beräkningar kan förväntas i ett framtida klimat.

#### NÄR GRUNDVATTNET SINAR

Det har de senaste åren blivit allt vanligare med vattenbrist och förbud mot bevattning på många platser i landet. Det kan finnas många orsaker till det. Men vad kan man göra för att förbättra situationen?

På Gotland byggs avsaltningsverk för att göra dricksvatten av havsvattnet. Det största verket i Kvarnåkershamn producerar 5000–7000 kubikmeter per dygn vilket motsvarar ungefär en femtedel av öns behov. Tekniken används också på Öland.

Återvinning av avloppsvatten är ett annat sätt att ta tillvara det vatten som använts en gång. Det kan lätt användas till det mesta förutom till livsmedel. Till exempel återvinner Israel 80 procent av avloppsvattnet för bevattning i jordbruket. I Nambias huvudstad Windhoek och i Las Vegas går renat avloppsvatten tillbaka ut i kranarna. Men där finns en äckelfaktor som är ganska stark.

Läs mer på [forskning.se](http://forskning.se) om avsaltning och rening av avloppsvatten genom att följa länken till höger.



och därmed låga grundvattennivåer påverka den kommunala vattenförsörjningen. Detta har varit tydligt under de senaste åren med rekordlåga nivåer i landets södra delar.

Enligt beräkningarna som gjorts av grundvattenbildningen i ett framtida klimat så kommer de sydöstra delarna av landet dessutom att få minskad grundvattenbildning vilket understryker behovet av att planera för kommande vattenförsörjning.

De förändringar av det årliga variationsmönstret som har note-

rats har också stor betydelse för den enskilda vattenförsörjningen. En längre sommarperiod med sjunkande grundvattennivåer innebär en ökad risk för sinande brunnar och kvalitetsproblem i form av påverkan av salt grundvatten.

Vid SGU pågår nu en extra satsning under tre år för att utöka både övervakningen av grundvattnet och kartläggningen av grundvattenmagasinen.

Med ökad kännedom om de hydrogeologiska förhållandena kan

därmed risken för problem undvikas både för de som har en egen brunn och för de som använder kommunalt vatten. ♦



Bo Thunholm är statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning  
[bo.thunholm@sgu.se](mailto:bo.thunholm@sgu.se)





FOTO: CHRISTER NEIDEMAN.



FOTO: BÖRJE DAHRÉN.

# Tjugo år med Geologins Dag

## Vad har det betytt för geologisk allmänbildning i Sverige?

I år är det tjugo år sedan temadagen Geologins Dag initierades. Här berättar projektledaren Nelly Aroka om hur allt började och om hur temadagen har utvecklats över åren.

TEXT: NELLY AROKA

Geologins Dag är en temadag som anordnas den andra lördagen i september varje år med arrangemang runt om i hela Sverige. Arrangörerna består av organisationer, myndigheter, amatörgeologiska föreningar, företag med flera som bedriver verksamhet med anknytning till geologi och geovetenskap.

Målgruppen för dagen är främst allmänheten och syftet är att väcka

nyfikenhet och visa vilken nytta som kunskap om geologi ger samhället. Detta är i linje med föreningen för Geologins Dags syfte som är att sprida information och kunskap om geologi och övrig geovetenskap till allmänhet, skolor och beslutsfattare året runt.

Geologins Dag är således både en temadag och en ideell förening, och en av få aktörer inom Sverige som har ett uttalat mål att nå ut med

geologi till allmänheten. Men hur började allt?

### De första stapplande stegen

1999 är året då världens befolkning enligt FN och Världsbanken passerar 6 miljarder i antal. Det råder en generell oro för hur datorprogrammen ska klara den så kallade millenniebuggen och kanelbullens dag sparkar igång en idé om ett nationellt firande också

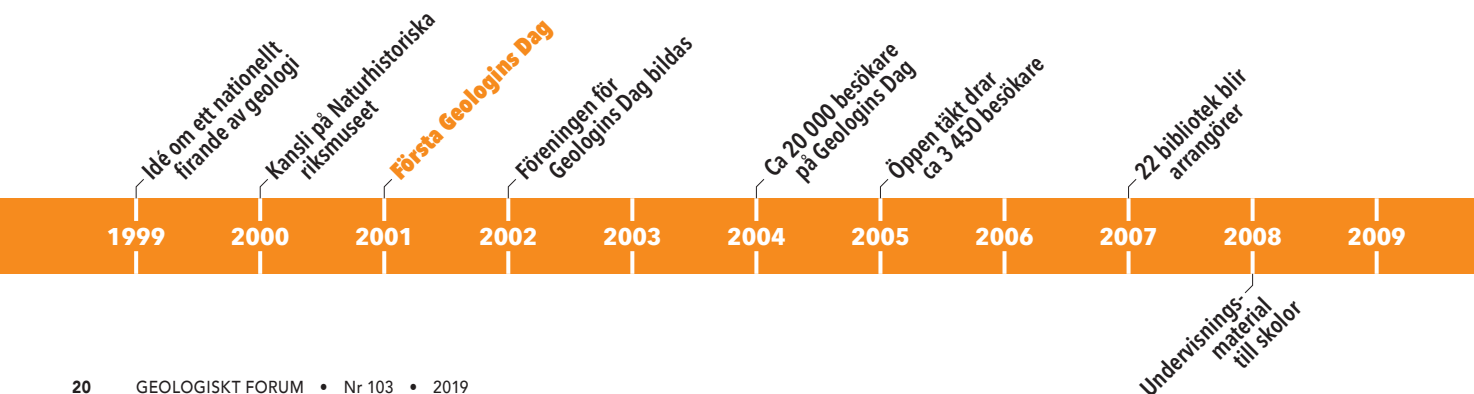




FOTO: AGNETA WESTERDAHL.

**Till vänster:** Barn vaskar efter hajtänder och fossil utanför Kristianstad på Geologins Dags invigning 2018.

**Mitten:** Stora och små bygger landskap i en så kallad "augmented sandbox" i Uppsala universitets Geotält på Geologins Dag 2016.

**Till höger:** En grupp på exkursion på Fårö tar en paus bland raukar på Geologins Dag 2018.

av geologi. Det var Karin Eriksson och de övriga ledamöterna inom den Svenska nationalkommittén för geologi vid Kungliga Vetenskapsakademien som då initierade Geologins Dag.

Efter en hel del grundarbete kunde äntligen den allra första Geologins Dag hållas den 25 augusti 2001. Dagen blev en succé med 150 olika arrangemang och över 10 000 besökare.

Nu fanns även en koordinator och ett kansli på Naturhistoriska riksmuseet. Tack vare finansiärer fanns också en budget på 500 000 kronor. Året därpå ersattes den provisoriska arbetsgrupp som lett verksamheten dittills med en mer permanent Förening för Geologins Dag, med representanter för olika delar av Geo-Sverige i styrelsen.

Det ska dock inte hymlas med att Geologins Dag, då som nu, inte skulle vara möjlig utan allt det ideella arbete och de många oavlönade timmarna som arrangörerna själva står för.

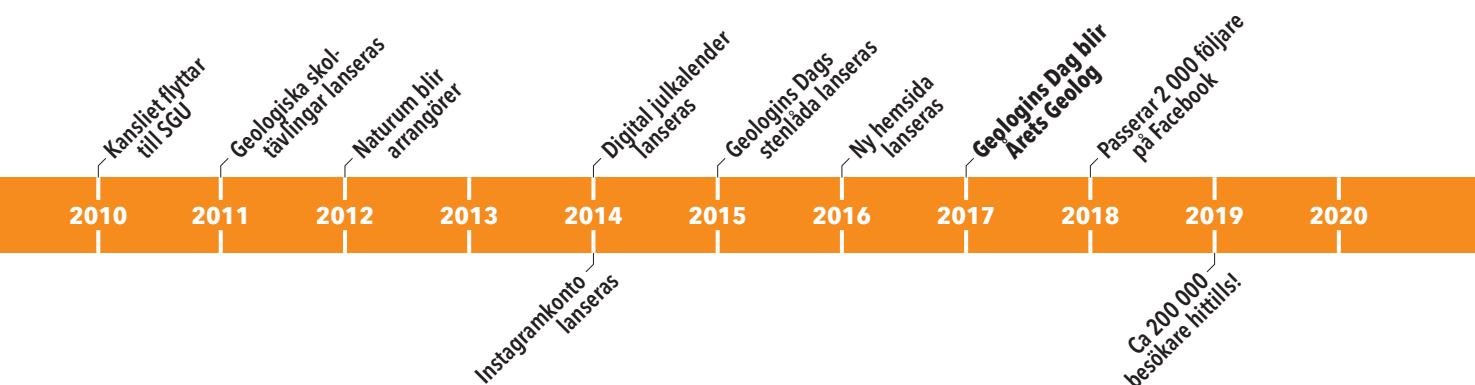
Skeppet var alltså sjösatt och framtidsvisionen var mycket ambitiös: Geologins Dag skulle bli ett årligt återkommande event med fler arrangemang och besökare, den geologirelaterade undervisningen i skolorna skulle öka och företagen skulle göras uppmärksamma på geovetarnas värdefulla kompetens.

### Skolorna ska med

Från och med 2004 fick närliggande skolor en särskild inbjudan till invigningen av Geologins Dag som hölls fredagen innan Geologins Dag. Styrelsen för Geologins Dag såg tidigt att det fanns en stor potential för att nå ut med geologi till grundskolan där geologi inte finns som ett eget ämne i läroplanen.

Men det skulle dröja tills 2008 innan riktade satsningar äntligen kunde lanseras. För aktiviteten *Geologi i klassrummet* togs en kort introduktionsfilm om geologi fram. Dessutom framställdes två geologiövningar och en tipsrunda. Undervisningsmaterialet lades ut på Geologins Dags hemsida för nedladdning och under det första året tog 350 lärare med sammanlagt 15 000 elever del av materialet.

Sedan 2008 har skolmaterialet successivt utökats med flera lektioner





till flera årskurser. Fysiskt material som affischer, broschyrer, linjaler och stendlådor för beställning har tillkommit. Dessutom har flera skoltävlingar ordnats där man kan vinna pengar eller en lektion med en geolog.

Allt material för skolorna utom stendlådorna har ända sedan starten varit kostnadsfritt och det har också marknadsförts i både lärartidningar och på mässor.

### Internet ställer högre krav

Allt fler i Sverige är uppkopplade till internet och får information därifrån. Enligt Internetstiftelsens rapport *Svenskarna och Internet 2018*, har 98 procent av svenskarna tillgång till internet hemma och 90 procent äger en smart mobil.

83 procent av svenskarna använder sociala medier och av dessa använder 63 procent det dagligen. Störst bland sociala medier är Facebook (över

hälften av svenskarna i alla ålders-kategorier använder tjänsten), följt av Instagram och Snapchat.

Förutom att ha en hemsida blev det därför i början på 2010-talet allt viktigare att också vara närvarande på sociala medier för att nå allmänheten. 2012 skapades Geologins Dags sida på Facebook och 2014 kom Geologins Dags Instagram-konto.

År 2016 uppdaterades Geologins Dags hemsida för första gången sedan starten 2001 eftersom det då ställdes krav på ett modernare utseende med funktioner som var anpassade för både mobiltelefoner och stationära datorer.

De digitala besökarna efterlyser ofta ett innehåll som uppdateras kontinuerligt, och olika målgrupper tar del av information på olika plattformar. Exempelvis tittar mer än hälften av alla under 25 år dagligen på Youtube.

Utvecklingen har gått snabbt och olika former för att engagera allmänheten har provats på Facebook med goda resultat. Två exempel är Torsdagsnöt (mellan 2015 och 2016) och digitala julkalendrar (med början 2014). Dessa har i dagsläget fått 315 kommentarer och visats omkring 16 800 gånger.

2016 passerade antalet Facebook-följare (1256 st) antalet medlemmar (1119 st) i föreningen och sedan 2017 sker annonseringen av Geologins Dags arrangemang främst via Facebook.

Trots att internet är en naturlig del av många liv idag finns det fortfarande få webbsidor och filmer med information om grundläggande geologi på svenska och behovet är stort. Här finns mycket att göra och desto mer att vinna för att nå ut till allmänheten.



FOTO: MATILDA, ÖRESUNDGYMNASIET LANDSKRONA.





FOTO: KARIN GRÄNÄS.

**Till vänster:** Elever på Öresundsgymnasiet studerar mineral och bergarter. Bilden anmäldes som ett bidrag till Geologins Dags skoltävling 2018.

**Ovan:** En grupp på ett klapperfält kring Höga kusten diskuterar områdets geologiska utveckling på Geologins Dag 2015.

### Geologins Dag fyller viktigt behov

Geovetenskapligt kunnande spelar en central roll för en rad viktiga samhällsfrågor, alltifrån klimat- och miljöfrågor till försörjning ochushållning med naturresurser som grundvatten, metaller och mineral, energiråvaror eller råvaror för byggindustrin. Geovetenskaplig kunskap behövs också vid byggande ovan och under jord och för förebyggande av naturkatastrofer. Dessvärre är det geologiska kunnandet generellt

bristande hos både allmänhet och beslutsfattare.

Geologins Dag som skapades för att stärka geologins ställning i samhället har som många ideella föreningar utmaningar. Ungefär hälften av arrangörerna är bara med en gång, och besöksantalet har krympt i och med att färre arrangemang görs för stor publik. Medlemsantalet i föreningen har legat relativt konstant på omkring 1200 under de senaste åren, medan ekonomin krympt från ungefär 500 000 kronor till knappt 400 000 kronor. Och det finns mycket som återstår att göra.

Efter snart 20 år är Geologins Dag fortfarande aktuellt. Sedan starten har arrangemangen på Geologins Dag lockat totalt omkring 200 000 besökare. Det fria materialet som finns på föreningens hemsida laddades ner ca 4 800 gånger under

2018. Mellan 2008 och 2018 hade ungefär 2 300 beställningar av Geologins Dags lärapaket gjorts, vilket kommit omkring 93 400 elever till godo. I år lanserades ”Geologins Dag Året Runt” som tillåter arrangörer att ha arrangemang när efterfrågan är som störst.

Målet att väcka nyfikenhet och visa vilken nytta som kunskap om geologi ger samhället uppfylls och det finns driv och initiativ att fortsätta. Nästa år är det tjugoförstaårsjubileum. Visst är du med och firar? ♦



Nelly Aroka,  
projektledare för  
Geologins Dag  
geologinsdag@sgu.se





# Den outsläckliga törsten efter kobolt

TEXT: DAN HOLTSTAM & JOAKIM MANSFELD

Gruvhål i Gladhammars ödegruvor i Västerviks kommun. Bilden är tagen innan varpen "sanerades" eller "efterbehandlades" av kommunen och blev otillgänglig för vetenskapliga undersökningar. Foto: Joakim Mansfeld.



Omställningen till eldrivna fordon och den ökade produktionen av batterier som behövs i dessa har gjort att efterfrågan på kobolt har ökat dramatiskt. Samtidigt kommer det mesta av metallen från Demokratiska republiken Kongo och andra mindre stabila länder vilket gör tillgången osäker.

**KOBOLT ÄR EN** övergångsmetall med en genomsnittlig koncentration av runt 20 miljondelar i jordskorpan. Närmare sjuttio koboltmineral är kända, varav ett mindre antal bryts som malm (sulfider, arsenider). Även andra mineral kan innehålla så pass höga halter av kobolt att de blir brytvärda, främst pyrit och magnetkis.

I kemiska föreningar förekommer kobolt som regel i oxiderat tillstånd, som  $\text{Co}^{2+}$  eller  $\text{Co}^{3+}$ . I flera avseenden liknar det sina närmaste grannar järn och nickel i det periodiska systemet. En positivt laddad jon av metallen kan binda till andra element (ligander), och både organiska och oorganiska molekyllkomplex kan framställas. I naturen transporteras troligen det mesta av grundämnet som kloridkomplex, till exempel i hydrotermala lösningar. I de vanliga bergartsbildande silikatmineralen uppträder kobolt, precis som nickel, gärna i olivgruppens mineral.

#### Eftertraktade egenskaper

Kobolt i metallisk form har efterfrågade elektriska och magnetiska egenskaper, hög hårdhet samt god värme- och korrosionstålighet. Mer än hälften av allt kobolt som produceras i världen används dock i föreningar med andra metaller i celler för energilagring. Kobolt ingår ofta i katoder för laddningsbara litium-jonbatterier (LIB).

De koboltbaserade batterierna har det högsta energiinnehållet per volymenhet och används därför gärna i bärbar elektronik och eldrivna fordon. Det är främst tillverkningen av personbilar som inte drivs med fossilt bränsle som nu leder till en ökad efterfrågan.

Metallen finns också i smarta telefoner men för varje telefon behövs bara några gram av metallen. I en

modern elbil däremot ingår 5–15 kg beroende på modell (se faktarutan på sidan 8).

De nya batterierna har normalt en lång livslängd vilket gör att det kommer att dröja flera år innan återanvändning av de ingående metallerna kan komma i fråga i någon större omfattning. Forskning pågår för att utveckla nya typer av laddningsbara enheter som innehåller mindre mängder kobolt, men man kan troligen inte förvänta sig snara framsteg på den fronten.

Man kan därför räkna med en fortsatt stark efterfrågan på kobolt, och enligt de flesta prognoser räknar man med ett framtida behov som är flera gånger den volym som efterfrågas idag.

#### Ökat pris

Under några få år från 2016 till 2018 tredubblades priset på kobolt, men det har sjunkit under det senaste året. Jämfört med många andra metaller är marknaden för kobolt ganska volatil, med ekonomspråk.

Det finns bland annat en geologisk orsak till detta. Med något enstaka undantag produceras kobolt framför allt som biprodukt vid utvinningen av två andra och ”större” metaller, nämligen koppar eller nickel. Omfattningen på produktionen av de senare är starkt beroende av den globala konjunkturen, och under goda ekonomiska tider kommer alltså tillgången på biprodukten kobolt att vara större än under lågkonjunktur.

#### Osäker marknad

Ett annat och större bekymmer för tillgången till kobolt är dock att det råder oligopol på marknaden. Över hälften av de kända tillgångarna finns i Demokratiska republiken Kongo (DRC) och de står också för mer än 60 procent av produktionen i världen,

FOTO: MAX PIXEL, CREATIVE COMMONS CC0.



## Kobolt (Co)

**Upptäckt:** Omkring 1735 av den svenske kemisten Georg Brandt (1694–1768).

**Atomnummer:** 27

**Relativ atommassa:** 58,933194 u

**Utseende:** Hård glänsande grå metall

**Densitet:** 8,90 g/cm<sup>3</sup>

**Smältpunkt:** 1495 °C

**Kokpunkt:** 2927 °C

**Förekomst:** Den genomsnittliga koncentrationen i jordskorpan är omkring 0,002 %

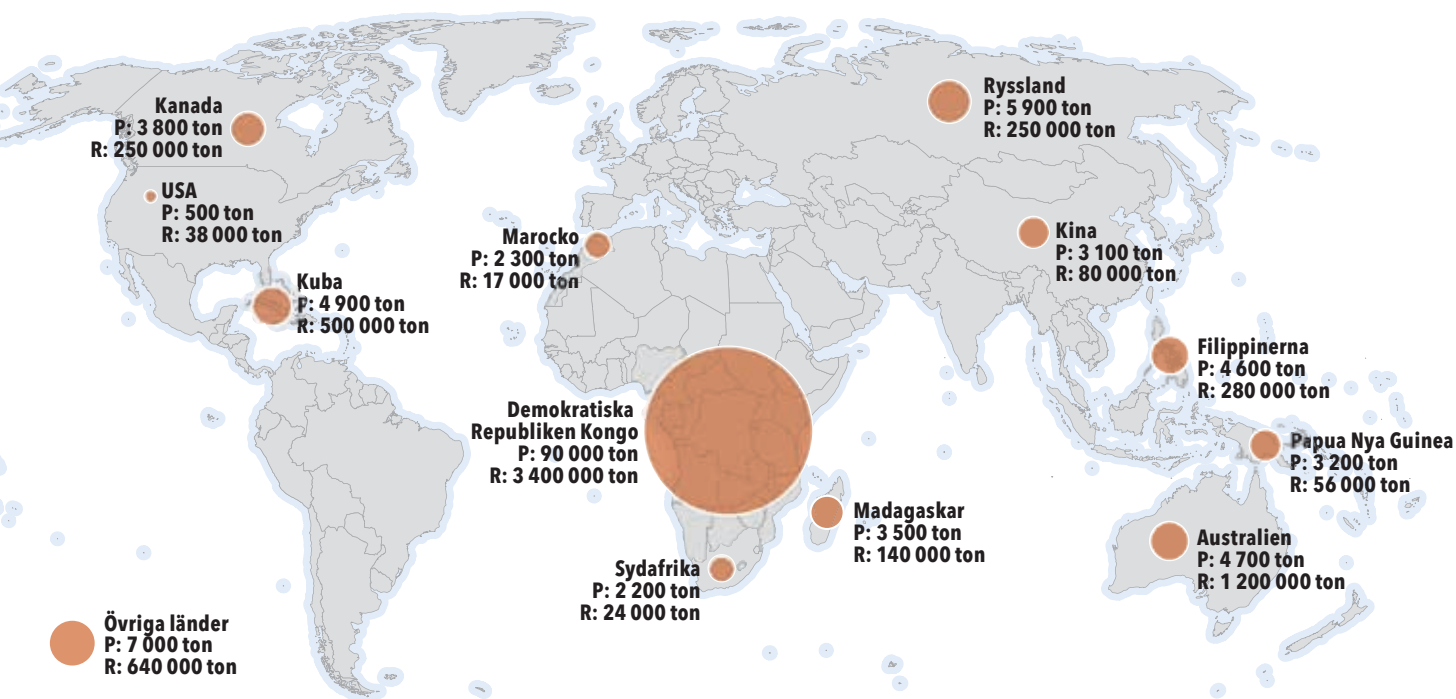
**Namn:** Kobold är ett begrepp för husandar och naturandar i tysk folktro. Metallen kobolt är uppkallad efter kobolden, eftersom man menade att denne stulit värdefulla mineral ur malmådern och istället satt dit sådana som ansågs värdeflösa, således ”koboldmetall”. Ett skäl till detta troddes vara att gruvorna störde lugnet i underjorden, där kobolderna bodde. Ordet kobold är etymologiskt besläktat med engelskans goblin.

se världskartan på nästa sida. Kina har egna gruvor i DRC och dominerar för övrigt världsmarknaden för koboltkemikalier och batterier.

Intressenter med små egna reserver, som Sverige, eftersträvar nu en mer diversifierad och hållbar marknad för att undvika risker i försörjningen som bland annat kan kopplas till den politiska situationen och miljöproblem i de stora producentländerna.

Produktionen inom EU är blygsam. Endast 1–3 procent av världens totala koboltframställning kommer från EU och det är Finland och Nya Kaledonien (som tillhör Frankrike)





där det mesta produceras. Kobolt räknas också som en kritisk metall av Europeiska kommissionen, och de vill gynna prospektering.

### Stora volymer med måttliga halter

De i särklass största reserverna som utnyttjas ligger i det Centralafrikanska kopparbältet där det finns stora gruvfält i Katangaområdet i Demokratiska republiken Kongo och i Zambia.

Koppar-koboltmalmen är där bundna till sedimentära lager, kolhaltiga sandstenar och skifferar, med halter på 0,2–1 procent kobolt. Mineraliseringen är inte nödvändigtvis bildad samtidigt med sedimenten men är geologiskt kopplad till dessa.

Fyndigheterna i Centralafrikanska kopparbältet har inte de absolut högsta kobolthalterna, men malmerna är lättbrutna. Brytningen sker oftast i stora dagbrott och det finns mycket stora volymer malm.

Den näst viktigaste källan till kobolt är mafiska och ultramafiska sulfidrika intrusivbergarter. Sådana malmer, där kobolt utvinns som en biprodukt från nickel- och platinaframställning, finns i t.ex. Norilsk-Talnach i Ryssland och Sudbury i

Kanada. Kobolthalterna i dessa malmer ligger på omkring 0,1 procent. En fjärdedel av världsproduktionen av kobolt kommer från sådana malmer.

Av något mindre betydelse är sekundära fyndigheter, metallanrikade lateritjordar, som har bildats som restprodukter efter tropisk djupvittring av mafiska bergarter. Från sådana utvinns både kobolt och nickel i bland annat Nya Kaledonien och Kuba.

Utöver de globalt ekonomiskt viktiga förekomsterna finns flera andra typer av koboltmalmer som ofta har betydande halter kobolt (upp till 5 procent) men med väsentligen mindre volymer. Koboltmineral kan bland annat förekomma tillsammans med massiva sulfidmalmer, men också uppträda i gångar eller ersätta andra mineral i omvandlade bergarter. Sådana mineraliseringar har haft historisk och lokal betydelse världen över.

### Stor resurs i haven

Den största reserven av kobolt finns dock i världshaven. Man räknar med att det finns mer än 120 miljoner ton kobolt i de metallrika noduler och

**Ovan:** Kartan ovan visar de länder där mest kobolt bryts. Demokratiska republiken Kongo dominerar stort och de står för mer än 60 procent av världsproduktionen. Där finns också de största kända reserverna. Siffrorna gäller för 2018. P=produktion, R=kända reserver. Källa: USGS.

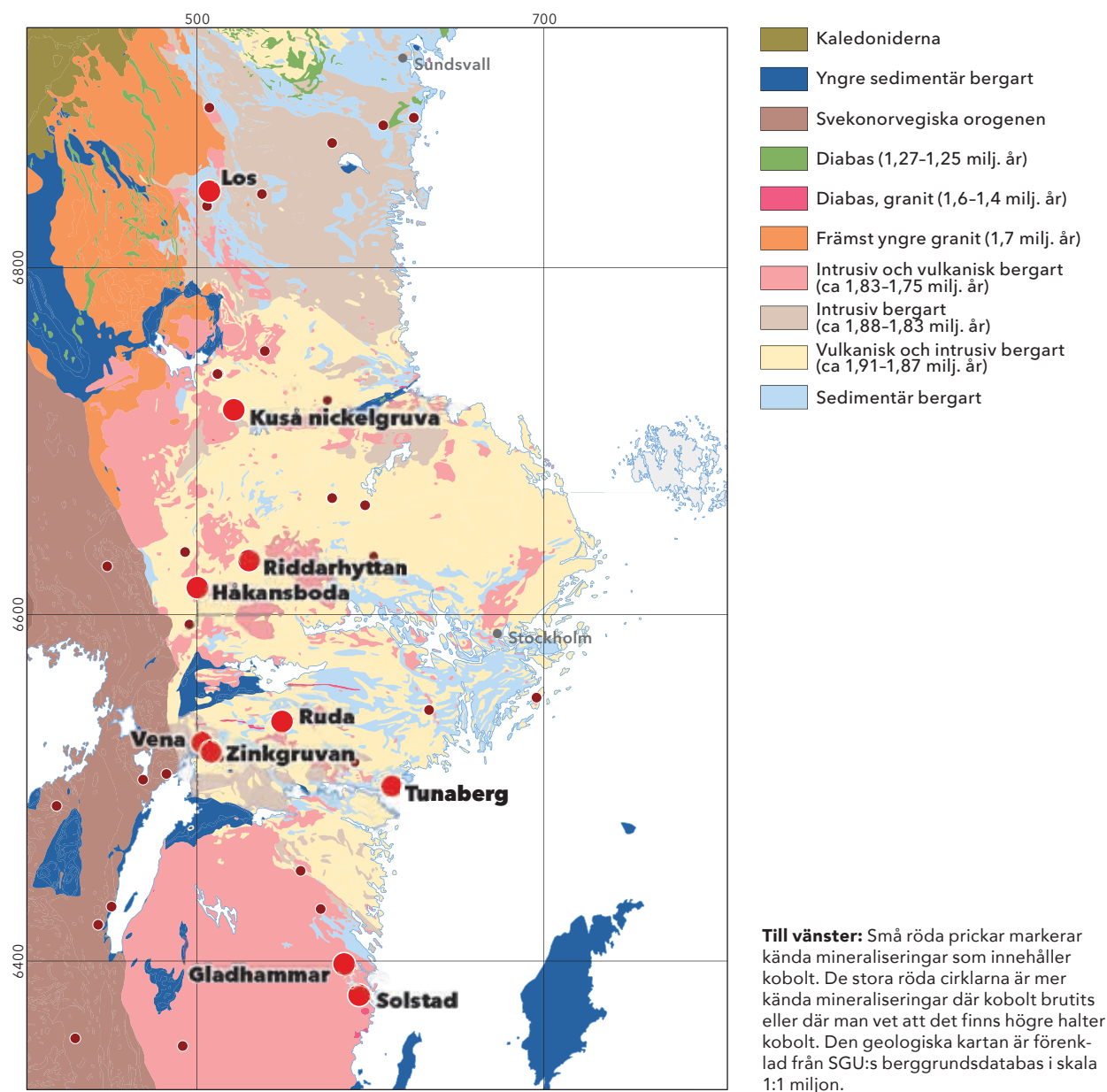
skorpor som ligger på havsbotten i Atlanten, Indiska oceanen och Stilla havet.

Från dessa sker dock inte någon produktion alls idag. Men forskning och brytningsförsök pågår på många håll. Det finns ett stort antal frågeställningar som behöver lösas innan brytning på havsbotten kan bli lönsam: hur äganderätten ser ut, vilken brytningsmetod man ska använda, hur brytningen påverkar miljön etc.

### Svenska koboltfyndigheter

I Sverige finns mer än femtio kända koboltmineraliseringar. De flesta av dem är givetvis små och ointressanta ur ekonomisk synpunkt, men flera har blivit brutna i det förflutna.

Det kan i sammanhanget nämnas att det var en svensk vetenskapsman,



Georg Brandt (1694–1768), som runt år 1735 var den förste att upptäcka och beskriva metallen kobolt, som han erhöll ur ett mineralprov från Riddarhyttan. Redan under sen-medeltiden använde man koboltssalter till blåfärgning av glas, och troligen ännu längre tillbaka i tiden i andra världsdelar. Men man visste inte då vilken substans som orsakade den blå färgen.

År 1736 observerades koboltmalm i Los koppargruvor i Hälsingland och utvinningen där startade redan 1738. De mest produktiva enheterna

var Gladhammar och Vena gruvor, där koboltframställningen blomstrade under 1800-talet. En begränsad utvinning ägde även rum i samband med kopparbrytning på några platser, t.ex. i Tunaberg och Riddarhyttan. För övrigt beskrevs koboltglans (CoAsS) vetenskapligt första gången från Tunaberg, av M.H. Klaproth år 1797.

Under denna tid exporterades nästan allt kobolt som blev tillgängligt och det användes framför allt till pigment. Den totala svenska malmproduktionen under perioden 1805–1905

uppskattas till 5 000 ton, med en halt på 6 procent kobolt. Detta motsvarar ungefär 300 ton ren metall.

### Nutida prospektering

Ansvariga myndigheter anser att det finns potential för modern brytning i Sverige. De beräknade resurserna är 19 000 ton metall enligt Sveriges geologiska undersökning.

Om hälften av de beräknade resurserna i Sverige skulle kunna tillgodogöras, vilket är ett optimistiskt scenario, skulle Europas batterifabrikers behov vara säkrade för några år

### Koboltmineraliseringar, främst i Bergslagen, och deras egenskaper.

Fyndighet	Plats	Uppträdande	Malmmineral
Gladhammar	Västervik, Kalmar	Ådror och impregnationer i kvartsit	kopparkis, koboltglans, molybdenglans, pyrit, bornit, linnéit, blyglans, guld, bly-koppar-vismut sulfosalter
Ruda	Finspång, Östergötland	Impregnationer i norit-gabbro	magnetkis, kopparkis, koboltglans, pentlandit
Håkansboda	Lindesberg, Örebro (Guldsmedshyttan)	Kalk-silikatrik dolomit-kalcitmarmor	koboltglans, glaukodot, kopparkis, gersdorffit, pyrit, blyglans, vismutglans, breithauptit, zinkblände, magnetkis
Kuså	Falun, Dalarna	Norit/olivin-pyroxen-gabbro	magnetkis, kopparkis, pentlandit, linnaeit, koboltglans, siegenit, mackinawit, bornit, sperrylit
Los (Loos)	Ljusdal, Hälsingland (Hofors-Torsåkers bergslag)	Impregnationer i mafisk metavulkanisk bergart, även ansamlat i sprickor	pyrit, kopparkis, zinkblände, magnetkis, arsenikkis, koboltglans, vismut, gersdorffit
Riddarhyttan	Skinnskatteberg, Västmanland	Malmkvartsiter och amfibolskarn	kopparkis, koboltglans, pyrit, carrollit
Tunaberg	Nyköping, Södermanland	Marmor med skarn genomskuren av granit	magnetkis, kopparkis, cubanit, blyglans, zinkblände, pentlandit, linnaeit, koboltglans, safflorit, skutterudit, costbit, ullmanit, kiefit, oenit,
Vena	Askersund, Örebro (Åmmebergs bergslag)	Impregnationer längs med förskiffringsplan ("fahlband") i omvandlad felsisk metavulkanisk bergart	koboltglans, skutterudit, magnetkis, kopparkis, zinkblände, kobellit, vismut, blyglans, mackinawit, gudmundit, jaskólskiit, cubanit, izoklakeit, costibit
Zinkgruvan	Askersund, Örebro	Stratiform dolomit-marmor	kopparkis, cubanit, zinkblände, bornit magnetit, pentlandit, breithauptit, koboltglans, vallerit, breithauptit, gudmundit, tetrahedrit, costibit,



FOTO: JÖRGEN LANGHOF.

**Till vänster:** Koboltglans,  $\text{CoAsS}$ , är ett rödaktigt silvervitt och starkt metallglänsande mineral. Det uppträder ibland i kubliknande former eller som pseudopentagondodekaedrar. Koboltglans anlöps lätt och antar då en mörkare mattgrå färg. Kristallen på bilden kommer från Tunaberg. Naturhistoriska riksmuseets samlingar.

framåt. Men i det större perspektivet är det ändå inte mycket. Mängden kobolt skulle räcka till en elbilspark om cirka 10 miljoner fordon, vilket inom några få år förväntas bli en normal global årsproduktion.

För närvarande fokuserar prospekteringsföretagen på norra Sverige. Till exempel har koppar-kobolt-guldfyndigheten Kiskamavaara i Norrbotten förra året förklarats vara ett riksintresse av Sveriges geologiska undersökning.

Vissa av de mindre svenska fyndigheterna, t.ex. i Bergslagen med omnejd, skulle dock också kunna bli intressanta i ett vidare perspektiv, eftersom de i några fall har höga hal-

ter av andra värdefulla metaller, som zink, koppar, vismut, bly och guld. Ännu oupptäckta fyndigheter kan finnas i samma områden.

Förutom enstaka, i huvudsak mineralogiskt inriktade, studier har de svenska koboltfyndigheterna inte undersökts vetenskapligt i modern tid. Det är därför vanskligt att jämföra de svenska fyndigheterna med koboltmalmtypen på andra ställen i världen. Av sammanställningen i tabellen ovan framgår dock att de globalt förekommande malmtyperna troligen även är representerade i Sverige, undantaget vittringsjordar. ♦



Dan Holtstam är mineralog och samlingsansvarig, Enheten för geovetenskap, Naturhistoriska riksmuseet.

[dan.holtstam@nrm.se](mailto:dan.holtstam@nrm.se)



Joakim Mansfeld undervisar i geologi vid Institutionen för geologiska vetenskaper, Stockholms universitet



# På gång

**8–9 september.** Stenmässan i Rødovrehallen i Köpenhamn.  
Läs mer på [www.stenmessen-kbh.dk](http://www.stenmessen-kbh.dk)

**14 september.** Geologins dag firas över hela landet.  
Läs mer på [geologinsdag.nu](http://geologinsdag.nu)

**2 oktober.** Svemins miljökonferens 2019 i Skellefteå med temat Gruvavfall – Resurs och utmaning för en hållbar framtid. Läs mer på [svemin.se](http://svemin.se)

**23–24 oktober.** Grundvattendagarna 2019 anordnas av Sveriges geologiska undersökning på Lunds universitet. Läs mer på [www.sgu.se](http://www.sgu.se)

**29 oktober.** 12th Fennoscandian Exploration and Mining (FEM 2019) i Levi, Finland. Läs mer på [femconference.fi](http://femconference.fi)

**11–12 november.** 6th International Conference on Geology, Geophysics and Environmental Science, Helsingfors, Finland.  
Läs mer på [geology.conferenceseries.com/](http://geology.conferenceseries.com/)

**14–15 november.** Dorothy Hill Women in Earth Sciences Symposium, Brisbane, Australien. Läs mer på [sees.uq.edu.au/event/8493/dorothy-hill-women-earth-sciences-symposium](http://sees.uq.edu.au/event/8493/dorothy-hill-women-earth-sciences-symposium)

**8–10 januari 2020.** Nordiska geologiska vintermötet i Oslo.  
Läs mer på <https://www.geologi.no/ngwm20>



## Bli medlem!

Geologiska Föreningen i Sverige verkar sedan starten år 1871 för att nå ut med geovetenskaplig kunskap i samhället.

Ett års medlemskap kostar 320 kronor och ger dig fyra nummer av Geologiskt forum per år och fri tillgång digitalt till alla gamla nummer.

Det är lätt att bli medlem. Gå in på **[geologiskaforeningen.se](http://geologiskaforeningen.se)** och klicka på Medlemskap i vänstermenyn. Där finns alla instruktioner du behöver.

Vi finns också på **[facebook.com/geologiskaforeningenisverige](https://www.facebook.com/geologiskaforeningenisverige)**

Du kan kontakta oss på [info@geologiskaforeningen.se](mailto:info@geologiskaforeningen.se)

## Expedition till utforskad grönländsk glaciär



FOTO: MARTIN JAKOBSSON

Den 5 augusti påbörjades en expedition med isbrytaren Oden till Ryderglaciären i nordvästra Grönland. Glaciären är svårtillgänglig och fjorden där den mynnar är i huvudsak utforskad. Expeditionen ska främst undersöka kopplingen mellan klimatförändringar och glaciärer men arkeologer finns även med för att studera hur Grönland koloniserats.

Ett av expeditionens främsta syften är kopplad till den roll som utlöparglaciärer spelar för den grönländska inlandsisens dränering ut i havet. Utlöparglaciärernas dynamik är en viktig del för att förstå hur framtida

havsnivåhöjning kan se ut i ett varmare klimat. Havsis, shelfis, berggrund och havsbottens form spelar en avgörande roll för glaciärernas stabilitet.

Målet är att samla in data om havsbottens fysiska form, dess översta struktur och geologiska sammansättning, oceanografiska förhållanden samt information om inflödet av smältvatten från glaciärerna i området.

Data från det här sällan undersökta området behövs för att kunna förbättra de numeriska modeller som används för att förutse och bedöma vilken potentiell påverkan inlandsisen på norra Grönland kan ha för framtida havsnivåhöjning.

I expeditionen deltar forskare från Sverige, USA och Kanada, och forskarnas kompetens spänner över områden som atmosfärskemi, biologi, klimatologi, ekologi, genforskning, glaciologi, oceanografi, maringeologi, geologi, geofysik, geokemi och arkeologi. ♦

Läs mer på [polar.se](http://polar.se)

## Världens första 5G-nät under jord

Telia, Boliden och Ericsson har tillsammans byggt ett 5G-nät i Bolidens gruva i Kankberg. Nätet, som är världens första under jord baserat på 5G med ny radio (NR), ska användas för att vidareutveckla lösningar för automatiserad och hållbar gruvdrift.

Gruvbrytning ställer höga krav på produktivitet och säkerhet och därför kan det kundanpassade nätet fungera fristående så att driften i gruvan kan fortsätta även om kommunikationen till gruvan skulle brytas. ♦

Läs mer på [www.boliden.com](http://www.boliden.com)



FOTO: BOLIDEN/TOMAS WESTERMARK



FOTO: PÅR WEIHED.

# Tillståndet i tillståndsprocessen – finns behov av förändringar?

## SISTA ORDET

**NÅGONTING HAR HÄNT** i gruv- och prospekteringsbranschen det senaste decenniet. Om vi backar till 2010 ser vi att

mineralpriserna, prospekteringen och tron på mineralutvinningens möjligheter var en helt annan än idag år 2019. Vi vet att ingen kurva för evigt pekar åt samma håll och att branschen är cyklisk men ändå, visst är det fler faktorer än världsmarknadspriserna som bromsat branschen på senare tid? Markanvändningsfrågorna och beslutsprocessen står i fokus på ett helt annat sätt idag än för 5 till 10 år sedan. Prospekteringen i Sverige går på lågvarv.

Statistiken avseende ansökta och överklagade undersökningstillstånd belyser utvecklingen. Under åren runt 2010 låg antalet ansökningar på nivån 200 stycken per år för att år 2013 dyka rejält till så få som 130 stycken. En återhämtning tycktes ske år 2017 då nivån åter var över

200 men just nu kan vi konstatera att första halvåret 2019 har det inkommit endast 63 ansökningar. Om denna tendens fortsätter kommer årets antal ligga långt under 200 stycken.

Samtidigt är andelen beslut om undersökningstillstånd som överklagas anmärkningsvärt hög. Förra året, år 2018, överklagades 49, eller 32 procent, av de totalt 152 beviljade undersökningstillstånden.

Varför ser det ut så? Varför överklagas besluten? Får de som överklagar rätt? Fattar vi på Bergsstaten ”dåliga” beslut? Utan att ha siffror att redovisa törs jag påstå att de allra flesta som överklagar gör det för att de inte vill ha gruvverksamhet i sin närhet. Även då andra skäl anförs så är det i grund och botten nog ändå rädslan för en eventuell gruva som styr, inte att prospekteringen i sig är något större problem. Försvinnande få av överklagningarna leder till bifall så ur den aspekten är våra beslut inte heller ”dåliga”.

Markanvändningsfrågorna är viktiga idag. Gruvnäringen är, sedan länge, etablerad främst i Bergslagen, Norrbotten och Västerbotten. Det finns en vana av och en acceptans för gruvnäringen här. I några fall är acceptansen så stor att man till och med kan flytta stora delar av samhällen. Då handlar det förstås om Malmberget och Kiruna.

De senaste åren har prospektering i södra delarna av Sverige blivit vanligare. Där ser traditionen och acceptansen helt annorlunda ut. Det finns visserligen en förståelse för att utvinning av mineral för ny teknik, som sällsynta jordartsmetaller, kobolt, vanadin och litium såväl som basmetaller, behövs och att vi inte kan förlita oss på att brytningen bara ska ske utomlands.

Men. Det finns ett men. Inte på min bakgård (NIMBY eller not in my backyard) är en vanlig reaktion även om den inte alltid kläds i de orden. Det är ingenting konstigt med det. Människan fäster sig vid sin hemtrakt och detta är något fullkomligt förståeligt och positivt. Det har kommit mer än en kommentar i stil med ”Jo, visst behöver vi utvinning i Sverige men lägg gruvorna i Norrland där det inte bor några människor”.

Det kan också tyckas att det finns gott om plats för allt och alla i norra Sverige men det är att tänka snävt. Renskötseln finns i mer än halva Sverige och det är en verksamhet som behöver vidsträckta och förhållandevis obebyggda områden. Viktigt för den är också att markerna är sammanhängande så att renarna kan förflytta sig obehindrat mellan sommar- och vinterland. Vindkraftsparker, vägar och utvinning av naturresurser fragmenterar markområdena och påverkar därmed renskötseln.

Ingen kan begära att den enskilde fastighetsägare som bor på sin fastighet ska jubla över att behöva flytta och då spelar det ingen roll om ändamålet är en ny järnväg, vindkraft eller en gruva.

Slutsatsen är alltså att konkurrens om marken finns i såväl tätbefolkade som glesbefolkade delar av vårt land och att detta är något helt självklart och naturligt.

Ett nytt fenomen är att även politiker i ansvarig ställning och myndigheter lokalt motsätter sig mineralutvinning och det redan i skedet då det endast är frågan om prospektering. För dem saknar det betydelse att endast ett ytterst fåtal av undersökningstillstånd leder fram till en gruva. När sådana samhällsföreträdare inte har kunskap eller förståelse för den lagstiftning som våra riksdagspolitiker beslutat om då har vi ett problem.

Det händer att kommuner, som inte är berörda fastighetsägare och därmed inte har talerätt, överklagar beslut om undersökningstillstånd bara för syns skull. Detta skapar merarbete hos myndigheter och domstolar, orsakar samhällsapparaten kostnader helt i onödan och förlänger processerna. Det är inte ett ansvarigt handlande.

Lagstiftningen då? Fungerar den? Det korta svaret skulle kunna vara nej, för en lagstiftning som tenderar att inte accepteras kan inte fungera. Ska vi ändra lagstiftningen eller kan kunskap och förståelse för nuvarande lagstiftning förbättra acceptansen?

Lagstiftningen lever och små förändringar och justeringar kommer med jämna mellanrum. Frågan är om lagen bör ändras i grunden och om det finns en önskan om

förändrad mineralpolitik och därmed ändrad lagstiftning. I sammanhanget är det också viktigt att poängtera att lagstiftningen alltid lämnar visst utrymme för beslutsfattarens bedömning och för tillskapande av rättspraxis.

Det finns också andra saker än själva lagstiftningen som kan justeras för att få smidigare tillståndprocesser. När det gäller tillstånd för själva gruvverksamheten är det framför allt bearbetningskoncessioner och miljötillstånd som är av omfattande karaktär. Det handlar om få men komplexa ärenden, högst en handfull per år. Det innebär att de länsstyrelser som blir remissinstans för markanvändningsfrågorna i koncessionsskedet har väldigt få ärenden och att det därför krävs en stor arbetsinsats för att sätta sig in i ärendetypen de gånger de dyker upp. Detta gör det naturligtvis också svårt att få en likformig behandling av ärendena i hela landet. Högst troligt skulle vi få kortare handläggningstider och mer likformiga bedömningar om länsstyrelsernas markanvändningsprövning koncentrerades till en enda länsstyrelse i landet. Sannolikt vore det också effektivt att göra motsvarande koncentration för miljödomarna så att en enda mark- och miljödomstol prövade alla gruvärenden.

Vi myndigheter då? Vad kan vi göra för att förbättra tillståndprocesserna? Som i så många andra sammanhang gäller även för oss att vi kan bli effektivare och tydligare i vår kommunikation, inte minst mellan myndigheter. Vad som ska provas i respektive instans är inte alltid uppenbart för alla. En tendens är att sakägare och allmänhet men även myndigheter tror, eller till och med vill, att prövningen av själva gruvdriften och villkor för denna ska avgöras redan i koncessionsskedet och inte hos mark- och miljödomstolen där prövningen i själva verket hör hemma. Tillståndsansökanerna har olika roller och prövar olika frågor. Det behöver vi kommunicera med omvärlden, men det behöver även ventileras mellan de berörda myndigheterna.

Slutsatsen då? Den är att det alltid finns minst två sidor av ett mynt – mynt är ju liksom gruvor tredimensionella. Vi behöver teknik och mineral för samhällsbyggnad och för att klara klimatomställningen. Vi behöver bli bättre på återvinning men vi klarar oss inte utan utvinning. Samtidigt ska utvinningen ske på ett miljömässigt acceptabelt sätt och andra markanvändningsbehov ska beaktas.

Beslutsfattare måste göra val som inte uppskattas av alla. Det är det val handlar om och det är det våra politiker och myndighetsföreträdare ska ansvara för.

Vi lever i en demokrati där lagar stiftas av folkvalda politiker. För att samhället ska fungera måste dess företrädare ha kunskap och förståelse för lagarna och, återigen, de måste ha mod att fatta obekväma beslut. Om folkets och därmed politikernas vilja är att ändra något ska det gå lagstiftningsvägen. Om viljan skulle vara att Sverige ska förlita sig på andra länders utvinning, att prospektering och utvinning endast ska få ske i vissa delar av landet eller att prospektering och utvinning bara ska få utföras av svenska staten då ska också detta framgå av lagstiftningen.

---

Jukkasjärvi den 15 juli 2019

Åsa Persson  
Bergmästare



POSTTIDNING B  
Geologiska Föreningen  
c/o Tellurit AB  
Storgatan 11  
972 38 Luleå

## Geologiska Föreningen tackar sina sponsorer för 2019

### Platinasponsorer



UPPSALA  
UNIVERSITET



Stockholms  
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper  
Institutionen för naturgeografi

LULEÅ  
TEKNISKA  
UNIVERSITET

### Guldsponsorer

NEW **BOLIDEN**



LUNDS  
UNIVERSITET

**LKAB**



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Även om vi allt mer går över till elbilar behövs metaller. En elbil innehåller t.ex. mer än dubbelt så mycket koppar som en bensindriven bil. Läs mer på sidan 4.